

ИНСТРУКЦИЯ

Измерители мощности СВЧ
с блоками измерительными 4531, 4532, 4541, 4542, 4241, 4242, 4500В
и преобразователями измерительными 51200, 51015 (5Е), 51033 (6Е), 51077А,
57006, 57540, 59340, 51100 (9Е), 57518, 59318, 51071А, 51072А, 51075А,
51079А, 51013 (4Е), 51011 (4В), 51011 (ЕМС)

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи,
2011 г.

1 Общие сведения

1.1 Данная методика распространяется на измерители мощности с блоками измерительными (БИ) 4531, 4532, 4541, 4542, 4241, 4242, 4500В и преобразователями измерительными (ПИ) 51200, 51015 (5Е), 51033 (6Е), 51077А, 57006, 57540, 59340, 51100 (9Е), 57518, 59318, 51071А, 51072А, 51075А, 51079А, 51013 (4Е), 51011 (4В), 51011 (ЕМС) (далее – измерители мощности), фирмы «Boonton», США, и устанавливает порядок проведения первичной и периодических поверок.

1.2 Интервал между поверками - один год.

2 Операции поверки

2.1 Перед проведением поверки измеритель мощности должен быть прогрет в течение не менее 2 часов. Время прогрева поверяемого оборудования установлено в соответствующих эксплуатационных документах.

2.2 При поверке выполняют 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 (МХ)	8.3		
3.1 Проверка присоединительных размеров коаксиальных соединителей	8.3.1	да	да
3.2 Определение КСВН входа преобразователей измерительных	8.3.2	да	да
3.3 Определение времени нарастания переходной характеристики	8.3.3	да	да
3.4 Определение относительной погрешности измерений средней и пиковой мощности	8.3.4	да	да

3 Средства поверки

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

3.2 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке или знаки поверки на приборе или технической документации. Комплект коаксиально-коаксиальных (ККП) и коаксиально-волноводных переходов (КВП) должны иметь сертификат о калибровке с указанием действительных значений КСВН и ослабления на частотах (0,15; 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; 10,5; 11; 11,5; 12; 12,5; 13; 13,5; 14; 14,5; 15; 15,5; 16; 16,5; 17; 17,5; 18,0; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38,0; 40,0) ГГц. КСВН входа-выхода у ККП не должен превышать значения 1,1, а у КВП не должен превышать значения 1,2. Пределы допускаемой относительной погрешности определения ослабления ККП $\pm 1\%$, КВП $\pm 4\%$.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
8.3.1	<p>Комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-7: пределы допускаемой абсолютной погрешности калибров-пробок $\pm 0,008$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности индикаторов часового типа $\pm 0,02$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности устройств измерения несоосности $\pm 0,03$ мм.</p> <p>Комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-3,5: пределы допускаемой абсолютной погрешности калибров-пробок $\pm 0,008$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности индикаторов часового типа $\pm 0,02$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности устройств измерения несоосности $\pm 0,03$ мм.</p>
8.3.2	<p>Анализатор цепей векторный Agilent N5244A (с комплектом калибровочных наборов 85054В, 85052В, 58056К): диапазон рабочих частот от 0,01 до 43 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm 3\%$, где К – измеряемое значение КСВН</p> <p><i>Вспомогательное оборудование</i> Переходы коаксиально – коаксиальные: тип I (розетка) – 2,92 mm (розетка) тип I (розетка) – тип N (розетка)</p>
8.3.3	<p>Генератор Agilent E8257D (опция 550, UNW, 1EU): диапазон частот от 0,01 до 50 ГГц, время нарастания импульса в режиме модуляции короткими импульсами 10 нс.</p> <p>Генератор сигналов высокочастотный РГ4-03: диапазон частот от 0,05 до 1100 МГц, выходная мощность не менее 2 Вт</p>
8.3.4	<p>Генератор Agilent E8257D (опция 550, UNW, 1EU). Генератор сигналов высокочастотный РГ4-03.</p> <p>Ваттметры проходные образцовые: ВПО-1: диапазон частот от 0,15 до 1 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 1,6\%$; ВПО-2: диапазон частот от 1 до 3 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 1,6\%$; ВПО-3: диапазон частот от 3 до 5,5 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 1,6\%$; ВПО-4: диапазон частот от 5,5 до 10 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 1,6\%$.</p> <p>Ваттметры образцовые проходные падающей мощности: М1-8Б: диапазон частот от 8,24 до 12 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-1} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 1,6\%$; М1-9Б: диапазон частот от 12,05 до 16,7 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-1} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 1,6\%$;</p>

