

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Руководитель ГЦИ СИ**  
**ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»**

\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

**ИНСТРУКЦИЯ**  
**ВАТТМЕТРЫ ПРОХОДЯЩЕЙ МОЩНОСТИ**  
**МЗ-1810К**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**г. Мытищи,**  
**2011 г.**

## 1. Общие сведения

1.1. Данная методика распространяется на ваттметры проходящей мощности МЗ-1810К (далее – МЗ-1810К) и устанавливает порядок проведения их первичной и периодических поверок.

1.2. Для уменьшения пределов доверительных границ допускаемой относительной погрешности измерений мощности СВЧ предусмотрена возможность проведения поверки МЗ-1810К с применением  $\Gamma$  – коррекции\*.

1.3. Интервал между поверками – один год.

\*  $\Gamma$  – коррекция – процедура исключения погрешности рассогласования при проведении измерений на СВЧ, за счет учета значений фазовых углов и модулей комплексных коэффициентов отражения ваттметров поглощаемой и проходящей мощности.

## 2. Операции поверки

2.1. Перед проведением поверки МЗ-1810К провести внешний осмотр и операции подготовки его к работе.

2.2. При поверке должны быть выполнены операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Операции поверки	Номер пункта методики	Обязательность поверки параметров***	
		первичная поверка	периодическая поверка
1. Внешний осмотр	8.1	да	да
2. Опробование	8.2	да	да
3. Определение метрологических характеристик**	8.3		
3.1. Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей	8.3.1	да	да
3.2. Определение модуля эффективного коэффициента отражения выхода	8.3.2	да	да
3.3. Определение коэффициентов передачи $\alpha$ и относительной погрешности измерений мощности	8.3.3	да	да
3.4. Определение модуля и фазы эффективного коэффициента отражения выхода с применением $\Gamma$ – коррекции	8.3.4	да	да
3.5. Определение коэффициентов передачи $\alpha$ и относительной погрешности измерений мощности с применением $\Gamma$ – коррекции	8.3.5	да	да

\*\* – для определения значений коэффициента передачи  $\alpha$  с применением  $\Gamma$  – коррекции, измерения проводить по п. 8.3.4 и п. 8.3.5 настоящей Методики.

\*\*\* – при определении коэффициентов передачи  $\alpha$  и пределов допускаемой относительной погрешности измерений мощности по п. 8.3.4 и п. 8.3.5 измерения по п. 8.3.2 и 8.3.3 настоящей Методики не проводить.

### 3. Средства поверки

3.1. При проведении поверки используются средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 2.

3.2. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или знак поверки на приборе или технической документации.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
8.3.1	Комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-7, пределы допускаемой погрешности калибров-пробок $\pm 0,008$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений присоединительных размеров $\pm 0,01$ мм
8.3.2	Измерительная линия P1-17, диапазон частот 0,5-3,0 ГГц, собственный коэффициент стоячей волны по напряжению $K_{стУ} \leq 1,07$ Измерительная линия P1-34, диапазон частот 2,0-18,0 ГГц, собственный коэффициент стоячей волны по напряжению $K_{стУ} \leq 1,07$ Измеритель отношения напряжения В8-7, погрешность измерения отношения напряжения 6% в пределах измерения 1-10, 2,5 % в пределах 10-1000, 4 % в пределах 1000-3160 Генератор Agilent E8257D, диапазон частот от 0,01 до 20 ГГц (опция 520), выходная мощность не менее 10 мВт.
8.3.3	Генератор Agilent E8257D Ваттметр поглощаемой мощности МЗ–54, диапазон рабочих частот от 0,03 до 18,0 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 1,5$ %
8.3.4	Анализатор цепей векторный Agilent N5242A, диапазон рабочих частот от 0,01 до 18 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения от минус 6 до минус 15 дБ $\pm 0,22$ дБ, от минус 15,01 до минус 24,99 дБ $\pm 0,38$ дБ, от минус 25,01 до минус 35 дБ $\pm 1,08$ дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы комплексного коэффициента отражения от минус 6 до минус 15 дБ $\pm 1,38$ °, от минус 15,01 до минус 24,99 дБ $\pm 2,46$ °, от минус 25,01 до минус 35 дБ $\pm 6,7$ °, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи от минус 49,99 до 4,99 дБ $\pm 0,18$ , пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы комплексного коэффициента передачи от минус 49,99 до 4,99 дБ $\pm 1,13$ °, уровень выходной мощности не менее 40 мВт, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ .
8.3.5	Анализатор цепей векторный Agilent N5242A Ваттметр поглощаемой мощности МЗ–54

