ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
(ВНИИФТРИ)

МЕТОДИКА

ПОВЕРКИ ГЕНЕРАТОРОВ ШУМА ДЛЯ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 0,5—12,42 ГГц

МИ 168—78

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1979

gost.e-ecolog.ru

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
(ВНИИФТРИ)

МЕТОДИКА

ПОВЕРКИ ГЕНЕРАТОРОВ ШУМА ДЛЯ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 0,5—12,42 ГГц

МИ 168—78

МОСКВА—1979

РАЗРАБОТАНА Всесоюзным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ)

Директор **В. К. Коробов**
Исполнители **Г. Г. Петросян, Р. И. Уздин**

ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ Сектором госиспытаний и стандартизации ВНИИФТРИ

Руководитель сектора **И. И. Турунцова**
Исполнитель **И. Ш. Генфон**

УТВЕРЖДЕНА Научно-техническим советом ВНИИФТРИ 28 июня 1978 г. (протокол № 3)

УДК 621.373.5:389.1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ГЕНЕРАТОРОВ ШУМА ДЛЯ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 0,5—12,42 ГГц

МИ 168—78

Настоящая методика распространяется на СВЧ измерительные генераторы шума (ГШ) газоразрядные и полупроводниковые для диапазона частот 0,5—12,42 ГГц (нормативно-технические характеристики их указаны в приложении 1) и устанавливает методы и средства их поверки в лабораториях государственной и ведомственной метрологической службы.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. В зависимости от конструкции и требуемой точности поверки необходимо проводить следующие виды поверки: а) полную поверку (для ГШ любой конструкции); б) сокращенный вариант поверки (только для простых конструкций ГШ с газоразрядной лампой типа ГШ-10 или ГШ-11) и с СВЧ-патроном проходного типа; в) поэлементную поверку (допускается для составных ГШ).

Примечание. По конструкции различают неразборные и разборные ГШ. Последние, допускающие разборку при поверке, могут быть: а) простой конструкции и состоять из СВЧ-патрона проходного типа (отрезка линии передачи с газоразрядной лампой) и согласованной нагрузки; б) составные, которые кроме собственно генератора шума содержат дополнительные СВЧ-устройства — аттенюаторы, направленные ответвители и др.

1.2. При проведении полной поверки необходимо выполнять следующие операции:

внешний осмотр (п. 4.1);

опробование (п. 4.2);

измерение КСВ ($K_{ст}U_{х}$ и $K_{ст}U_{г}$) в «холодном» и «горячем» режимах источника шума (пп. 4.3.1, 4.3.2);

измерение ослабления $A_{х}$ и разности ослаблений ($A_{г}-A_{х}$) (пп. 4.3.1, 4.3.2) — только для газоразрядных ГШ с СВЧ-патроном проходного типа;

определение нестабильности спектральной плотности мощности шума (СПМШ) (пп. 4.3.3, 4.3.4);

© Издательство стандартов, 1979

измерение действительного значения СПМШ (п. 4.3.5);
определение погрешности генератора шума (п. 4.3.8).

1.3. При проведении сокращенного варианта поверки необходимо выполнять следующие операции:
внешний осмотр (п. 4.1);
опробование (п. 4.2);
измерение КСВ ($K_{ст U_x}$ и $K_{ст U_г}$) (пп. 4.3.1, 4.3.2);
измерение ослабления A_x и разности ослаблений ($A_г$—A_x) (пп. 4.3.1, 4.3.2);
определение действительного значения СПМШ и погрешности ГШ (п. 4.3.6).

1.4. При поэлементной поверке составного ГШ необходимо выполнять следующие операции:
поверку собственно ГШ (в зависимости от вида поверки выполняют операции по п. 1.2 либо по п. 1.3);
измерение ослабления, вносимого дополнительными СВЧ-устройствами (пп. 4.3.1, 4.3.2);
измерение КСВ составного ГШ (п. 4.3.2);
определение действительного значения СПМШ (п. 4.3.7);
определение погрешности составного ГШ (п. 4.3.8).

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки допускается применять образцовые и вспомогательные средства, перечисленные в табл. 1.

2.2. Разрешается применять другие измерительные приборы (с погрешностями не более, чем у приборов, указанных в табл. 1).

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия по ГОСТ 22261—76 (при температуре окружающей среды 293±5 К).

3.2. При наличии сильных электромагнитных помех аппаратуру для измерений уровня СПМШ рекомендуется размещать в экранированном помещении со степенью экранирования 40—60 дБ в диапазоне частот от 2 МГц до верхней рабочей частоты поверяемых ГШ. Перед началом работы необходимо проверить степень экранирования аппаратуры по промежуточной частоте и частоте модуляции; экранирование при этом должно быть не менее 50 дБ.

Контактные соединения в цепях питания аппаратуры и осветительной сети не должны создавать искрения.

Допустимые искажения результатов измерений электромагнитными помехами не должны превышать 0,5% при выполнении операций по пп. 4.3.4 и 4.3.5, что проверяют сравнением результатов в присутствии помех и при их отсутствии.

3.3. Рекомендуется при выполнении операций по пп. 4.3.4 и 4.3.5 питать аппаратуру от сети через стабилизатор.

