

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ



А.Ю. Кузин

2006 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Ваттметры СВЧ с блоком измерительным NRP и преобразователями
измерительными NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z22, NRP-Z23, NRP-Z24,
NRP-Z51, NRP-Z55, NRP-Z91
фирмы «RONDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG», Германия

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи,
2006 г.

№ пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3.2, 8.3.3	Вольтметр универсальный цифровой В7-39: диапазон измерений активного сопротивления от 0,1 до 100 МОм, погрешность измерений не более $\pm(0,006/0,001)\%$.
8.3.2	Измеритель КСВН панорамный Р2-73: диапазон частот от 0,01 до 1,25 ГГц, погрешность измерений КСВН не более $\pm(3K_{ст\ u}+1)\%$.
8.3.2	Измеритель КСВН панорамный Р2-83: диапазон частот от 0,1 до 18 ГГц, погрешность измерений КСВН не более $\pm(3K_{ст\ u}+1)\%$.
8.3.2	Измеритель КСВН панорамный Р2-65: диапазон частот от 16,7 до 25,86 ГГц, погрешность измерений КСВН не более $\pm(3K_{ст\ u}+1)\%$.
8.3.2	Измеритель КСВН панорамный Р2-66: диапазон частот от 25,86 до 37,5 ГГц, погрешность измерений КСВН не более $\pm(3K_{ст\ u}+1)\%$.
8.3.3	Ваттметр поглощаемой мощности М3-54: диапазон частот от 0 до 18 ГГц, диапазон измеряемой мощности от 10^{-4} до 1 Вт; погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$.
8.3.3	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66: диапазон частот от 0,005 до 1×10^9 Гц, погрешность измерений не более $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ в год
8.3.5	Генератор сигналов высокочастотный Г4-143 диапазон частот от 25 до 400 МГц, погрешность установки частоты не более $\pm 1\%$ выходная мощность до 20 мВт.
	Генератор сигналов высокочастотный Г4-76А диапазон частот от 400 МГц до 1200 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 1\%$.
	Генератор сигналов высокочастотный Г4-78 диапазон частот от 1,16 до 1,78 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 0,5\%$.
	Генератор сигналов высокочастотный Г4-79 диапазон частот от 1,78 до 2,56 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 0,5\%$.
	Генератор сигналов высокочастотный Г4-80 диапазон частот от 2,56 до 4,0 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 0,5\%$.
	Генератор сигналов высокочастотный Г4-81 диапазон частот от 4,0 до 5,6 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 0,5\%$.
	Генератор сигналов высокочастотный Г4-111 диапазон частот от 6,0 до 17,85 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 1\%$.
	Генератор сигналов высокочастотный Г4-160 диапазон частот от 700 до 1000 МГц, погрешность установки частоты не более $\pm 1\%$.
	Ваттметр поглощаемой мощности М3-22А: диапазон частот от 0,03 до 53,6 ГГц, диапазон измерений от 10^{-6} до 10^{-2} Вт, погрешность измерений не более $\pm (6 - 25)\%$.
	Ваттметр проходной образцовый ВПО – 1: диапазон частот от 0,15 до 1 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$.
	Ваттметр проходной образцовый ВПО – 2: диапазон частот от 1 до 3 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$.
Ваттметр проходной образцовый ВПО – 3: диапазон частот от 3 до 5,5 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$.	

№ пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3.5	Ваттметр проходной образцовый ВПО – 4: диапазон частот от 5,5 до 10 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$.
	Ваттметр образцовый проходной падающей мощности М1 - 8Б: диапазон частот от 8,24 до 12 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-1} Вт, погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$ в диапазоне измерений от 1 до 30 мВт, $\pm 2,5\%$ - в диапазоне измерений от 0,1 до 1 мВт и от 30 до 100 мВт.
	Ваттметр образцовый проходной падающей мощности М1 - 9Б: диапазон частот от 12 до 18 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-1} , погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$ в диапазоне измерений от 1 до 30 мВт, $\pm 2,5\%$ - в диапазоне измерений от 0,1 до 1 мВт и от 30 до 100 мВт.
	Ваттметр образцовый проходной падающей мощности М1 - 10Б: диапазон частот от 16,7 до 25,86 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-1} , погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$ в диапазоне измерений от 1 до 30 мВт, $\pm 2,5\%$ - в диапазоне измерений от 0,1 до 1 мВт и от 30 до 100 мВт.
	Ваттметр образцовый проходной падающей мощности М1 - 11Б: диапазон частот от 25,86 до 37,5 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-1} , погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$ в диапазоне измерений от 1 до 30 мВт, $\pm 2,5\%$ - в диапазоне измерений от 0,1 до 1 мВт и от 30 до 100 мВт.
	Вольтметр переменного тока ВЗ-63: диапазон частот от 10 Гц до 1 ГГц, диапазон измерений от 10 мВ до 100 В; погрешность не более $\pm 0,2\%$.
	Прибор для поверки вольтметров В1-12: диапазон измерений напряжения от 10^{-7} до 1000 В, диапазон измерений тока I от 10^{-9} до 10^{-1} А; погрешность не более $\pm 0,01\%$.
	Секундомер электронный СТЦ-2, кл.т.2.
<i>Вспомогательное оборудование</i>	
8.3.2, 8.3.3, 8.3.5	Переход с сечения типа III на сечение типа N.
8.3.5	Аттенюатор Agilent 8494В.
8.3.5	Аттенюатор 10 дБ.
8.3.5	Переход с сечения типа 11×5,5 мм на сечение типа 2,92.
8.3.5	Переход с сечения типа 7,2×3,8 мм на сечение типа 2,92.
8.4	Установка модели S3301, диапазон напряжений от 0 до 1500 В, погрешность измерений сопротивления $\pm 1,5\%$.

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в табл. 2.

4 Требования к квалификации поверителей

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

5 Требования безопасности

5.1 К работе с ваттметром допускаются лица, изучившие требования безопасности по

ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, 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 Поверка проводится при нормальных условиях.

6.2 Ваттметр обеспечивает работоспособность и измерение характеристик с заданными погрешностями при следующих климатических условиях:

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

7 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие операции:

провести (если необходимо) расконсервацию и техническое обслуживание ваттметра, проверить исправность кабелей, провести внешний осмотр ваттметра, убедиться в отсутствии механических повреждений и неисправностей;

проверить комплектность поверяемого ваттметра для проведения (СВЧ кабеля и пр.);

проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии с временем установления рабочего режима, указанным в технической документации).

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

Внешним осмотром должно быть установлено соответствие ваттметра требованиям документации фирмы-изготовителя. Проверяют 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.

Ваттметр, имеющий дефекты (механические повреждения), дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

8.2 Опробование

Присоединить прибор к сети питания. Над кнопкой включения питания «ON/STANDBY» должен загореться желтый индикатор. Подключить преобразователи. Нажатием кнопки включения питания включить прибор. Над кнопкой должен загореться зеленый индикатор. После включения прибор переходит в режим самоконтроля.

При опробовании убедиться в положительных результатах самоконтроля прибора. Убедиться в возможности переключения режимов измерений, установки нуля, установки частоты, а также отображений на индикаторе ваттметра результатов измерений при подаче мощности СВЧ в режиме измерения средней мощности непрерывных СВЧ колебаний. Проверку работоспособности проводят на всех пределах измерений, для всех измерительных каналов с использованием всех измерительных преобразователей в следующей последовательности:

подключить преобразователь к выходу калибратора;
нажать клавишу «ZERO/CAL» в открывшемся меню калибровки выбрать «*Test at Power Ref*», «*Sensor only*».

Test Report		
A B C D		
NRP-Z11		Ser. 900002
Sensor only		
Dev. from REF	Range	
- 0.016 dB	1	PASSED
- 0.010 dB	2	PASSED
- 0.015 dB	3	PASSED
more...		