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
	<p>М1-10Б: диапазон частот от 16,7 до 25,86 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 1,6\%$;</p> <p>М1-11Б: диапазон частот от 25,86 до 37,5 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 1,6\%$.</p> <p>Прибор для поверки ваттметров М1-25/1: диапазон частот от 37,5 до 53,57 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 2\%$.</p> <p>Милливольтметр высокочастотный URV5 (с преобразователем измерительным URV5-Z2): диапазон частот от 9 кГц до 2 ГГц, диапазон измеряемых значений напряжений от $2 \cdot 10^{-4}$ до 10 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1\%$.</p> <p><i>Вспомогательное оборудование</i></p> <p>Переходы коаксиально – коаксиальные (КСВН входа-выхода не более 1,1):</p> <p>тип III (розетка) – 2,92 (розетка)</p> <p>тип III (розетка) – тип N (розетка)</p> <p>Переходы коаксиально – волноводные (КСВН входа-выхода не более 1,2):</p> <p>11×5,5 - 2,92 (розетка);</p> <p>7,2×3,4 - 2,92 (розетка);</p> <p>5,2×2,6 - 2,92 (розетка);</p> <p>11×5,5 - 2,92 (вилка);</p> <p>7,2×3,4 - 2,92 (вилка);</p> <p>5,2×2,6 - 2,92 (вилка)</p>

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 измерителя мощности допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющий опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющий право на поверку.

5 Требования безопасности

5.1 К работе с измерителями мощности 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, $^{\circ}\text{C}$ 20 ± 5 .

Относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 .

Атмосферное давление, кПа100 ± 4 (750 ± 30 мм рт ст.).
Напряжение питания от сети переменного тока частотой (50 ± 0,5) Гц, В220 ± 5.

7 Подготовка к поверке

7.1 Подготовить средства измерений и испытательное оборудование к работе в соответствии с РЭ.

7.2 Поверитель должен изучить техническую документацию изготовителя (ТД) поверяемого измерителя мощности и РЭ используемых средств поверки.

7.3 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого измерителя мощности для проведения поверки (наличие кабеля питания, измерительных кабелей, коаксиально - коаксиальных и коаксиально-волноводных переходов согласно комплектности и МХ, указанным в описании типа на измеритель мощности и пр.);

- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии с временем установления рабочего режима, указанным в ТД).

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

Внешним осмотром установить соответствие измерителя мощности требованиям эксплуатационной документации. Проверить отсутствие механических повреждений и ослабления элементов конструкции, сохранность механических органов управления и четкость фиксации их положения, четкость обозначений, чистоту и исправность разъемов и гнезд, наличие предохранителей, наличие и целостность печатей и пломб.

Измерители мощности, имеющие дефекты (механические повреждения), дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются и направляются в ремонт.

8.2 Опробование

При опробовании убедиться в положительных результатах самоконтроля следующим образом:

подключить к блоку измерительному преобразователь измерительный;

для блока измерительного Boonton 424x нажать кнопку «menu», выбрать раздел «diagnostics» далее «selftest»;

для блоков измерительных 453x, 454x, 4500В провести калибровку преобразователя измерительного от опорного источника мощности согласно инструкции, изложенной в РЭ на конкретный блок;

Результаты поверки считать положительными, если по результатам самоконтроля у блока Boonton 4242 отсутствуют сообщения об ошибках, а у блоков 453x, 454x, 4500В отсутствует сообщение «Failed».

8.3 Определение МХ

8.3.1 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей

Соответствие присоединительных размеров коаксиальных соединителей ПИ и выхода калибратора мощности блока измерительного определяют следующей последовательности:

в ПИ с типом коаксиального соединителя N производить контроль размера А $5,258^{+0,102}$ (мм) с использованием комплекта КИСК-7 согласно рисунку 1;

в ПИ с типом коаксиального соединителя 2,92mm производить контроль размера В 0,05 max (мм) с использованием комплекта КИСК-3.5 согласно рисунку 2;

у соединителя выхода калибратора производить контроль размера С «5.258 $-0,076$ » (мм) с использованием комплекта КИСК-7 согласно рисунку 3.

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения размеров А, В и С не выходят за указанные допуски.

