

ТНЯИ.411223.005 РЭ

ИЗМЕРИТЕЛЬ КОМПЛЕКСНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ  
ПЕРЕДАЧИ И ОТРАЖЕНИЯ

Р4-70

Раздел поверки  
руководства по эксплуатации

## 11 Поверка измерителя

### 11.1 Общие сведения

11.1.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки измерителя, находящегося в эксплуатации, на хранении и выпускаемого из ремонта. Поверка измерителя проводится не реже одного раза в 24 мес.

Порядок поверки измерителя определяется ПР 50.2.006.

Рекомендуемая норма времени на проведение поверки 8 ч.

11.1.2 Допускается проводить поверку измерителя только по тем параметрам, для измерения которых он будет применяться и на частотах, указанных в паспорте (свидетельстве) применяемого средства поверки.

### 11.2 Операции и средства поверки

11.2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 11.1.

Средства измерений, используемые при поверке, должны быть поверены в соответствии с ПР 50.2.006 в установленном порядке.

Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

Таблица 11.1

Наименование операции	Рекомендуемое средство проверки (наименование, тип)	Основные технические характеристики
1	2	3
Внешний осмотр (11.4.1)	-	-
Опробование (11.4.2)	-	-
Проверка присоединительных размеров (11.4.3)	КИСК-3,5 КИСК-7	0,1 max: $\pm 0,005$ мм линейный: $\pm 0,005$ мм соосность: $\pm 0,02$ мм
Определение погрешности отсчета частоты, рабочего диапазона частот и полосы перестройки (11.4.4);	Частотомер ЧЗ-66	1,5-18 ГГц; $\pm 0,0003\%$ -
Определение погрешностей измерения КСВН, модуля и фазы коэффициента отражения (11.4.5)	Набор мер НЗ-2	1,5-6,0 ГГц; 7/3,04 мм; $K_{с\Gamma U}=1$ : $\pm 1\%$ ; $K_{с\Gamma U}=2$ : $\pm 2\%$ , $\pm 2^\circ$ ; $K_{с\Gamma U} \geq 100$ : $\pm 2^\circ$
	Набор мер НЗ-6	6-18 ГГц; 7/3,04 мм; $K_{с\Gamma U}=1$ : $\pm 1\%$ ; $K_{с\Gamma U}=2$ : $\pm 2\%$ , $\pm 2^\circ$ ; $K_{с\Gamma U} \geq 100$ : $\pm 2^\circ$

Продолжение таблицы 11.1

1	2	3
	Набор мер НЗ-1	1,5-6,0 ГГц; 3,5/1,52 мм; $K_{\text{сгУ}}=1: \pm 1,5 \%$ ; $K_{\text{сгУ}}=2: \pm 2,5 \%, \pm 2^\circ$ ; $K_{\text{сгУ}} \geq 100: \pm 3^\circ$
	Набор мер НЗ-5	6-18 ГГц; 3,5/1,52 мм; $K_{\text{сгУ}}=1: \pm 1,5 \%$ ; $K_{\text{сгУ}}=2: \pm 2,5 \%, \pm 2^\circ$ ; $K_{\text{сгУ}} \geq 100: \pm 3^\circ$
Определение погрешностей измерения модуля и фазы коэффициента передачи (11.4.6)	Набор мер НЗ-7	1,5-18,0 ГГц; 7/3,04 мм; 10дБ: $\pm 0,3 \text{ дБ}, \pm 2^\circ$ ; 30дБ: $\pm 0,45 \text{ дБ}, \pm 3^\circ$
Определение КСВН пары переходов коаксиальных (11.4.7)	Измеритель Р2-133 или Р4-70	$\pm 7 \%$
<p>Примечание - Нагрузки наборов мер НЗ поверены по <math>K_{\text{сгУ}}</math> и <math>\varphi</math>. Так как <math>\Gamma = (K_{\text{сгУ}} - 1) / (K_{\text{сгУ}} + 1)</math>, погрешность поверки приведена только для <math>K_{\text{сгУ}}</math> и <math>\varphi</math>. При необходимости погрешность поверки <math>\Delta\Gamma</math> можно определить по формуле <math>\Delta\Gamma = 2 K_{\text{сгУ}} \delta K_{\text{сгУ}} / (100(1 + K_{\text{сгУ}})^2)</math>.</p>		

### 11.3 Условия поверки и подготовка к ней

11.3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды от 15 до 25°C;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа (от 645 до 795 мм рт. ст.);
- напряжение сети питания (220 $\pm$ 4,4) В;
- частота сети питания (50 $\pm$ 0,5) Гц с содержанием гармоник не более 5 %.



Примечание - Допускается проведение поверки в условиях, реально существующих в лаборатории, цехе и отличающихся от нормальных, если они не выходят за пределы рабочих условий на измерители и на средства поверки, применяемые при поверке.

