

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ



А.Ю. Кузин

« 11 » 12 2007 г.

Инструкция

Преобразователи измерительные
NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z22, NRP-Z23, NRP-Z24, NRP-Z51,
NRP-Z55, NRP-Z91
фирмы «Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG», Германия

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

1 Общие сведения

1.1 Данная методика распространяется на преобразователи измерительные NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z22, NRP-Z23, NRP-Z24, NRP-Z51, NRP-Z55, NRP-Z91 (далее – преобразователи) фирмы «Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG», Германия, и устанавливает порядок проведения первичной и периодических поверок.

1.2 Межповерочный интервал - 1 год.

2 Операции поверки

2.1 Перед проведением поверки преобразователи должны быть прогреты в течение не менее 2 часов. Время прогрева средства измерений и оборудования, используемых при проведении поверки установлено в соответствующих эксплуатационных документах.

2.2 При поверке выполняют операции, представленные в табл. 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	да	да
3.1 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей	8.3.1	да	да
3.2 Определение КСВН входа преобразователей измерительных	8.3.2	да	да
3.3 Определение абсолютной погрешности установки нуля	8.3.3	да	да
3.5 Определение относительной погрешности измерения мощности	8.3.4	да	да

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в табл. 2.

Таблица 2.

№ пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3.1	Комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-7, погрешность калибров-пробок не более $\pm 0,008$ мм, погрешность индикаторов часового типа не более $\pm 0,02$ мм, погрешность устройств измерения несоосности не более $\pm 0,03$ мм.
8.3.1	Измерительный микроскоп УИМ-23, погрешность не более $\pm 0,005$ мм.
8.3.2	Измеритель КСВН панорамный P2-73, диапазон частот от 0,1 до 1250 МГц, погрешность измерений КСВН не более $\pm (3K+1 \%)$.
8.3.2	Измеритель КСВН панорамный P2-83 диапазон частот от 0,1 до 18 ГГц, погрешность измерений КСВН не более $\pm (3K_{ст u}+1 \%)$.
8.3.2	Измеритель КСВН панорамный P2-65, диапазон частот от 17,44 до 25,86 ГГц, погрешность измерений не более $\pm (5K+2 \%)$.

№ пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3.2	Измеритель КСВН панорамный Р2-66, диапазон частот от 25,86 до 37,5 ГГц, погрешность измерений не более $\pm(5K+2 \%)$.
8.3.3, 8.3.4	Преобразователь падающей мощности ВПО-1, диапазон частот от 0,15 до 1 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$.
8.3.3, 8.3.4	Преобразователь падающей мощности ВПО-2, диапазон частот от 1 до 3 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$.
8.3.3, 8.3.4	Преобразователь падающей мощности ВПО-3, диапазон частот от 3 до 5,5 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$.
8.3.3, 8.3.4	Преобразователь падающей мощности ВПО-4, диапазон частот от 5,5 до 10 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$.
8.3.3, 8.3.4	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 от 1 до 30 мВт, $\pm 2,5\%$ - в диапазонах от 0,1 до 1 мВт и от 30 до 100 мВт.
8.3.3, 8.3.4	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 от 1 до 30 мВт, $\pm 2,5\%$ - в диапазонах от 0,1 до 1 мВт и от 30 до 100 мВт.
8.3.3, 8.3.4	Ваттметр образцовый проходной падающей мощности М1-10Б, диапазон частот от 12 до 18 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-1} , погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$ в диапазоне от 1 до 30 мВт, $\pm 2,5\%$ - в диапазонах от 0,1 до 1 мВт и от 30 до 100 мВт.
8.3.3, 8.3.4	Ваттметр образцовый проходной падающей мощности М1-11Б, диапазон частот от 12 до 18 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-1} , погрешность измерений не более $\pm 1,5\%$ в диапазоне от 1 до 30 мВт, $\pm 2,5\%$ - в диапазонах от 0,1 до 1 мВт и от 30 до 100 мВт.
8.3.3, 8.3.4	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66: диапазон измерений $f=(0,005-1 \cdot 10^9)$ Гц, погрешность измерений не более $\pm 5 \cdot 10^{-7}/\text{год}$.
8.3.3, 8.3.4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-143: диапазон частот от 25 до 400 МГц, погрешность установки частоты не более $\pm 1\%$, выходная мощность до 20 мВт.
8.3.3, 8.3.4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-76А: диапазон частот от 400 МГц до 1200 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 1 \%$.
8.3.3, 8.3.4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-78: диапазон частот от 1,16 до 1,78 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 0,5 \%$.
8.3.3, 8.3.4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-79: диапазон частот от 1,78 до 2,56 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 0,5 \%$.
8.3.3, 8.3.4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-80: диапазон частот от 2,56 до 4,0 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 0,5 \%$.

№ пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3.3, 8.3.4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-81: диапазон частот от 4,0 до 5,6 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 0,5\%$.
8.3.3, 8.3.4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-111: диапазон частот от 6,0 до 17,85 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 1\%$.
8.3.3, 8.3.4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-155 диапазон частот от 16,7 до 25,86 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 1\%$.
8.3.3, 8.3.4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-156 диапазон частот от 25,86 до 37,5 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 1\%$.
8.3.4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-160: диапазон частот от 700 МГц до 1 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 1,5\%$.
8.3.4	Вольтметр универсальный цифровой В7-39, диапазон измерений активного сопротивления от 0.1 МОм до 100 МОм, погрешность измерений не более $\pm(0,006/0,001)\%$.
8.3.4	Ваттметр поглощаемой мощности М3-93: погрешность измерений мощности $\pm(4 \div 6)\%$.
8.3.4	Ваттметр поглощаемой мощности М3-90: диапазон частот от 20 МГц до 17,85 ГГц, диапазон измерений от 10^{-7} до 10^{-2} Вт, погрешность измерения $\pm 1,5\%$
8.3.4	Вольтметр диодный компенсационный В3-63: диапазон измерений от 0,01 до 100 В, погрешность не более 0,02/0,008 %
<i>Вспомогательное оборудование</i>	
8.3.2	Переходы: 11×5,5 мм - 2,92 мм; 7,2×3,8 мм - 2,92 мм; III – N; III – 2,92 мм

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 преобразователей 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 преобразователями 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 Преобразователи обеспечивают 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 ± 0,5.

7 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие операции:
провести (если необходимо) расконсервацию и техническое обслуживание преобразователя, провести внешний осмотр, обслуживание преобразователя, убедиться в отсутствии механических повреждений и неисправностей; проверить комплектность поверяемого преобразователя;

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 преобразователя 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.

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

8.2 Опробование

При опробовании подключить преобразователи к блоку индикации (анализаторы спектра серии FSL, FSP, FSU, FSUP, FSQ; векторные анализаторы цепей серии ZVA, ZVB, ZVT; генераторы серии SMA; индикаторные блоки серии NRP; персональный компьютер работающим под управлением «Windows-XP» с программой NRView.exe).

Убедиться в отсутствии сообщений о неисправностях при самоконтроле. В соответствии с технической документацией фирмы изготовителя на прибор подготовить его к работе в режиме измерения мощности СВЧ. Убедиться в возможности переключения режимов измерений, установки нуля, установки частоты, а также отображений на индикаторе прибора результатов измерений при подаче мощности СВЧ. Проверку работоспособности проводят на всех пределах измерений.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если по указанным позициям прибор соответствует требованиям технической документации фирмы-изготовителя, т.е. поверка на работоспособность прошла успешно, в противном случае преобразователь бракуют и отправляются в ремонт.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей.

Соответствие присоединительных размеров коаксиальных соединителей преобразователя определить сличением основных размеров с размерами, 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 входа преобразователей измерительных.

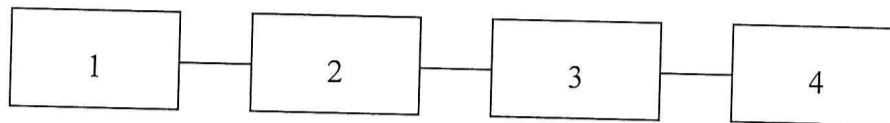
Определить КСВН входа преобразователей измерительных в диапазоне частот от 0 до 10 МГц по результатам измерений сопротивления постоянному току входа преобразователя по схеме, представленной на рис. 1.

Значения КСВН в диапазоне частот от 0 до 10 МГц удовлетворяют требованиям табл. 3 в случае, если значение сопротивления постоянному току находится в пределах:

от 45,5 до 55 Ом для измерительных преобразователей NRP-Z51, NRP-Z55;

от 44,4 до 56,5 Ом для измерительных преобразователей NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z91;

от 44 до 57 Ом для измерительных преобразователей NRP-Z22, NRP-Z23, NRP-Z24.