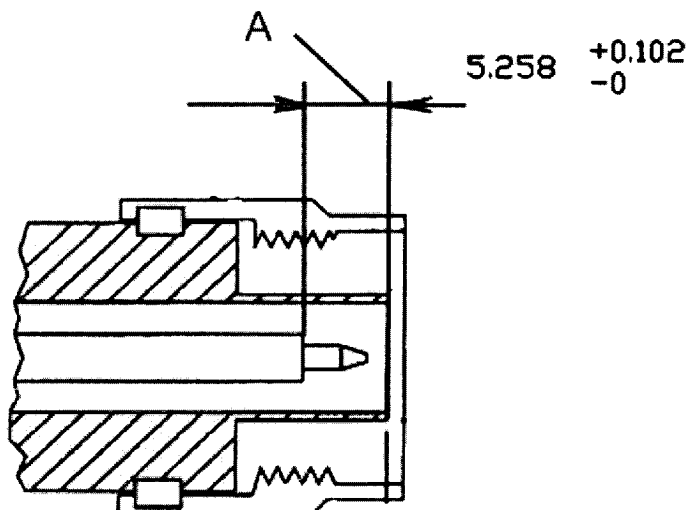


Рисунок 1

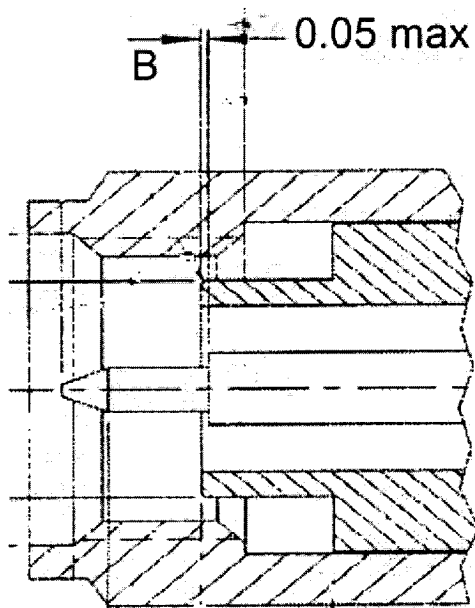


Рисунок 2

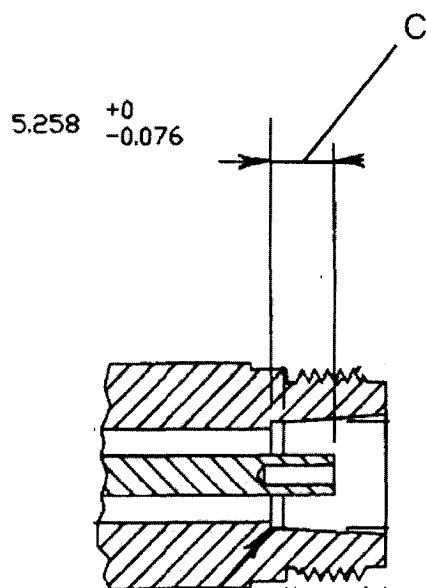


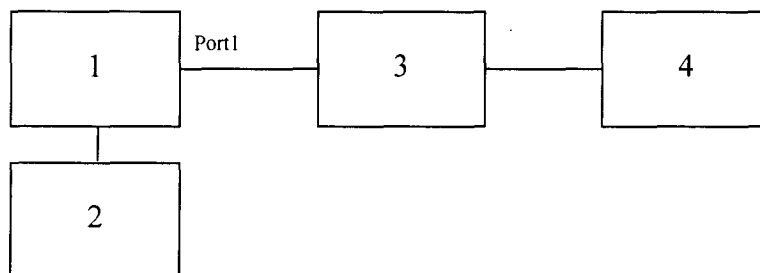
Рисунок 3

8.3.2 Определение КСВН входа преобразователей измерительных

Измерения КСВН входа проводить по схеме, представленной на рисунке 4, в следующей последовательности:

собрать схему, изображенную на рисунке 4;

подготовить анализатор цепей векторный N5244A (ВАЦ) к работе в соответствии с эксплуатационно-технической документацией (ЭТД). В зависимости от типа поверяемого преобразователя провести калибровку ВАЦ для требуемого типа коаксиального соединителя.



- 1 – преобразователь измерительный поверяемого измерителя мощности;
- 2 – блок измерительный поверяемого измерителя мощности;
- 3 – коаксиально-коаксиальный переход (определяется типом соединителя преобразователя измерительного);
- 4 – анализатор цепей векторный Agilent N5244A

Рисунок 4

провести измерения модуля коэффициента отражения $|S_{11}|$ (режим SWR) в соответствии с ЭТД;

записать максимальные значения $|S_{11}|$, полученные на интервалах, указанных в столбце № 2 таблицы 3 для соответствующего преобразователя.

Результаты поверки считать положительными, если значения $|S_{11}|$ не превышают значений, указанных в столбце № 3 таблицы 3.