Рис.1

После окончания калибровки в меню «ZERO/CAL» выбрать строку «*Report...*». В открывшемся меню «*Test Report*» должны быть указаны название измерительного канала ваттметра, тип преобразователя, его серийный номер и разница между измеренным значением мощности и значением мощности выдаваемой встроенным калибратором рис. 1.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если на индикаторе ваттметра не появилось сообщение об ошибке и разница между измеренным значением мощности и значением мощности выдаваемой встроенным калибратором не превышает $\pm 0,02$ дБ, в противном случае приборы бракуются и отправляются в ремонт.

8.3 Определение метрологических характеристик.

8.3.1 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей.

Соответствие присоединительных размеров коаксиальных соединителей калибратора и преобразователей определять сличением основных размеров с указанными в ГОСТ РВ 51914-2002 и технической документации фирмы-изготовителя (с использованием комплекта КИСК – 7 и измерительного микроскопа УИМ-23).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если присоединительные размеры коаксиальных соединителей соответствуют типам указанным в ГОСТ РВ 51914-2002 и технической документации фирмы-изготовителя.

8.3.2 Определение КСВН измерительных преобразователей.

Значения КСВН в диапазоне частот от 0 до 10 МГц определить по результатам измерений сопротивления постоянному току входа преобразователя по схеме представленной на рис. 2.

Значения КСВН удовлетворяют требования табл. 3 в случае, если значение сопротивления постоянному току находится в пределах $(51 \pm 0,8)$ Ом.

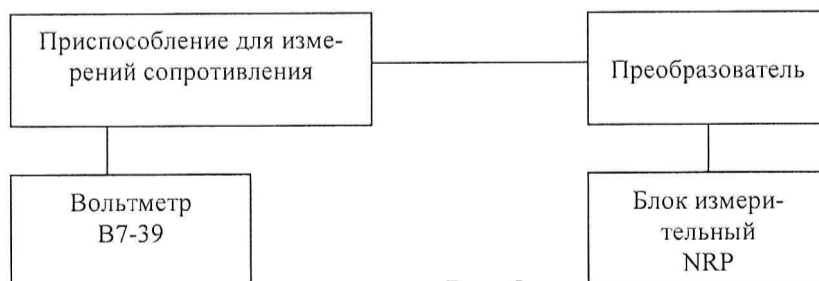


Рис. 2

Измерения КСВН в диапазоне частот от 10 МГц до 40 ГГц проводить по схеме, представленной на рис. 3.

Подготовить ваттметр к работе в соответствии с технической документацией фирмы изготовителя.

Провести измерения в соответствии с ТО и ИЭ на измеритель КСВН панорамный Р2-73 (Р2-83, Р2-65, Р2-66).

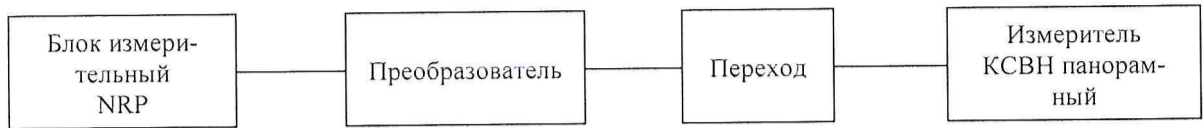


Рис. 3

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значения КСВН входа измерительных преобразователей не превышают значений указанных в табл. 3.