1 - вольтметр В7-39;

2 - приспособление для измерений сопротивления;

3 - измерительный преобразователь (NRP-Z51, NRP-Z55, NRP-Z91);

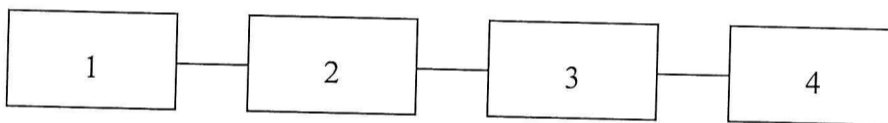
4 - блок индикации (анализаторы спектра серии FSL, FSP, FSU, FSUP, FSQ; векторные анализаторы цепей серии ZVA, ZVB, ZVT; генераторы серии SMA; индикаторные блоки серии NRP; персональный компьютер работающим под управлением «Windows-XP» с программой NRPView.exe).

Рис. 1

Измерения КСВН в диапазоне частот от 10 МГц до 40 ГГц проводить по схеме, представленной на рис. 2.

Подготовить измерительный преобразователь к работе в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя.

Провести измерения в соответствии с ТО и ИЭ на измеритель КСВН панорамный (P2-73, P2-83, P2-65, P2-66).



1 - блок индикации (анализаторы спектра серии FSL, FSP, FSU, FSUP, FSQ; векторные анализаторы цепей серии ZVA, ZVB, ZVT; генераторы серии SMA; индикаторные блоки серии NRP; персональный компьютер работающим под управлением «Windows-XP» с программой NRPView.exe);

2 - преобразователь (NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z22, NRP-Z23, NRP-Z24, NRP-Z51, NRP-Z55, NRP-Z91);

3 - переход (11×5,5 мм - 2,92 мм; 7,2×3,8 мм - 2,92 мм; III - N; III - 2,92 мм)

4 - измеритель КСВН панорамный (P2-73, P2-83, P2-65, P2-66).

Рис. 2

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

Таблица 3

Диапазон частот	Максимально допустимые значения КСВН
NRP-Z11	
от 10 до 30 МГц	1,15
от 30 МГц до 2,4 ГГц	1,13
от 2,4 до 8,0 ГГц	1,20
NRP-Z21	
от 10 до 30 МГц	1,15
от 30 МГц до 2,4 ГГц	1,13
от 2,4 до 8,0 ГГц	1,20
от 8,0 до 18,0 ГГц	1,25
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
от 12,4 до 18,0 ГГц	1,20
от 18,0 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	1,13
от 2,4 до 6,0 ГГц	1,20

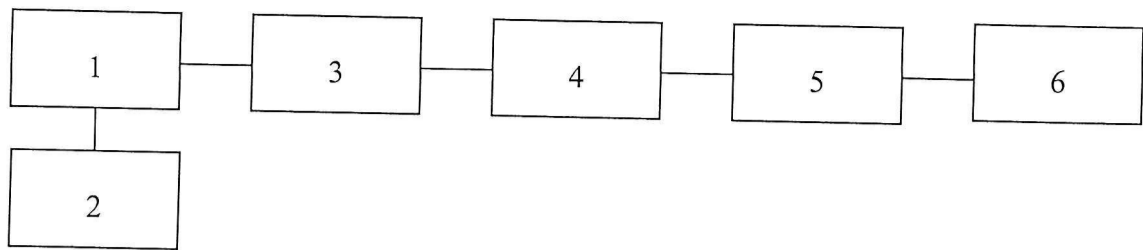
8.3.3 Определение абсолютной погрешности установки нуля.

Собрать схему согласно рис 3.

Подождать пока показания прибора стабилизируются.

Провести установку нуля прибора в соответствии требованиям технической документацией фирмы изготовителя.

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



- 1 - генератор сигналов высокочастотный (Г4-143, Г4-76А, Г4-78, Г4-79, Г4-80, Г4-81, Г4-111, Г4-155, Г4-156);
 2 - частотомер электронно-счетный ЧЗ-66;
 3 - образцовый ваттметр (ВПО-1; ВПО-2; ВПО-3; ВПО-4, М1-8Б; М1-9Б; М1-10Б; М1-11Б);
 4 - переход (11×5,5 мм - 2,92 мм; 7,2×3,8 мм - 2,92 мм; III - N; III - 2,92 мм);
 5 - измерительный преобразователь (NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z22, NRP-Z23, NRP-Z24, NRP-Z51, NRP-Z55, NRP-Z91);
 6 - блок индикации (анализаторы спектра серии FSL, FSP, FSU, FSUP, FSQ; векторные анализаторы цепей серии ZVA, ZVB, ZVT; генераторы серии SMA; индикаторные блоки серии NRP; персональный компьютер работающим под управлением «Windows-XP» с программой NRPView.exe);

Рис. 3

Таблица 4

Тип измерительного преобразователя	Максимально допустимое 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

8.3.4 Определение относительной погрешности измерений мощности

8.3.4.1 Определение случайной относительной погрешности измерений мощности

Определение случайной относительной погрешности измерений мощности проводить в следующей последовательности:

собрать схему в соответствии с рис. 3, подключить измерительный преобразователь NRP-Z11;

установить частоту генератора $f = 50$ МГц и мощность генератора СВЧ $P_{on} = 5$ мВт;

выключить выходную мощность генератора;

установить нулевые показания блока индикации измерительного преобразователя и рабочего эталона;

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

выключить мощность СВЧ и определить отношение результатов измерений мощности измерительным преобразователем P_n и рабочим эталоном P_o (с учетом ослабления перехода).