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

#### **4. Требования к квалификации поверителей**

4.1. К проведению поверки МЗ-1810К допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющий опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющий право на поверку.

#### **5. Требования безопасности**

5.1. К работе с МЗ-1810К допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.2. Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры.

#### **6. Условия поверки**

6.1. Поверку проводить при следующих условиях.

Температура окружающего воздуха, °С	$20 \pm 5$ .
Относительная влажность воздуха, %	$65 \pm 15$ .
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	$100 \pm 4$ ( $750 \pm 30$ ).
Напряжение питания от сети переменного тока частотой ( $50 \pm 5,0$ ) Гц, В	$220 \pm 22$

#### **7. Подготовка к поверке**

7.1. Подготовить средства измерений и испытательное оборудование к работе в соответствии с руководствами по эксплуатации.

7.2. Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого МЗ-1810К и используемых средств поверки.

7.3. Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого МЗ-1810К для проведения поверки;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки;
- заземлить необходимые рабочие эталоны, средства измерений и МЗ-1810К;
- заблаговременно перед очередной операцией поверки включить питание рабочих эталонов и средств измерений (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в их технической документации).

#### **8. Проведение поверки**

##### **8.1. Внешний осмотр**

Внешним осмотром установить соответствие МЗ-1810К требованиям эксплуатационной документации. Проверить:

- отсутствие механических, электрических, химических и тепловых повреждений;
- ослабление элементов конструкции;
- четкость обозначений;
- чистоту и исправность разъемов и гнезд;
- наличие и целостность печатей и пломб.

Результаты внешнего осмотра считать положительными, в случае выполнения всех перечисленных требований. МЗ-1810К, имеющие дефекты, дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются и направляются в ремонт.

##### **8.2. Опробование**

При опробовании убедиться в положительных результатах самоконтроля в следующей последовательности:

- подготовить МЗ-1810К работе в соответствии с руководством по эксплуатации;
- включить ваттметр МЗ-1810К, нажав кнопку «Вкл»;
- дождаться окончания процедуры инициализации и самопроверки МЗ-1810К;
- по истечении времени прогрева МЗ-1810К (30 минут) провести установку нуля в соответствии с методикой, изложенной в руководстве по эксплуатации;

Результаты опробования считать удовлетворительными, если по истечении времени прогрева МЗ-1810К и установки нуля отсутствуют информационные сообщения об ошибках.

### 8.3. Определение метрологических характеристик

#### 8.3.1. Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей

8.3.1.1. Определение присоединительных размеров должна быть проведена с применением комплектов для измерения соединителей коаксиальных КИСК-7 в соответствии с указаниями в их эксплуатационной документации.

Проверке подлежит присоединительный размер «А» коаксиальных соединителей «вход» и «выход» МЗ-1810К, изображенный на рисунке 1.

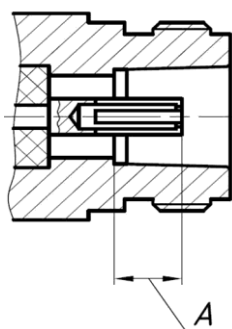


Рисунок 1

8.3.1.2. Результаты поверки считать положительными, если присоединительные размеры «А» коаксиальных соединителей МЗ-1810К не превышают значений  $5,26^{-0,16}$  (мм).

#### 8.3.2 Определение модуля эффективного коэффициента отражения выхода МЗ-1810К.

8.3.2.1 Определение модуля эффективного коэффициента отражения выхода МЗ-1810К проводить по схеме, представленной на рисунке 2.