11.3.2 Перед проведением поверки необходимо выполнять подготовительные операции, указанные в 8.2.1 - 8.2.5.

#### 11.4 Проведение поверки

11.4.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие измерителя следующим требованиям:

- измеритель должен соответствовать комплектности, указанной в разделе 3;
- измеритель не должен иметь внешних механических повреждений.

Измеритель, имеющий дефекты, бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.

11.4.2 Опробование измерителя проводится по методике 8.4. Неисправный измеритель бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.

11.4.3 Проверку присоединительных размеров провести с помощью средств, указанных в таблице 11.1, в соответствии с их инструкциями по эксплуатации.

Поверке подлежат соединители: "Zx" ПАИ, переходов коаксиальных, аттенюатора, смесителя.

Присоединительные размеры должны соответствовать требованиям ГОСТ РВ 51914. В противном случае измеритель бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.

11.4.4 Определение погрешности отсчета частоты, диапазона частот и полосы перестройки измерителя провести по методике, изложенной ниже.

Подготовить частотомер в соответствии с его техническим описанием и инструкцией по эксплуатации. Подсоединить вход частотомера к соединителю "Zx" ПАИ.

Установить максимальный рабочий диапазон частот и рабочий уровень выходного сигнала в соответствии с 9.3.

Установить метку на первую проверяемую частоту (1,5 ГГц), нажать клавишу "Q", перестройка ГКЧ остановится на метке. Отсчитать показание частотомера ( $f_{\text{ч}}$ ) и измерителя ( $f_{\text{и}}$ ). Нажать клавишу "Q". Определить погрешность измерения частоты по формуле

$$\delta f_{\text{ч}} = \frac{f_{\text{и}} - f_{\text{ч}}}{f_{\text{ч}}} \cdot 100 \quad (11.1)$$

Аналогичные измерения провести на средней и верхней частотах рабочего диапазона частот.

Для проверки максимальной полосы перестройки и рабочего диапазона частот установить метку в конце, затем в начале развертки, определить конечную  $F_{\text{stop}}$  и начальную  $F_{\text{start}}$  частоты. Определить максимальную полосу перестройки, как их разность.

Установить минимальную полосу перестройки в начале диапазона частот (устанавливается полоса 4 МГц) в соответствии с 9.3. Определить конечную и начальную частоты и вычислить полосу перестройки. Определить погрешность измерения частоты в установленной полосе перестройки по методике, приведенной выше.

Аналогично измерить минимальную полосу перестройки и погрешность измерения частоты в середине и в конце диапазона, устанавливая полосу перестройки 20 и 50 МГц соответственно.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность измерения частоты, диапазон рабочих частот, максимальная и минимальная полосы перестройки соответствуют требованиям 2.1 и 2.2. В противном случае измеритель бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.

11.4.5 Определение погрешностей измерения КСВН, модуля и фазы коэффициента отражения провести по следующей методике.

Подготовить измеритель для работы в рабочем диапазоне частот от 1,5 до 6,0 и откалибровать в режиме измерения входных параметров для одного из каналов, выполнив операции 9.12.1.

Подсоединить к соединителю "Zx" ПАИ (или переходу) поочередно меры с  $K_{стU}=1,0$ ; 2,0 и КЗ из соответствующего набора мер НЗ-2 (НЗ-1) и измерить КСВН (для  $K_{стU}=1,0$  и 2,0) и модуль и фазу коэффициента отражения (для КЗ и 2,0) на крайних частотах установленного диапазона частот, как описано в 9.12.2.

Измерения повторяют при трех подключениях меры, поворачивая ее каждый раз вокруг своей оси примерно на  $120^\circ$  относительно предыдущего подключения. За результат измерения принимают среднее арифметическое значение результатов измерений, полученных при трех подключениях меры.

Аналогично произвести измерение в диапазонах частот от 6 до 12 ГГц и от 12 до 18 ГГц. В качестве эталонов использовать нагрузки и КЗ из наборов мер НЗ-6 (7/3,04 мм) и НЗ-5 (3,5/1,52 мм).

При наличии в нагрузке подвижного элемента (в нагрузках из набора мер НЗ-5) установить метку на проверяемую частоту, нажать клавишу "Q", перестройка ГКЧ остановится в точке метки. Перемещая подвижный элемент нагрузки, добиться максимального ( $K_1$  или  $\varphi_1$ ), затем минимального ( $K_2$  или  $\varphi_2$ ) показаний по КСВН или фазе коэффициента отражения. Измеренные значения определить по формулам

$$K_{стUx} = \sqrt{K_1 \cdot K_2}, \quad (11.2)$$

$$\varphi_x = \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2} \quad \text{при } |\varphi_2 - \varphi_1| \leq 180^\circ, \quad (11.3)$$

$$\varphi_x = \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2} \pm 180^\circ \quad \text{при } |\varphi_2 - \varphi_1| > 180^\circ. \quad (11.4)$$