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 погрешность $\delta_{сл}$ по формуле:

$$\delta_{сл} = \frac{(P_n / P_o)_{макс} - (P_n / P_o)_{мин}}{(P_n / P_o)_{ср}} * \mu_n, \quad (2)$$

где μ_n – коэффициент, зависящий от числа наблюдений n и определяемый по табл. 5.

Таблица 5

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

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

Погрешность $\delta_{сл}$ не должна превышать 0,2 от пределов допускаемых относительных погрешностей измерений мощности измерительных преобразователей:

$\pm 6\%$ для измерительных преобразователей NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z51, NRP-Z91;

$\pm 8\%$ для измерительных преобразователей NRP-Z22, NRP-Z23, NRP-Z24;

$\pm 10\%$ для измерительных преобразователей NRP-Z55.

8.3.4.2 Определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{i1} , зависящую от мощности и составляющую погрешности измерений мощности δ_{i2} , зависящую от частоты в следующем порядке.

8.3.4.2.1 Определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{i1} , зависящую от мощности при значениях мощности P_i указанных в табл. 6 в следующей последовательности:

собрать схему для измерений в соответствии с рис 4, подключить измерительный преобразователь NRP-Z11;

установить частоту генератора $f_{он} = 1\text{ГГц}$;

провести установку нуля блока индикации измерительного преобразователя;

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

выключить мощность СВЧ и определить отношение результатов измерений мощности измерительным преобразователем P_n и рабочим эталоном P_o (с учетом ослабления перехода).

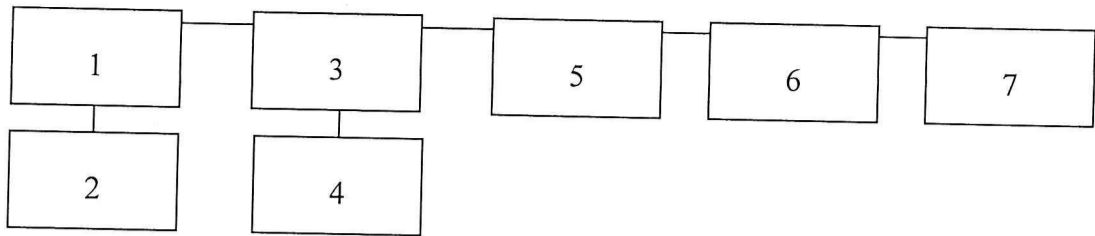
Повторить определение отношения P_n/P_o несколько раз (не менее четырех) и рассчитать среднее арифметическое значение $(P_n/P_o)_{ср}$.

Определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{i1} , зависящую от мощности по формуле:

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

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

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



- 1 – генератор Г4 - 160;
 2 - частотомер электронно-счетный ЧЗ-66;
 3 – направленный ответвитель;
 4 - эталонный ваттметр (МЗ-90, МЗ-93);
 5 – переход (III – N; III – 2,92 мм);
 6 – измерительный преобразователь (NRP - Z11, NRP – Z21, NRP – Z22, NRP – Z23, NRP – Z24, NRP – Z51, NRP – Z55, NRP - Z91);
 7 - блок индикации (анализаторы спектра серии FSL, FSP, FSU, FSUP, FSQ; векторные анализаторы цепей серии ZVA, ZVB, ZVT; генераторы серии SMA; индикаторные блоки серии NRP; персональный компьютер работающим под управлением «Windows-XP» с программой NRPView.exe);

Рис. 4

Таблица 6

Тип измерительного преобразователя	Мощность P_i		
	NRP-Z55, 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

8.3.4.2.2 Определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{1j} , зависящую от частоты, на частотах f_i указанных в табл. 7 в следующей последовательности:

собрать схему в соответствии с рис 3, подключить измерительный преобразователь NRP-Z11;

установить мощность СВЧ генератора $P_{on} = 5$ мВт;

выключить выходную мощность генератора;

установить нулевые показания блока индикации измерительного преобразователя и рабочего эталона;

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

выключить мощность СВЧ и определить отношение результатов измерений мощности измерительным преобразователем P_n и рабочим эталоном P_o (с учетом ослабления перехода).