Таблица 3

Тип преобразователя	Диапазон частот	Максимально допустимое значение $ S_{11} $ (КСВН)
1	2	3
51200	от 0,02 до 2,0 ГГц	1,10
	от 2,0 до 12,4 ГГц	1,18
	от 12,4 до 18,0 ГГц	1,28
51100 (9E)	от 0,02 до 0,03 ГГц	1,25
	от 0,03 до 16,0 ГГц	1,18
	от 16,0 до 18,0 ГГц	1,28
51011 (4B)	от 0,02 до 2,0 ГГц	1,12
	от 2,0 до 4,0 ГГц	1,20
	от 4,0 до 11,0 ГГц	1,40
	от 11,0 до 18,0 ГГц	1,60
51011 (EMC)	от 0,02 до 2,0 ГГц	1,12
	от 2,0 до 4,0 ГГц	1,20
	от 4,0 до 8,0 ГГц	1,40
51013 (4E)	от 0,02 до 4,0 ГГц	1,30
	от 4,0 до 10,0 ГГц	1,50
	от 10,0 до 18,0 ГГц	1,70
51015 (5E)	от 0,02 до 1,0 ГГц	1,07
	от 1,0 до 2,0 ГГц	1,10
	от 2,0 до 4,0 ГГц	1,12
	от 4,0 до 12,4 ГГц	1,18
	от 12,4 до 18,0 ГГц	1,28
51033 (6E)	от 0,02 до 1,0 ГГц	1,07
	от 1,0 до 2,0 ГГц	1,10
	от 2,0 до 4,0 ГГц	1,12
	от 4,0 до 12,4 ГГц	1,18
	от 12,4 до 18,0 ГГц	1,28
51071A	от 0,02 до 2,0 ГГц	1,15
	от 2,0 до 4,0 ГГц	1,20
	от 4,0 до 18,0 ГГц	1,45
	от 18,0 до 26,5 ГГц	1,50
51075A	от 0,02 до 2,0 ГГц	1,15
	от 2,0 до 4,0 ГГц	1,20
	от 4,0 до 18,0 ГГц	1,40
51077	от 0,02 до 4,0 ГГц	1,15
	от 4,0 до 8,0 ГГц	1,20
	от 8,0 до 12,0 ГГц	1,25
	от 12,0 до 18,0 ГГц	1,35
57006	от 0,05 до 6 ГГц	1,25
57518	от 0,02 до 2,0 ГГц	1,15
	от 2,0 до 6,0 ГГц	1,20
	от 6,0 до 16,0 ГГц	1,28
	от 16,0 до 18,0 ГГц	1,34
59318	от 0,5 до 2,0 ГГц	1,15
	от 2,0 до 16,0 ГГц	1,28
	от 16,0 до 18,0 ГГц	1,34
59340	от 0,5 до 4,0 ГГц	1,25
	от 4,0 до 38,0 ГГц	1,65

1	2	3
	от 38,0 до 40,0 ГГц	2,00
51072A	от 0,03 до 4,0 ГГц	1,25
	от 4,0 до 38,0 ГГц	1,65
	от 38,0 до 40,0 ГГц	2,00
51079A	от 0,02 до 8,0 ГГц	1,20
	от 8,0 до 12,0 ГГц	1,25
	от 12,0 до 18,0 ГГц	1,35
57540	от 0,05 до 4,0 ГГц	1,25
	от 4,0 до 38,0 ГГц	1,65
	от 38,0 до 40,0 ГГц	2,00

8.3.3 Определение времени нарастания переходной характеристики

8.3.3.1 Определение времени нарастания переходной характеристики проводить для преобразователей 57006, 57518, 59318, 59340, 57540 по схеме, представленной на рисунке 5, в следующей последовательности:

установить на генераторе Agilent E8257D частоту сигнала 500 МГц;

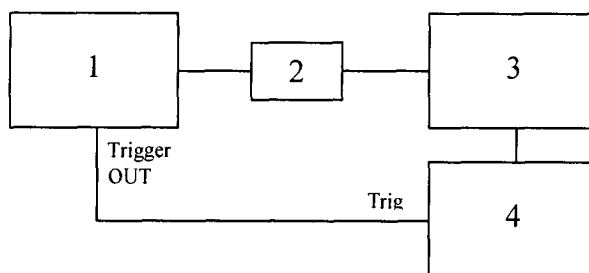
установить на генераторе Agilent E8257D уровень мощности 10 мВт;

установить на генераторе Agilent E8257D режим импульсной модуляции с длительностью импульса 10 нс и периодом следования импульсов 20 нс;