Таблица 3

Диапазон частот	Максимально допускаемое значение КСВН
NRP-Z11	
от 10 МГц до 30 МГц	1,13
от 30 МГц до 2,4 ГГц	1,11
от 2,4 ГГц до 8,0 ГГц	1,18
NRP-Z21	
от 10 МГц до 30 МГц	1,13
от 30 МГц до 2,4 ГГц	1,11
от 2,4 ГГц до 8,0 ГГц	1,18
от 8,0 ГГц до 18,0 ГГц	1,23
NRP – Z22	
от 10 МГц до 2,4 ГГц	1,14
от 2,4 до 8,0 ГГц	1,20
от 8,0 до 12,4 ГГц	1,25
от 12,4 до 18,0 ГГц	1,30
NRP – Z23	
от 10 МГц до 2,4 ГГц	1,14
от 2,4 до 8,0 ГГц	1,25
от 8,0 до 12,4 ГГц	1,30
от 12,4 до 18,0 ГГц	1,41
NRP – Z24	
от 10 МГц до 2,4 ГГц	1,14
от 2,4 до 8,0 ГГц	1,25
от 8,0 до 12,4 ГГц	1,30
от 12,4 до 18,0 ГГц	1,41
NRP – Z51	
от 0 МГц до 2,4 ГГц	1,10
от 2,4 до 12,4 ГГц	1,15
от 12,4 до 18,0 ГГц	1,20
NRP – Z55	
от 0 МГц до 2,4 ГГц	1,10
от 2,4 до 12,4 ГГц	1,15

Диапазон частот	Максимально допускаемое значение КСВН
от 12,4 до 26,5 ГГц	1,25
от 26,5 до 40,0 ГГц	1,30
NRP - Z91	
от 9×10^{-6} до 2,4 ГГц	1,11
от 2,4 до 6,0 ГГц	1,18

8.3.3 Определение относительных погрешностей установки выходной мощности и частоты встроенного калибратора.

Определение относительных погрешностей установки выходной мощности и частоты встроенного калибратора проводить по схеме, представленной на рис. 4.

8.3.3.1 Определение относительной погрешности установки выходной мощности встроенного калибратора.

Измерения проводить на разъеме «*POWER REF*».

Ваттметр МЗ-54 используется согласно эксплуатационных документов в режиме работы с внешним вольтметром.

Измерения проводить в следующей последовательности:

На блоке измерительном нажать кнопку «*MENU*» выбрать: *System: Power Ref On* (рядом с выходом встроенного калибратора должен загореться индикатор).

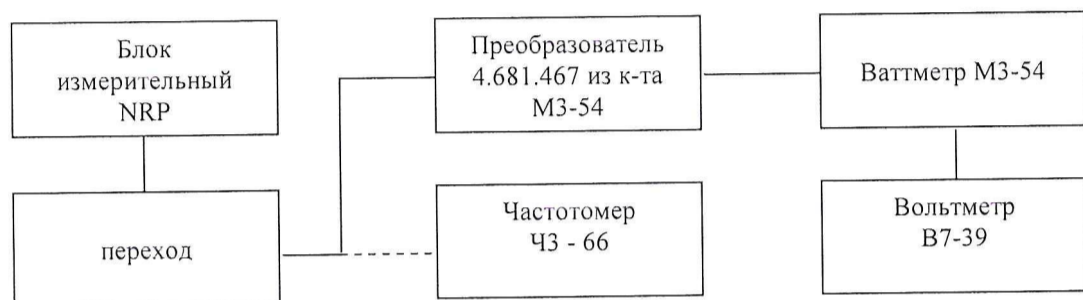


Рис. 4

Снять показания В7-39.

Рассчитать значение мощности встроенного калибратора по формуле:

$$P_u = \frac{P_x}{K_k} \times 1,004 \quad , \quad (1)$$

где P_x - показание вольтметра В7-39.

K_k - коэффициент калибровки, берется из свидетельства на ваттметр МЗ-54.

Определить относительную погрешность установки мощности на выходе встроенного калибратора по формуле:

$$\delta_{P_k} = P_u - 1 \times 100 \% \quad , \quad (2)$$

где P_u - измеренное значение мощности встроенного калибратора в мВт.

8.3.3.2 Определение относительной погрешности установки частоты встроенного калибратора.

Измерить значение частоты встроенного калибратора при помощи частотомера ЧЗ-66.

Рассчитать погрешность установки частоты встроенного калибратора по формуле:

$$\delta_{fk} = \frac{f - 50}{50} \times 100 \%, \quad (3)$$

где f - измеренное значение частоты встроенного калибратора в МГц.