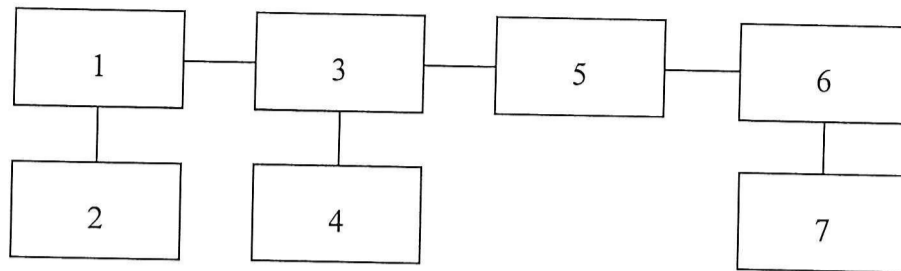
Повторить определение отношения P_n/P_o несколько раз (не менее четырех) и рассчитать среднее арифметическое значение $(P_n/P_o)_{срi}$.

Рассчитать составляющую погрешности измерений мощности δ_{1j} , зависящую от частоты по формуле:

$$\delta_{1j} = [(P_n / P_o)_{срi} - 1] \times 100, \% \quad (6)$$

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

Для измерений на частотах $6 \cdot 10^{-6}$ и 0,01 ГГц измерить значение сопротивления постоянному току поверяемого измерительного преобразователя вольтметром В7-39 согласно его руководству по эксплуатации. Подключить вместо эталонного ваттметра вольтметр В3-63 (рис.5), и, устанавливая по нему напряжение на выходе генератора, соответствующее уровню мощности 5 мВт, на измеренном сопротивлении нагрузки определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{ij} по формуле (6).



- 1 - генератор сигналов Г4-143;
- 2 - частотомер электронно-счетный ЧЗ-66;
- 3 - тройник из комплекта В3-63;
- 4 - вольтметр В3-63;
- 5 - переход (III - N; III - 2,92 мм);
- 6 - преобразователь (NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z22, NRP-Z23, NRP-Z24, NRP-Z51, NRP-Z55, NRP-Z91);
- 7 - блок индикации (анализаторы спектра серии FSL, FSP, FSU, FSUP, FSQ; векторные анализаторы цепей серии ZVA, ZVB, ZVT; генераторы серии SMA; индикаторные блоки серии NRP; персональный компьютер работающим под управлением «Windows-XP» с программой NRPView.exe).

Рис. 5

Таблица 7

Тип измерительного преобразователя	Частота f , 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

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 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:

$$\delta_{из} = \pm(\sqrt{\delta_{сл}^2 + \delta_1^2} + \gamma\delta_p), \%, \quad (7)$$

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

δ_1 - предел допускаемой относительной погрешности рабочего эталона;

δ_p - погрешность рассогласования, рассчитываемая 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 поверяемого измерительного преобразователя определяемый по формуле:

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

где K - КСВН выхода поверяемых преобразователей.

γ - коэффициент, зависящий от соотношения

$$\frac{3\Delta_p}{\sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_1^2}} \quad (10)$$

и определяемый по табл. 8.

Таблица 8

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

Значение погрешности измерений ($\delta_{из}$) не должно превышать 0,8 от пределов допускаемых относительных погрешностей измерений мощности измерительных преобразователей:

$\pm 6 \%$ для измерительных преобразователей NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z51, NRP-Z91;

$\pm 8 \%$ для измерительных преобразователей NRP-Z22, NRP-Z23, NRP-Z24;

$\pm 10 \%$ для измерительных преобразователей NRP-Z55.

8.3.4.3. Относительную погрешность измерений мощности измерительных преобразователей рассчитать по формуле:

$$\delta_{нpi} = \delta_{i1max} + \delta_{jmax} - \delta_{i1}, \%, \quad (11)$$

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

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

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значение $|\delta_{прimax}|$ для преобразователей NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z22, NRP-Z23, NRP-Z24, NRP-Z51, NRP-Z55, NRP-Z91 не превышает 0,8 от пределов допускаемых относительных погрешностей измерений мощности измерительных преобразователей:

$\pm 6\%$ для измерительных преобразователей NRP-Z11, NRP-Z21, NRP-Z51, NRP-Z91;

$\pm 8\%$ для измерительных преобразователей NRP-Z22, NRP-Z23, NRP-Z24;

$\pm 10\%$ для измерительных преобразователей NRP-Z55.

9 Оформление результатов поверки

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

9.3 При отрицательных результатах поверки применение преобразователей измерительных запрещается, на них 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