установить на блоке измерительном режим «high bandwidth» в соответствии требованиям ТД;

установить на блоке измерительном режим запуска от внешнего источника в соответствии требованиям ТД;

регулировкой параметров «timebase» и «vert scale» добиться захвата фронта видеопульса;



1 – генератор Agilent E8257D (опция UNW);

2 – коаксиально-коаксиальный переход (в зависимости от типа соединителя);

3 – преобразователь измерительный поверяемого измерителя мощности;

4 – блок измерительный поверяемого измерителя мощности

Рисунок 5

перейти в режим управления маркерами в соответствии требованиям РЭ;

установить маркер № 1 на уровень сигнала соответствующий 1 % от измеренного пикового значения, маркер № 2 установить на уровень сигнала соответствующий 81 % от измеренного пикового значения;

записать показания «delta time» (разница показаний между маркерами № 1 и № 2).

8.3.3.2 Результаты проверки считать положительными, если значение «delta time» для каждого преобразователя не превышает значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Тип преобразователя	Максимально допустимое время нарастания переходной характеристики, нс
57006	30
57518	1000
59318	30
59340	30
57540	100

8.3.4 Определение относительной погрешности измерений средней и пиковой мощности

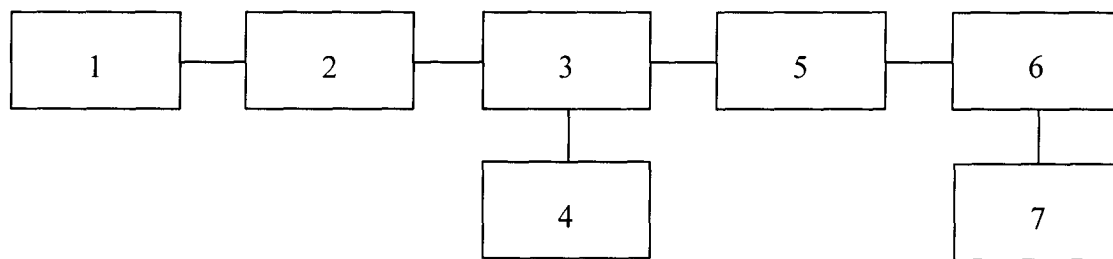
8.3.4.1 Определение случайной составляющей относительной погрешности измерения мощности проводить по схеме согласно рисунку 6 в следующем порядке:

собрать схему, изображенную на рисунке 6;

установить частоту f_0 , равную верхнему значению диапазона частот измерительного преобразователя, и мощность генератора СВЧ $P_{on} = 1$ мВт (для ПИ 51200 $P_{on} = 10$ мВт);

при работе с преобразователями 57006, 57518, 59318, 59340, 57540 установить на блоке измерительном режим измерения средней мощности;

установить нулевые показания блока измерительного и милливольтметра высокочастотного URV5;



1 – генератор Agilent E8257D;

2 – переход коаксиально-коаксиальный (коаксиально-волноводный);

3 – калибратор мощности ВПО-1 (ВПО-2, ВПО-3, ВПО-4), М1-9Б, М1-10Б, М1-11Б, М1-25/1;

4 – блок индикации калибратора мощности;

5 – переход коаксиально-коаксиальный (переход коаксиально – волноводный);

6 – преобразователь измерительный измерителя мощности;

7 – блок измерительный измерителя мощности

Рисунок 6

включить мощность СВЧ и после установления показаний одновременно отсчитать показания блока измерительного и милливольтметра высокочастотного URV5;

выключить мощность СВЧ и определить отношение результатов измерений мощности измерителем мощности P_n и милливольтметром высокочастотным URV5 P_o ;

повторить определение отношения P_n/P_o 10 раз и рассчитать среднее арифметическое значение $(P_n/P_o)_{cp}$.

Рассчитать случайную составляющую относительной погрешности измерений мощности ($\delta_{сл}$) по формуле:

$$\delta_{сл} = \frac{(P_n / P_o)_{\max} - (P_n / P_o)_{\min}}{(P_n / P_o)_{cp}} \cdot 0,31. \quad (1)$$

Погрешность $\delta_{сл}$ не должна превышать 0,6 % в диапазоне частот до 18 ГГц, и 0,8 % в диапазоне частот свыше 18 ГГц.