Подготовить МЗ-1810К к работе в соответствии с документацией изготовителя.

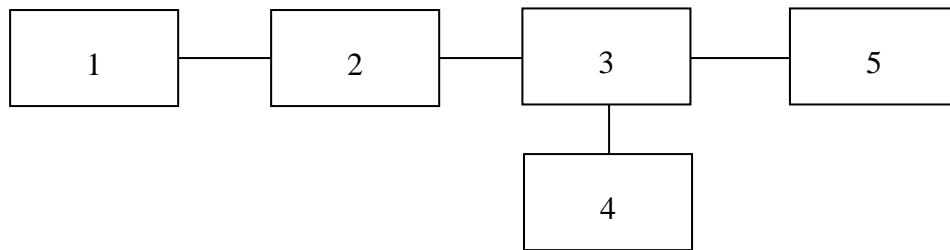
Собрать схему, изображенную на рисунке 2.

Установить частоту источника СВЧ сигнала 0,5 ГГц.

Мощность с источника СВЧ сигнала не подавать.

Установить мощность на выходе источника СВЧ сигнала не более 1 мВт.

Плавное увеличение мощности источника СВЧ сигнала, установить по показаниям МЗ-1810К мощности значение 1 – 2 мВт



- 1 – источник СВЧ сигнала (генератор Agilent E8257D);
- 2 – ваттметр проходящей мощности МЗ-1810К;
- 3 – измерительная линия Р1 – 17 (Р1 – 34);
- 4 – измеритель отношения напряжений В8–7;
- 5 – подвижной короткозамыкатель из комплекта Р1-17 (Р1-34);

Рисунок 2

8.3.2.2 Последовательно через  $0,05-0,06 \lambda g$  (где  $\lambda g$  - длина волны в волноводе) в пределах от 0 до  $0,6 \lambda g$  изменять фазу коэффициента отражения подвижной короткозамкнутой нагрузки на  $18-20^\circ$ , при этом каждый раз зонд измерительной линии помещать в максимуме стоячей волны. Поддерживать уровень мощности близкий к 1 – 2 мВт по показаниям МЗ-1810К. Допускается изменение мощности на входе МЗ-1810К в пределах 20 %. При каждом положении короткозамыкателя определить отношение показаний МЗ-1810К к показаниям индикатора измерительной линии.

Рассчитать значения модуля эффективного коэффициента отражения  $|\Gamma_{\text{э}}|_j, j=\overline{1, m}$  ( $m$  – номер максимальной частоты для таблицы 3), по формуле:

$$|\Gamma_{\text{э}}|_j = \frac{|\alpha_{\text{max}}| + |\alpha_{\text{min}}|}{4\alpha_0} \quad (1)$$

где:  $\alpha_0$  - показания МЗ-1810К при подключении к его выходу согласованной нагрузки из комплекта линии измерительной;

$\alpha_{\text{max}}, \alpha_{\text{min}}$  - максимальное и минимальное показания МЗ-1810К.

Повторить измерения по п. 8.3.2.2 на частотах (1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12,0; 12,5; 13,0; 13,5; 14,0; 14,5; 15,0; 15,5; 16,0; 16,5; 17,0; 17,5; 18,0) ГГц.

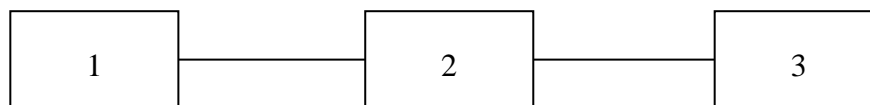
Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения модуля эффективного коэффициента отражения МЗ-1810К в диапазоне частот от 0,03 до 8,0 ГГц не превышают значения 0,03, а в диапазоне частот от 8,0 до 18,0 ГГц не превышают значения 0,05.

### 8.3.3 Определение коэффициентов передачи $\alpha$ и пределов допустимой относительной погрешности измерений мощности.