Знак (+,-) выбирают таким, чтобы выполнялось условие  $90^\circ \leq \varphi_x \leq 180^\circ$

Вычислить погрешность измерения КСВН ( $\delta K_{стU}$ ) в процентах, погрешность измерения фазы коэффициента отражения ( $\Delta \varphi$ ) в градусах и модуля коэффициента отражения ( $\Delta \Gamma$ ) по формулам



$$\delta K_{\text{изм}} = \pm \frac{K_{\text{стУх}} - K_{\text{стУо}}}{K_{\text{стУо}}} \cdot 100, \quad (11.5)$$

$$\Delta \varphi_{\text{изм}} = \varphi_{\text{х}} - \varphi_{\text{о}}, \quad (11.6)$$

$$\Delta \Gamma = \Gamma_{\text{х}} - 1, \quad (11.7)$$

где  $K_{\text{стУх}}$ ,  $\Gamma_{\text{х}}$ ,  $\varphi_{\text{х}}$  - измеренные значения КСВН, модуля и фазы коэффициента отражения соответственно;

$K_{\text{стУо}}$ ,  $\varphi_{\text{о}}$  - значения КСВН и фазы коэффициента отражения средств поверки, указанные в их паспорте (свидетельстве).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешности измерения КСВН, модуля и фазы коэффициента отражения соответствуют требованиям 2.5- 2.7. В противном случае измеритель бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.

11.4.6 Определение погрешностей измерения модуля и фазы коэффициента передачи провести по следующей методике.

Подготовить измеритель к работе в диапазоне частот от 1,5 до 6 ГГц и откалибровать в режиме измерения проходимых параметров, выполнив операции 9.13.1.

Провести измерение модуля и фазы коэффициента передачи аттенюаторов 10, 30, 60 (30+30) дБ из набора мер НЗ-7 по методике 9.13.2 на крайних частотах установленного диапазона частот.

Повторять измерения при трех подключениях каждой меры, поворачивая ее вокруг своей оси примерно на 120°. При этом подключение меры 60 дБ проводят, поворачивая сразу оба аттенюатора, не разъединяя их. За результат измерения модуля и фазы коэффициента передачи принимают среднее арифметическое значение результатов, полученных при трех подключениях меры.

Аналогично провести измерения модуля и фазы коэффициента передачи в диапазонах частот от 6 до 12 и от 12 до 18 ГГц.

Вычислить погрешности измерения модуля и фазы коэффициента передачи по формулам:

$$\Delta A_X = |A_X - A_0|, \quad (11.8)$$

$$\Delta \psi_X = |\psi_X - \psi_0|, \quad \text{если } \Delta \psi_X \leq 180^\circ, \quad (11.9)$$

$$\Delta \psi_X = |\psi_X - \psi_0| - 360, \quad \text{если } \Delta \psi_X > 180^\circ, \quad (11.10)$$

где  $A_X$  и  $\psi_X$  измеренные значения модуля и фазы коэффициента передачи на частоте измерения в дБ и градусах соответственно;

$A_0$  и  $\Delta \psi_0$  - значения модуля и фазы коэффициента передачи меры;

Фазу коэффициента передачи каскадного соединения двух аттенуаторов определить по формуле:

$$\psi_{0\Sigma} = \sum \psi_{0i} \pm 360, \quad (11.11)$$

Знак (+,-) выбирают таким, чтобы выполнялось условие  $|\psi_{0\Sigma}| \leq 180^\circ$ .

При использовании для поверки измерителя рассогласованных аттенуаторов ( $K_{\text{стУ}} > 1,2$ ) допустимые погрешности измерения определить по формулам 9.5, 9.6.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешности измерения не превышают значений, установленных в 2.8 или вычисленных по формулам 9.5, 9.6. В противном случае измеритель бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.

11.4.7 Определение КСВН пары переходов коаксиальных ЦЮ2.236.089-01 и ЦЮ2.236.091, входящих в комплект измерителя, провести с помощью средства, указанного в таблице 11.1 в соответствии с его инструкцией по эксплуатации.

Соединить проверяемую пару переходов соединителями 3,5/1,52 мм, нагрузить НС из комплекта измерителя, подсоединить к измерительному входу измерителя. КСВН пары переходов со стороны соединителей 3,5/1,52 мм гарантируется конструкцией.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если КСВН пары переходов соответствует требованию 2.9. В противном случае измеритель бракуется и дальнейшей поверке не подлежит.

## 11.5 Оформление результатов поверки

11.5.1 Результаты поверки оформляют в порядке, установленном МИ 2556.

11.5.2.

Измерители, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки), запрещаются к выпуску в обращение и к применению.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИ МО РФ



В.А. Коршунов