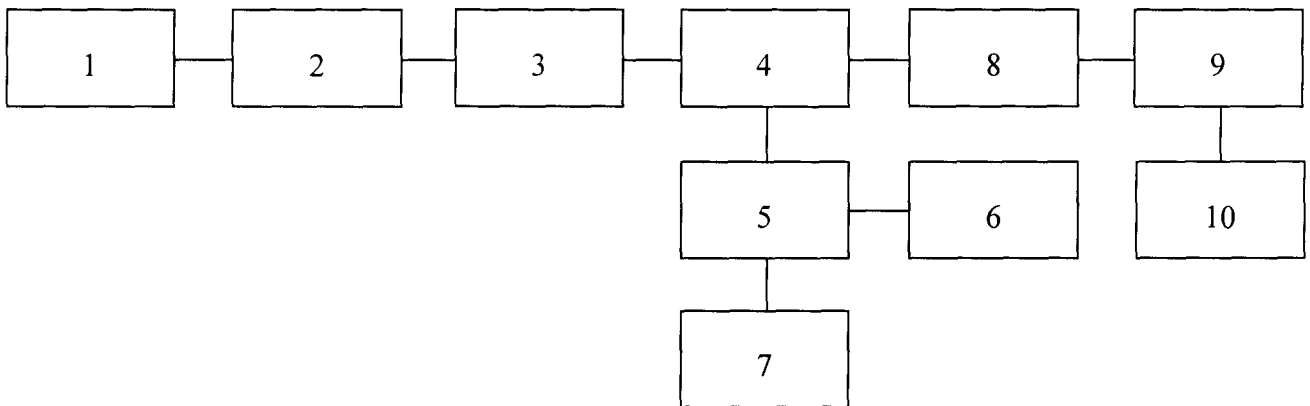
8.3.4.2 Определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{P_i} , зависящую от уровня мощности, и составляющую погрешности измерений мощности δ_{F_i} , зависящую от частоты в следующем порядке.

Определение составляющей погрешности измерений мощности δ_{P_i} , зависящей от уровня мощности, проводить по схеме, представленной на рисунке 7, в следующей последовательности:

собрать схему в соответствии с рисунком 7, выходную мощность генератора РГ4-03 (далее – генератор) не подавать;

установить ослабление attenuатора коаксиального ступенчатого 8495В 70 dB;

установить частоту генератора 50 МГц (опорная частота);



- 1 – генератор сигналов высокочастотный РГ4-03;
- 2 – переход коаксиально-коаксиальный (из комплекта вспомогательного оборудования);
- 3 – attenuатор 8495В;
- 4 – делитель мощности RVZ-800.6612.52;
- 5 – преобразователь URV5-Z2 из комплекта милливольтметра высокочастотного URV5;
- 6 – блок измерительный милливольтметра высокочастотный URV5;
- 7 – нагрузка согласованная из комплекта URV5;
- 8 – переход коаксиально-коаксиальный (при необходимости);
- 9 – преобразователь измерительный измерителя мощности;
- 10 – блок измерительный измерителя мощности

Рисунок 7

подготовить милливольтметр высокочастотный URV5 (далее – милливольтметр) к работе на частоте 50 МГц (режим отображения в ваттах), в соответствии с ЭТД;

при работе с преобразователями 57006, 57518, 59318, 59340, 57540 установить на блоке измерительном режим измерения средней мощности, измерения проводить на частоте 500 МГц (опорная частота);

провести калибровку и установку нуля измерителя мощности от встроенного в блок измерительного калибратора в соответствии с его РЭ;

по показаниям милливольтметра плавным увеличением мощности генератора и уменьшением установленного ослабления attenuатора коаксиального ступенчатого 8495В установить мощность сигнала генератора P_1 в соответствии с таблицей 5 для конкретного типа преобразователя;

записать показания ослабления, установленные на аттенюаторе 8495В;
 установить значение 70 dB;
 выключить выходную мощность генератора;
 провести установку нуля измерителя мощности и установить максимальное усреднение результатов измерений для конкретного блока измерительного в соответствии с ЭТД;
 включить мощность СВЧ сигнала на генераторе и после установления показаний одновременно отсчитать показания милливольтметра (P_o) и измерителя мощности (P_n);
 выключить мощность СВЧ и определить отношение P_n/P_o результатов измерений мощности измерителем мощности P_n и милливольтметром P_o .
 Повторить определение P_n/P_o несколько раз (не менее четырех) и рассчитать среднее арифметическое значение $(P_n/P_o)_{cp}$.
 Составляющую погрешности измерений мощности δ_{P_i} ($i=1$), зависящую от уровня мощности сигнала, рассчитать по формуле:

$$\delta_{P_i} = [(P_n / P_o)_{cp} - 1] \cdot 100, \% \quad (2)$$

Аналогично определить значения δ_{P_i} , $i=2, n$, $n = 3$ для уровней мощности из таблицы 5.