8.3.3.1 Определение случайной составляющей погрешности ( $\delta_{\text{сл}}$ ) проводить по схеме, представленной на рисунке 3 в следующей последовательности:

- установить частоту источника СВЧ сигнала 0,03 ГГц;
- установить нулевые показания ваттметра МЗ-54 и МЗ-1810К;
- установите выходную мощность источника СВЧ сигнала равную 1-2 мВт по показаниям ваттметра МЗ-54 (ваттметр);
- через время установления показаний ваттметра МЗ-54 записать показания ваттметра

МЗ-1810К ( $P_k$ ) и показания ваттметра ( $P_э$ );  
 выключить мощность источника СВЧ сигнала;



- 1 – источник СВЧ сигнала (генератор Agilent E8257D);
- 2 – ваттметр проходящей мощности МЗ-1810К;
- 3 – ваттметр поглощаемой мощности МЗ-54;

Рисунок 3

определить отношение  $P_э/P_k$ ;

повторить определение отношения  $P_э/P_k$  10 раз (с перефланцовкой ваттметра) и рассчитать среднее арифметическое значение  $(P_э/P_k)_{cp}$ .

При подключении ваттметра МЗ-54 использовать тарированный ключ из комплекта калибровочного набора ВАЦ.

Рассчитать  $\delta_{cлj}, j=\overline{1, m}$  ( $m$  – номер максимальной частоты для таблицы 3), зависящую от значения частоты, на частотах  $F_j$ , указанных в таблице 3, по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} \left( \left( \frac{P_э}{P_k} \right)_i - \left( \frac{P_э}{P_k} \right)_{cp} \right)^2}{n(n-1)}} \cdot 100 \% \quad (2)$$

8.3.3.2 Повторить определение  $\delta_{cлj}$  на частотах указанных в таблице 3.

Случайная составляющая погрешности проведения измерений  $\delta_{cлj}$  должна быть не более 0,2 %.

8.3.3.3 Определение коэффициента передачи и доверительных границ погрешности значений коэффициента передачи.

Для определения коэффициента передачи ( $\alpha_j$ ) использовать результаты полученные в п. 8.3.3.1.

Рассчитать коэффициент передачи  $\alpha_j, j=\overline{1, m}$  ( $m$  – номер максимальной частоты для таблицы 3), зависящий от значения частоты, на частотах  $F_j$ , указанных в таблице 3, по формуле:

$$\alpha_j = \left( \left( \frac{P_э}{P_k} \right)_{cpj} \cdot \frac{1}{Kk_j} \right), \% \quad (3)$$

где  $(P_э/P_k)_{cpj}$  – среднее арифметическое значение отношения  $(P_э/P_k)$  для  $j$ -частоты ( $m$  значений);

$Kk_j$  – значение частотного коэффициента ваттметра МЗ-54 (из свидетельства о поверке);

Таблица 3

Тип	Частота $f_j$ , ГГц
МЗ-1810К	0,03; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12,0; 12,5; 13,0; 13,5; 14,0; 14,5; 15,0; 15,5; 16,0; 16,5; 17,0; 17,5; 18,0

Погрешность рассогласования  $\delta_p$  рассчитать по формуле:

$$\delta_p = 2(|\Gamma_{\text{Э}}| \cdot |\Gamma_{\text{ЭТ}}|) \cdot 100, \% \quad (4)$$

где  $|\Gamma_{\text{Э}}|$  – модуль эффективного коэффициента отражения выхода МЗ-1810К мощности;

$|\Gamma_{\text{ЭТ}}|$  – модуль коэффициента отражения ваттметра МЗ-54 (из свидетельства о поверке)

Для каждого из  $m$  результатов определить погрешность определения ( $\delta_\alpha$ ) по формуле:

$$\delta_\alpha = \pm \sqrt{(2,26 \cdot S)^2 + (\delta_{\text{Э}})^2} + \gamma \delta_p, \% \quad (5)$$

где  $S$  – среднеквадратического отклонения результата измерения коэффициента передачи  $\alpha_j$ ;