На блоке измерительном в меню «System» выбрать «Power → Ref → Of» (индикатор рядом с выходом встроенного калибратора должен погаснуть).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значение относительной погрешности установки мощности на выходе встроенного калибратора блока измерительного находится в пределах $\pm 1,5 \%$, а значение относительной погрешности установки частоты встроенного калибратора - в пределах $\pm 0,1 \%$.

8.3.4 Определение абсолютной погрешности установки нуля.

Собрать схему согласно рис 5.

Подождать пока показания прибора стабилизируются.

Провести установку нуля прибора последовательности:

для измерительных преобразователей NRP – Z51, NRP – Z55 нажать клавишу «ZERO/CAL» в открывшемся меню калибровки выбрать «Zero All», провести установку нуля прибора;

для измерительных преобразователей NRP - Z11, NRP – Z21, NRP – Z22, NRP – Z23, NRP – Z24, NRP - Z91 в меню ваттметра «Sensor» выбрать «Range → Path» установить измерительный канал 1 нажать клавишу «ZERO/CAL» в открывшемся меню калибровки выбрать «Zero All», провести установку нуля прибора. Аналогично провести установку нуля для 2 и 3 измерительного канала преобразователей.

Убедиться, что на экране прибора в каждом случае появилось сообщение об успешной установке нуля (например «Zeroing A, B successful»). В случае появления сообщения о невозможности установки нуля (например, «Zeroing A failed») измерительный преобразователь бракуется.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если на индикаторе ваттметра не появилось сообщение об ошибке и показания ваттметра после установки нуля не превышают значений указанных в табл. 4.

Таблица 4

Тип измерительного преобразователя	Максимально допускаемое значение мощности		
	50 нВт		
NRP-Z51, NRP-Z55	Измерительный канал		
	1	2	3
NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z91	96 пВт	9,0 нВт	0,9 мкВт
NRP-Z22	1,3 нВт	0,12 мкВт	12 мкВт
NRP-Z23	13 нВт	1,3 мкВт	0,13 мВт
NRP-Z24	44 нВт	4,2 мкВт	0,42 мВт

8.3.5 Определение погрешности измерений мощности.

8.3.5.1 Определение составляющей погрешности измерений мощности, вызванной нестабильностью показаний ваттметра во времени в установившемся режиме.

Температура окружающего воздуха в процессе измерений должна быть неизменной в пределах $\pm 1^\circ\text{C}$.

Определение составляющей погрешности измерений мощности, вызванной нестабильностью показаний ваттметра во времени в установившемся режиме, проводить на частоте 5 ГГц по схеме представленной на рис. 5 в следующей последовательности:

Отключить измерительный сигнал.

Провести установку нуля.

для измерительных преобразователей NRP – Z51, NRP – Z55 после установки нуля в

течение 1 часа через каждые 10 минут записывать показания ваттметра.

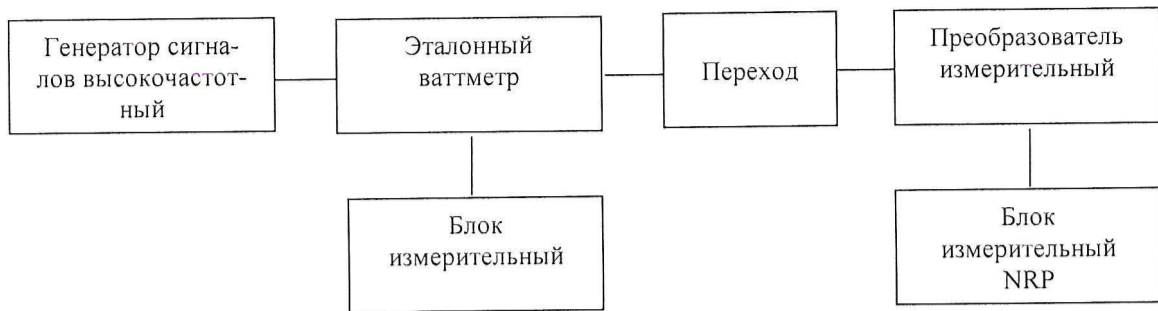


Рис. 5

Для каждого интервала времени рассчитать нестабильность показаний ваттметра во времени по формуле:

$$\alpha = \frac{\Delta P}{T}, \quad (4)$$

где ΔP - абсолютное значение разности между смежными показаниями ваттметра в начале и в конце каждого временного интервала;

T - интервал времени, мин

Определить составляющую погрешности ваттметра $\delta_{нест}$ как среднее арифметическое для всех интервалов времени.