Примечание: Значение $P_2 = 1$ мВт принимают за опорный уровень мощности для использования в дальнейших расчетах. Для преобразователя измерительного 51200 $P_2 = 10$ мВт

Таблица 5

Тип преобразователя	Диапазон P, дБмВт	P_1 , Вт	P_2 , Вт	P_3 , Вт
51100 (9E)	от - 20 до 20	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
51011 (4B)	от - 60 до 20	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
51011 (EMC)	от - 60 до 20	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
51013 (4E)	от - 60 до 20	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
51071A	от - 70 до 20	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
51075A	от - 70 до 20	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
51072A	от - 70 до 20	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
57006	от -50 до 20	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
57518	от -40 до 20	$5 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
59318	от -24 до 20	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
59340	от -24 до 20	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
57540	от -40 до 20	$5 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
51200	от 0 до 37	0,01	0,01	$90 \cdot 10^{-3}$
51015 (5E)	от - 50 до 30	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
51033 (6E)	от -40 до 33	$5 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
51077A	от -60 до 30	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$
51079A	от - 50 до 40	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$

8.3.4.3 Определение составляющей погрешности измерений мощности δ_{F_j} , зависящей от частоты, на опорном значении мощности P_2 проводить по схеме, представленной на рисунке 6 в следующей последовательности:

собрать схему в соответствии с рисунком 6;
 при работе с преобразователями 57006, 57518, 59318, 59340, 57540 установить на блоке измерительном режим измерения средней мощности;
 установить мощность СВЧ сигнала генератор Agilent E8257D $P_{on} = 1$ мВт;
 выключить выходную мощность Agilent E8257D;
 провести установку нуля измерителя мощности;
 включить мощность СВЧ на генераторе E8257D и после установления показаний одновременно отсчитать показания индикаторного блока калибратора мощности (P_o) и

измерителя мощности (P_n);

выключить мощность СВЧ и определить отношение P_n/P_o результатов измерений мощности измерителем мощности P_n и калибратором P_o (с учетом ослабления перехода).

Повторить определение P_n/P_o несколько раз (не менее четырех) и рассчитать среднее арифметическое значение $(P_n/P_o)_{cp}$.

Рассчитать составляющую погрешности измерений мощности δ_{F_j} , $j=\overline{1, m}$ (m - номер максимальной частоты для таблицы 6), зависящую от значения частоты, на опорном значении мощности $P_{он}$ и частотах F_j , указанных в таблице 6, по формуле:

$$\delta_{F_j} = [(10^{\frac{10 \cdot \log P_n + A}{10}} / P_o)_{cp} - 1] \cdot 100, \% \quad (3)$$

где $(P_n/P_o)_{cp}$ - среднее арифметическое значение отношения (P_n/P_o) для j -частоты (m значений);

A - значение ослабления перехода коаксиально-коаксиального (коаксиально-волноводного), выраженное в дБ без знака «минус».

Таблица 6

Тип измерительного преобразователя	Частота F_j , ГГц
51100 (9E) 51200 51013-4E 51075A 57518 59318 51015-5E 51033-6E 51077A 51079A	0,15; 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; 10,5; 11; 11,5; 12; 12,5; 13; 13,5; 14; 14,5; 15; 15,5; 16; 16,5; 17; 17,5; 18
51011-4B	0,15; 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; 10,5; 11; 11,5; 12,4
51011-EMC	0,15; 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
51071A	0,15; 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; 10,5; 11; 11,5; 12; 12,5; 13; 13,5; 14; 14,5; 15; 15,5; 16; 16,5; 17; 17,5; 18; 20; 22; 24; 26; 26,5
51072A 59340 57540	0,15; 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; 10,5; 11; 11,5; 12; 12,5; 13; 13,5; 14; 14,5; 15; 15,5; 16; 16,5; 17; 17,5; 18,0; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 37,5; 40
57006	0,15; 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

Погрешность рассогласования δ_p , рассчитать по формуле:

$$\delta_p = 2(|\Gamma_o| \cdot |\Gamma_{пер_вх}| + 2 \cdot |\Gamma_n| \cdot |\Gamma_{пер_вых}|) \cdot 100, \% \quad (4)$$

где $|\Gamma_o|$ - модуль эффективного коэффициента отражения выхода калибратора мощности;
 $|\Gamma_n|$ - модуль коэффициента отражения измерительного преобразователя;

$$|\Gamma_n| = \frac{K-1}{K+1}, \quad (5)$$

где K – КСВН;

$|\Gamma_{пер_вых}|$ – модуль коэффициента выхода коаксиально–коаксиального (коаксиально–волноводного) перехода (не более 1,2);