$\delta_{\text{Э}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности МЗ-54 (из свидетельства о поверке);

$\gamma$  – коэффициент определяемый по таблице 4;

Таблица 4

$\frac{3 \cdot \delta_p}{\sqrt{(2,26 \cdot \delta_{\text{ЭТ}})^2 + (\delta_{\text{Э}})^2}}$	0	1	2	3	4	8	20	$\infty$
$\gamma$	0	0,25	0,49	0,61	0,66	0,8	0,9	1,0

8.3.3.4 Стабильность коэффициента передачи должна удовлетворять условию:

$$\left| \frac{\alpha_n - \alpha}{\alpha} \right| \cdot 100 < \sqrt{\delta_n^2 + \delta^2}, \% \quad (6)$$

$\alpha_n$  и  $\alpha$  – значения коэффициента передачи, полученные соответственно в результате данной и предыдущей поверки;

$\delta_n$  и  $\delta$  – значения доверительных границ погрешности значений коэффициента передачи при данной и предыдущей поверке, %.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если выполняются условия п. 8.3.3.4 настоящей Методики.

### 8.3.4 Определение модуля и фазы эффективного коэффициента отражения выхода с применением $\Gamma$ – коррекции.

8.3.4.1 Измерение комплексного эффективного коэффициента отражения выхода МЗ-1810К проводить в следующей последовательности:



открутить винты, расположенные на левой и правой стенке корпуса МЗ-1810 согласно рисунку 4;  
отсоединить верхнюю стенку ваттметра МЗ-1810К;



Рисунок 4

отвинтить винты, крепящие направленный ответвитель и гайку термоэлектрического преобразователя;

извлечь направленный ответвитель из корпуса ваттметра МЗ-1810К, пометив разъемы направленного ответвителя:

подключенный к термоэлектрическому преобразователю – выход №1;

неподключенный – выход №2;

подключенный к СВЧ кабелю – выход №3.

Подготовить анализатор цепей векторный Agilent N5242A (ВАЦ) к работе в соответствии с технической документацией фирмы изготовителя.

Установить на ВАЦ Agilent N5242A:

диапазон частот – (0,03-18,0) ГГц;

уровень выходного сигнала – 0 дБм;

режим перестройки частоты «сегментное» по частотам указанным в таблице 4

полоса ПЧ – 10 Гц;

количество усреднений – 16;

подключить к портам №1,2,3 ВАЦ кабели СВЧ Agilent 85131-60012;

подключить к каждому выходу кабелей СВЧ переходы для работы с соединителями по ГОСТ 13317 тип IX (вариант 2, «розетка») – тип III (вариант 3, «вилка»);

провести измерение размера «А» (изображенного на рисунке 1) мер, тип соединителя «розетка», из состава калибровочного набора ВАЦ «Open» (нагрузка холостого хода (XX)) и «Shot» (нагрузка короткозамкнутая (КЗ)), используя комплект для измерения соединителей коаксиальных КИСК-7;

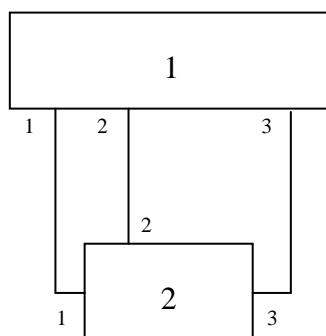
рассчитать поправку  $\tau$  по формуле:

$$\tau = \frac{A \cdot \sqrt{1.000649}}{299792458} \quad (7)$$

в соответствии с руководством по эксплуатации на ВАЦ, поочередно внести изменения в раздел «задержка» (delay) параметров калибровочных мер «Open» и «Shot» (тип соединителя «розетка») путем сложения указанной по умолчанию величины задержки с результатом полученным по формуле 7.

провести калибровку ВАЦ в соответствии с руководством по эксплуатации на ВАЦ.

Собрать схему, представленную на рисунке 5;



1 –анализатор цепей векторный N5242A;  
2 – направленный ответвитель.