для измерительных преобразователей NRP - Z11, NRP - Z21, NRP - Z22, NRP - Z23, NRP - Z24, NRP - Z91 в меню ваттметра «Sensor» выбрать «Range → Path» установить измерительный канал 1.

Провести установку нуля

в течение 1 часа через каждые 10 минут записывать показания ваттметра.

Для каждого интервала времени рассчитать нестабильность показаний ваттметра во времени по формуле (4).

Определить составляющую погрешности ваттметра $\delta_{нест}$ как среднее арифметическое для всех интервалов времени.

Аналогично провести измерения для измерительного канала 2 и 3 преобразователя.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если составляющая погрешности ваттметра, вызванная нестабильностью показаний ваттметра во времени в установившемся режиме, $\delta_{нест}$ не превышает значений, указанных табл. 5.

Таблица 5

Тип измерительного преобразователя	Максимально допустимое значение $\alpha_{ср}$		
	Измерительный канал		
NRP-Z51, NRP-Z51	1	2	3
	20 нВт		
NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z91	35 пВт	3,0 нВт	0,3 мкВт
NRP-Z22	0,4 нВт	40,0 нВт	4,0 мкВт
NRP-Z23	5,0 нВт	0,4 мкВт	40,0 мкВт
NRP-Z24	15,0 нВт	1,3 мкВт	0,13 мВт

8.3.5.2 Определение случайной составляющей относительной погрешности измерений мощности.

Определение случайной составляющей относительной погрешности измерений мощности проводить в следующем порядке.

Собрать схему в соответствии с рис. 5, преобразователь измерительный NRP - Z11 подключить к каналу «А».

установить частоту f_{θ} равную верхнему значению диапазона частот измерительного преобразователя и уровень мощности генератора СВЧ $P_{on} = 10$ мВт;

установить нулевые показания поверяемого измерителя мощности и рабочего эталона;

включить мощность СВЧ и после установления показаний одновременно отсчитать показания ваттметра и рабочего эталона (ваттметра);

выключить мощность СВЧ и определить отношение результатов измерений мощности ваттметром P_n и рабочим эталоном P_o .

Выключить мощность СВЧ и определить отношение значений мощностей, измеренных ваттметром P_n и рабочим эталоном P_o .

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

Рассчитать составляющую случайной погрешности $\delta_{сл}$ по формуле:

$$\delta_{сл} = \frac{(P_n / P_o)_{\max} - (P_n / P_o)_{\min}}{(P_n / P_o)_{cp}} * \mu_n, \quad (6)$$

где μ_n – коэффициент, зависящий от числа наблюдений n и определяемый по табл. 4.

Таблица 6

Число наблюдений n	3	4	5	6	8	10	15	25
Значение коэффициента μ_n	1,0	0,73	0,58	0,48	0,37	0,31	0,22	0,18

Погрешность $\delta_{сл}$ не должна превышать 0,2 от класса точности ваттметра (кл. т. 6 для преобразователей NRP – Z11, NRP – Z21, NRP – Z22, NRP – Z23, NRP – Z24, NRP – Z51, NRP – Z91 и кл. т. 10 для преобразователя NRP – Z55).

8.3.5.3 Определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{i1} , зависящую от мощности и составляющую погрешности измерений мощности δ_{ij} , зависящую от частоты в следующем порядке.

Провести установку нуля ваттметра

Определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{i1} , зависящую от мощности при значениях мощности P_i указанных в табл. 7 по формуле:

$$\delta_{i1} = [(P_n / P_o)_{cpi} - 1] \times 100, \% \quad (7)$$

где $(P_n/P_o)_{cpi}$ - среднее арифметическое значение отношения результатов измерений мощности ваттметром и рабочим эталоном (P_n/P_o) .