$|\Gamma_{пер_вх}|$ – модуль коэффициента входа коаксиально–коаксиального (коаксиально–волноводного) перехода (не более 1,2);

Для каждого из $(n+t)$ результатов определяют погрешность поверки ($\delta_{из}$) по формуле:

$$\delta_{из} = \pm(\sqrt{\delta_{сл}^2 + 2\delta_B^2 + \delta_K^2 + \delta_A^2} + \gamma\delta_p), \quad \% , \quad (6)$$

где $\delta_{сл}$ – случайная погрешность;

δ_B – предел допускаемой относительной погрешности милливольтметра высокочастотного URV5;

δ_K – предел допускаемой относительной погрешности калибратора мощности;

δ_A – предел допускаемой относительной погрешности определения ослабления коаксиально–коаксиального (коаксиально–волноводного) перехода;

γ – коэффициент, зависящий от соотношения

$$\frac{3\Delta_p}{\sqrt{\delta_{сл}^2 + 2\delta_B^2 + \delta_K^2 + \delta_A^2}}, \quad (7)$$

и определяемый по таблице 7.

Таблица 7

Значение параметра $\frac{3\Delta_p}{\sqrt{\delta_{сл}^2 + 2\delta_B^2 + \delta_K^2 + \delta_A^2}}$	0	1	2	4	6	8	10	∞
Значение коэффициента γ	0	0,53	0,70	0,85	0,93	0,97	0,98	1

Расчетное значение погрешности поверки ($\delta_{из}$) не должно превышать 0,8 предела допускаемой погрешности измерений мощности измерителя мощности.

Значение основной погрешности δ_{Wij} , % для каждой j -й из t частот и на каждом i -м из n уровней мощности рассчитывают по формуле:

$$\delta_{Wij} = \delta_{P_i} + \delta_{F_j} - \delta_{I1}, \quad \% , \quad (8)$$

где: δ_{I1} – значение погрешности на опорном уровне мощности при опорной частоте.

Всего определяют $n \cdot t$ значений δ_{Wij} .

8.3.4.5 Результаты поверки считать положительными, если для ПИ 51200, 51015 (5E), 51033 (6E), 51077A, 51100 (9E), 51071A, 51072A, 51075A, 51079A, 51013 (4E), 51011 (4B), 51011 (EMC), ни одно из $n \cdot t$ значений δ_{Wij} не превышает значений, указанных в таблице 8, а для ПИ 57006, 57518, 59318, 59340, 57540 дополнительно выполняются требования п.8.3.3.

Таблица 8

Тип преобразователя измерительного	Пределы допускаемой относительной погрешности $\delta w_{ij}, \%$
51100 (9E)	$\pm 4,8$
51200	$\pm 4,8$
51011 (4B)	± 12
51011 (EMC)	$\pm 4,8$
51013 (4B)	± 20
51015 (5E)	$\pm 4,8$
51033 (6E)	$\pm 4,8$
51071A	± 8
51075A	$4,8$
в диапазоне мощностей от -70 до 17 дБмВт	$4,8$
в диапазоне мощностей от 17 до 20 дБмВт	$\pm 6,6$
51077A	$\pm 4,8$
в диапазоне мощностей от -60 до 20 дБмВт	$\pm 4,8$
в диапазоне мощностей от 20 до 30 дБмВт	$\pm 6,4$
51072A	$\pm 7,2$
в диапазоне частот от $0,01$ до $18,0$ ГГц	$\pm 7,2$
в диапазоне частот от $18,0$ до $26,5$ ГГц	± 12
в диапазоне частот от $26,5$ до $40,0$ ГГц	± 20
51079A	± 20
57006	$\pm 5,6$
57518	$\pm 6,4$
59318	$\pm 5,6$
59340	$\pm 5,6$
в диапазоне частот от $0,01$ до $18,0$ ГГц	$\pm 7,2$
в диапазоне частот от $18,0$ до $26,5$ ГГц	± 12
в диапазоне частот от $26,5$ до $40,0$ ГГц	± 20
57540	$\pm 4,8$
в диапазоне частот от $0,05$ до $4,0$ ГГц	$\pm 4,8$
в диапазоне частот от $4,0$ до $40,0$ ГГц	± 20

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки оформляется Свидетельство о поверке с указанием полученных метрологических и технических характеристик, которое выдается владельцу измерителя мощности.

9.2 При отрицательных результатах поверки применение измерителя мощности запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Врио начальника отдела
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»



А.С. Бондаренко

Начальник лаборатории
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»



А.А. Закутин