Рисунок 5.

Нажать клавишу «Analysis» выберете пункт «Equation Editor». В поле «Equation» с помощью клавиатуры и мыши ввести формулу  $S_{22}-S_{21}(S_{32}/S_{31})$  и нажать кнопку «Enter».

Нажать клавишу «Format» далее пункт «Lin Mag».

Для улучшения отображения результатов измерения нажать кнопку «Scale», далее пункт «Autoscale».

Записать измеренные значения модуля эффективного коэффициента отражения выхода МЗ-1810К на частотах указанных в таблице 3 используя кнопку «Marker»;

Нажать клавишу «Format» далее пункт «Phase»;

Для улучшения отображения результатов измерения нажать кнопку «Scale», далее пункт «Autoscale».

Записать измеренные значения фазового угла эффективного коэффициента отражения выхода ваттметра МЗ-1810К на частотах указанных в таблице 3 используя кнопку «Marker»;

Собрать МЗ-1810К в обратной последовательности.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения модуля эффективного коэффициента отражения выхода № 2 направленного ответвителя в диапазоне частот от 0,03 до 8,0 ГГц не превышают значения 0,03, а в диапазоне частот от 8,0 до 18,0 ГГц не превышают значения 0,05.

Для уменьшения погрешности определения коэффициента передачи МЗ-1810К следует проводить  $\Gamma$ - коррекцию (процедура учета фазовых соотношений между поверяемым ваттметром и МЗ-1810К мощности для исключения погрешности за счет рассогласования).

### **8.3.5. Определение коэффициентов передачи $\alpha$ и пределов допускаемой относительной погрешности измерений мощности-с применением $\Gamma$ – коррекции.**

8.3.5.1 Подготовить ВАЦ к работе в соответствии с документацией изготовителя:

-диапазон частот – от 0,03до 18,0 ГГц;

-уровень выходного сигнала – 0 дБм;

-режим перестройки частоты «сегментное» по частотам указанным в таблице 4;

-полоса ПЧ – 10 Гц;

-количество усреднений – 16;

-подключить к выходу №1 ВАЦ коаксиальный переход с соединителями по ГОСТ 13317-89 тип IX (вариант 2, «розетка») – тип III (вариант 3, «вилка»);

-провести измерение размера  $l$  изображенного на рисунке 6 символом «А», мер из состава калибровочного набора ВАЦ «Open» (нагрузка холостходная (XX)) и «Shot»

(нагрузка короткозамкнутая (КЗ)) тип соединителя «вилка», используя комплект для измерения соединителей коаксиальных КИСК-7;

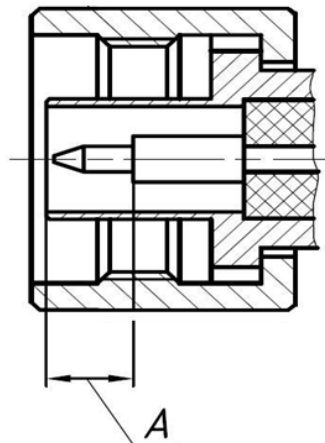
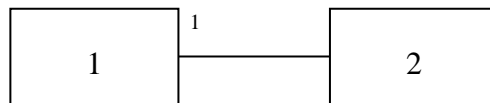


Рисунок 6

-рассчитать поправку  $\tau$  по формуле 7;

-в соответствии с руководством по эксплуатации на ВАЦ, поочередно внести изменения в раздел «задержка» (delay) параметров калибровочных мер «Open» и «Shot» (тип соединителя «вилка») путем вычитания указанной по умолчанию величины задержки с результатом полученным по формуле 9;

-провести калибровку ВАЦ в соответствии с технической документацией фирмы изготовителя, для чего собрать схему, представленную на рисунке 7;



1 – анализатор цепей векторный N5242A;

2 – ваттметр поглощаемой мощности МЗ-54

Рисунок 7

Нажать клавишу «Format» далее пункт «Lin Mag».

Для улучшения отображения результатов измерения нажать кнопку «Scale», далее пункт «Autoscale».