Измерения на всех пределах проводят на опорной частоте $f_{on} = 1$ ГГц.

Погрешность рассогласования δ_p , рассчитать по формуле:

$$\delta_p = 2 \cdot |\Gamma_o| \cdot |\Gamma_n| * 100, \% \quad (8)$$

где $|\Gamma_o|$ - модуль эффективного коэффициента отражения выхода рабочего эталона (ваттметра проходящей мощности);

$|\Gamma_n|$ - модуль коэффициента отражения испытываемого ваттметра;

$$|\Gamma_n| = \frac{K - 1}{K + 1} \quad (9)$$

где K – КСВН выхода испытуемых преобразователей.

Таблица 7

Тип измерительного преобразователя	Мощность P_i		
	NRP-Z51, NRP-Z51	90, 100 мВт	
NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z91	35; 40 мкВт	3,5; 4 мВт	180; 200 мВт
NRP-Z22	0,18; 0,2 мВт	35; 40 мВт	1,8; 2 Вт
NRP-Z23	3,5; 4 мВт	350; 400 мВт	13,5; 15 Вт
NRP-Z24	9; 10 мВт	1,08; 1,2 Вт	27, 30 Вт

Определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{1j} , зависящую от частоты, на опорном значении мощности $P_{оп} = 10$ мВт и частотах f_i указанных в табл. 8 по формуле:

$$\delta_{1j} = [(P_n / P_o)_{срi} - 1] \times 100, \% \quad (10)$$

где $(P_n/P_o)_{срi}$ - среднее арифметическое значение отношения (P_n/P_o) для m частот f_i (m значений).

Измерения на постоянном токе проводить по схеме представленной на рис. 6, в следующей последовательности:

измерить значение сопротивления постоянному току испытуемого ваттметра прибором В7-39 согласно его руководству по эксплуатации;

установить напряжение на выходе прибора для поверки вольтметров В1-12 соответствующее уровню мощности 10 мВт;

на измеренном сопротивлении нагрузки определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{1j} .

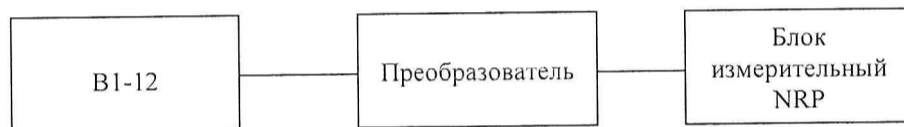


Рис. 6

Для измерений на частотах 6×10^{-6} и 0,01 ГГц измерить значение сопротивления постоянному току испытуемого ваттметра прибором В7-39 согласно его руководству по эксплуатации, затем вместо эталонного ваттметра подключить в качестве рабочего эталона вольтметр В3-63 рис 7, и устанавливая по нему напряжение на выходе генератора, соответствующее уровню мощности 10 мВт, на измеренном сопротивлении нагрузки определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{1j} .

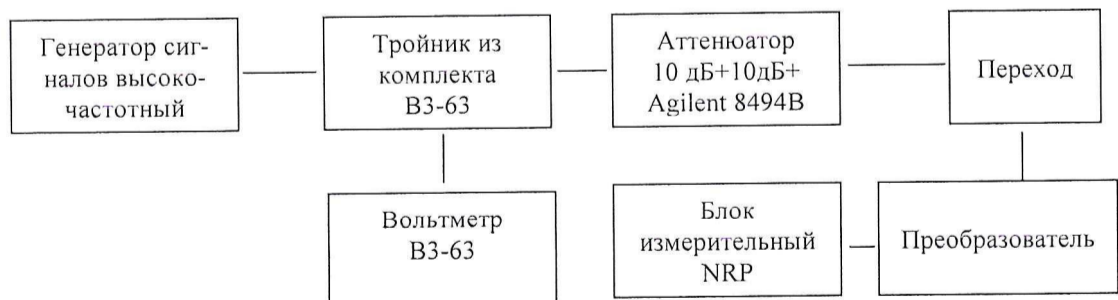


Рис.7

Таблица 8

Тип измерительного преобразователя	Частота f_i , ГГц
NRP-Z11	0,01; 0,03; 0,1; 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
NRP-Z21, NRP-Z22, NRP-Z23, NRP-Z24	0,01; 0,03; 0,1; 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
NRP-Z51	0; 0,03; 0,1; 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 ГГц
NRP-Z55	0; 0,03; 0,1; 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
NRP-Z91	6×10^{-6} ; 0,03; 0,1; 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

По результатам расчетов определить максимальные значения составляющих погрешности измерений мощности $\delta_{i1} = \delta_{i1max}$ и $\delta_{1j} = \delta_{1jmax}$.

Значения δ_{i1max} и δ_{1jmax} не должны превышать значения погрешности измерений ($\delta_{из}$), определяемого по формуле:

$$\delta_{из} = \pm(\sqrt{\delta_{сл}^2 + \delta_1^2} + \gamma\delta_p), \%, \quad (11)$$

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

δ_1 - предел допускаемой относительной погрешности рабочего эталона;

γ - коэффициент, зависящий от соотношения

$$\frac{3\Delta_p}{\sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_1^2}} \quad (12)$$

и определяемый по табл. 9.

Таблица 9

Значение параметра $\frac{3\Delta_p}{\sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_1^2}}$	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 измерений ($\delta_{из}$) не должно превышать 0,8 класса точности испытуемого ваттметра.

Относительную погрешность измерений мощности преобразователей рассчитать по формуле:

$$\delta_{пр} = \delta_{i1max} + \delta_{1jmax} - \delta_{i1}, \%, \quad (13)$$

где: δ_{i1} – значение погрешности на опорном уровне мощности при опорной частоте;

Повторить измерения для канала «В»

Аналогично провести измерения с использованием преобразователей NRP – Z21, NRP – Z22, NRP – Z23, NRP – Z24, NRP – Z51, NRP – Z55, NRP – Z91.

По результатам расчетов определить максимальные значения погрешности измерений

мощности $\delta_{npi} = \delta_{npi\max}$ для преобразователей NRP – Z11, NRP – Z21, NRP – Z22, NRP – Z23, NRP – Z24, NRP – Z51, NRP - Z91.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значения $|\delta_{npi\max}|$ для преобразователей NRP – Z11, NRP – Z21, NRP – Z22, NRP – Z23, NRP – Z24, NRP – Z51, NRP - Z91 и значения $|\delta_{npi}|$ для преобразователя NRP – Z55 не превышают 0,8 от предела допускаемой относительной погрешности измерений мощности, определяемой по эксплуатационно-технической документации ($\pm 6\%$ и $\pm 10\%$ соответственно).

8.3.5.4 Определение относительной погрешности измерений мощности
Рассчитать погрешность измерений мощности по формуле:

$$\delta = \sqrt{\delta_{npi}^2 + \left(\frac{\delta_{нест}}{\sqrt{3}}\right)^2} \times 100\%, \quad (14)$$

где $\delta_{нест}$ – составляющей погрешности измерения мощности за счет нестабильности показаний ваттметра во времени в установившемся режиме;

δ_{npi} – относительная погрешность измерения мощности преобразователей.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значения погрешности измерений мощности находятся в пределах $\pm 6\%$.

8.4 Определение электрического сопротивления и электрической прочности изоляции.

Определение электрического сопротивления и электрической прочности изоляции проводится с помощью установки модели S3301 в соответствии с ГОСТ Р 51350-99 (МЭК61010).

9 Оформление результатов поверки

9.1 Положительным результатом поверки считать соответствие полученных метрологических и технических характеристик ваттметра характеристикам, приведенным в описании типа на ваттметр.

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

9.3 При отрицательных результатах поверки применение ваттметра запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Начальник отдела ГЦИ СИ
«Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

Старший научный сотрудник ГЦИ СИ
«Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

В.Л. Воронов

Д.Н. Голуб