Переписать измеренные значения модуля коэффициента отражения входа ваттметра МЗ-54 ( $\Gamma_{ЭГ}$ ) на частотах указанных в таблице 4 используя кнопку «Marker»;

8.3.5.2 Для расчета коэффициента передачи с исключением погрешности рассогласования, использовать результаты полученные в п. 8.3.3.1.

Рассчитать коэффициент передачи  $\alpha_j$ ,  $j=\overline{1, m}$  ( $m$  – номер максимальной частоты для таблицы 3), зависящий от значения частоты, на частотах  $F_j$ , указанных в таблице 3, по формуле:

$$\alpha_j = \left( \left( \frac{P_{\text{в}}}{P_{\text{к}}} \right)_{\text{сп}} \cdot \frac{1}{K_{\text{к}j}} \cdot (1 - 2|\Gamma_{\text{в}}| \cdot |\Gamma_{\text{н}}| \cdot \cos(\varphi_{\text{в}} + \varphi_{\text{н}})) \right), \% \quad (8)$$

$\varphi_3$  – фазовый угол эффективного коэффициента отражения выхода МЗ-1810К (определяется по п. 8.3.4);

$\varphi_n$  – фазовый угол коэффициента отражения входа поверяемого ваттметра (определяется по п. 8.3.5.1).

Доверительные границы погрешности значений коэффициента передачи  $\delta_\alpha$  с исключением погрешности рассогласования рассчитывается по формуле:

$$\delta_\alpha = \pm \sqrt{(2,26 \cdot S)^2 + (\delta_3)^2 + (\delta_1)^2 + (\delta_2)^2 + (\delta_3)^2 + (\delta_4)^2}, \% \quad (9)$$

где

$$\delta_1 = (2 \cdot |\Gamma_n| \cdot \cos(\varphi_3 + \varphi_n) \cdot \delta_{|\Gamma_3|}) \cdot 100\%;$$

$$\delta_2 = (2 \cdot |\Gamma_3| \cdot \cos(\varphi_3 + \varphi_n) \cdot \delta_{|\Gamma_n|}) \cdot 100\%;$$

$$\delta_3 = (2 \cdot |\Gamma_3| \cdot |\Gamma_n| \cdot (\cos(\varphi_3 + \varphi_n) - \cos((\varphi_3 + \varphi_n) + \delta_{|\varphi_{-3}|}))) \cdot 100\%;$$

$$\delta_4 = (2 \cdot |\Gamma_3| \cdot |\Gamma_n| \cdot (\cos(\varphi_3 + \varphi_n) - \cos((\varphi_3 + \varphi_n) + \delta_{|\varphi_{-n}|}))) \cdot 100\%$$

$\delta_{|\Gamma_3|}$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля эффективного коэффициента отражения МЗ-1810К;

$\delta_{|\Gamma_n|}$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения ваттметра МЗ-54;

$\delta_{|\varphi_{-3}|}$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы эффективного коэффициента отражения МЗ-1810К;

$\delta_{|\varphi_{-n}|}$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения ваттметра МЗ-54.

8.3.5.3 Стабильность коэффициента передачи должна удовлетворять условию:

$$\left| \frac{\alpha_n - \alpha}{\alpha} \right| \cdot 100 < \sqrt{\delta_n^2 + \delta^2}, \% \quad (10)$$

Результаты поверки считать удовлетворительными, если выполняется условие п. 8.3.5.3.

## 9. Оформление результатов поверки

9.1. При положительных результатах поверки оформляется Свидетельство о поверке с указанием измеренных значений коэффициента передачи МЗ-1810К, модуля эквивалентного коэффициента отражения выхода МЗ-1810К, фазового угла эквивалентного коэффициента выхода МЗ-1810К, доверительных границ погрешности значений коэффициента передачи, модуля и фазы эквивалентного коэффициента отражения, которое выдается владельцу МЗ-1810К.

9.2. При отрицательных результатах поверки применение МЗ-1810К запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

Начальник лаборатории  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»