Таблица 1

СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

Наименование средства поверки	Основные характеристики		Примечание
Генераторы сигналов			
Г4-76А	0,5—1,2 ГГц; 0,1 дБ/10 мин		
Г4-78	1,16—1,78 ГГц, 0,1 дБ/10 мин		
Г4-79	1,78—2,56 ГГц; 0,1 дБ/15 мин		
Г4-80	2,56—4,0 ГГц; 0,1 дБ/15 мин		
Г4-81	4,0—5,6 ГГц; 0,1 дБ/15 мин		
Г4-82	5,6—7,5 ГГц; 0,1 дБ/15 мин		
Г4-83	7,5—10,5 ГГц; 0,1 дБ/15 мин		
Г4-109	8,15—12,42 ГГц; 0,1 дБ/15мин		
Измерители КСВ и ослаблений			
РК2-47	0,5—1,25 ГГц	$\delta_A=\pm1{,}5$ дБ $\delta_K=\pm5\%$	δ_K — погрешность измерения КСВ; δ_A — погрешность измерения ослабления ($A_г-A_х$)
Р2-37	1,07—2,14 ГГц		
Р2-50	2—4 ГГц		
Р2-42	3,86—5,96 ГГц		
Р2-43	5,55—8,3 ГГц		
Р2-45	8,15—12,42 ГГц		
Установки для градуировки ГШ			
Г1-2	0,4—4 ГГц	$\delta=3{,}4\%$	
Г1-5	3,86—5,96 ГГц	$\delta=3{,}6\%$	
Г1-6	5,35—8,15 ГГц	$\delta=3{,}6\%$	
Г1-7	8,15—12,42 ГГц	$\delta=3{,}6\%$	
Измерители параметров антенн модуляционные*			
ПК7-9	1,07—2,14 ГГц		Частично заменяют Г1-2 Заменяют Г1-5, Г1-6, Г1-7
ПК7-10	2,0—4,0 ГГц		
ПК7-11	3,86—7,15 ГГц		
ПК7-8	8,24—12,42 ГГц		
Измерители коэффициента шума*			
Х5-10	0,4—3 ГГц		Частично заменяет Г1-2
Х5-12	0,4—4 ГГц		Заменяет Г1-2
Образцовые генераторы шума**			
Г2-5Б			
Г2-6Б			
Г2-25А			
Г2-8В			
Г2-9В			
Г2-10В			

Продолжение табл. 1

Наименование средства поверки	Основные характеристики	Примечание
Вольтметр М243	0,2%, I=10 мкА, U=1,5 В	
Измеритель нестабильности напряжения В8-1,	U_{min} ≤0,1 В	
Вольтамперметр М 2007	0,5%	

* Погрешности приборов, используемых в качестве компараторов, определяют в процессе их аттестации.

** *Характеристики даны в табл. 3.*

3.4. Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

3.5. Полную поверку проводят с помощью поверочных установок, собранных по одной из схем, приведенных на рис. 1—3. Состав поверочных установок указан в табл. 2.

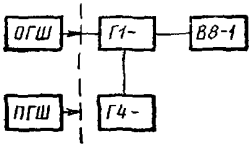


Рис. 1. Структурная схема установки для поверки ГШ с использованием приборов вида Г1: ОГШ — образцовый ГШ; ПГШ — поверяемый ГШ

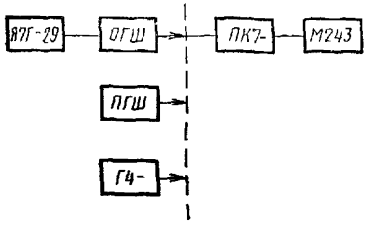


Рис. 2. Структурная схема установки для поверки ГШ с использованием измерителей вида ПК7

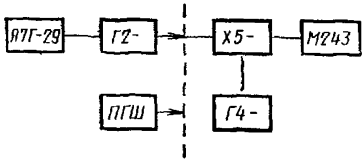


Рис. 3. Структурная схема установки для поверки ГШ с использованием измерителей коэффициента шума

3.6. Метрологические характеристики образцовых ГШ, входящих в состав поверочных установок, приведены в табл. 3.

3.7. Генераторы шума, входящие в состав поверочных установок, должны быть аттестованы в качестве образцовых при помощи вторичных эталонов СПМШ.

Таблица 2

Состав поверочных установок

Диапазон частот, ГГц	Образцовый ГШ	Компаратор шума	Вспомогательные средства
0,5—2,0 0,8—4,0 2,59—3,94	Г2-5Б Г2-6Б Г2-25А	Г1-2, В8-1, или ПК7-9, ПК7-10, М243, или Х5-10 (Х5-12), М243	Г4-76А, Г4-78, Г4-79, Г4-80, Я7Г-29, М2007
3,94—5,64	Я8Х—268 или Г2-8В	Г1-5, В8-1 или ПК7-10, ПК7-11, М243	Г4-80, Г4-81, Г4-82, Я7Г-29, М2007
5,64—8,24	Я8Х-269 или Г2-9В	Г1-6, В8-1 или ПК7-11, М243	Г4-82, Г4-83, Я7Г-29, М2007
8,24—12,42	Я8Х-270 или Г2-10В	Г1-7, В8-1, или ПК7-8, М243	Г4-83, Г4-109, Я7Г-29, М2007

Таблица 3

Метрологические характеристики образцовых ГШ

Тип образцового ГШ	Диапазон частот, ГГц	СПМШ, отн. ед.	Погрешность ГШ, %	Примечание
Г2-5Б	0,5—2,0		3,2—3,5	Необходима аттестация в комплекте с 5—10 лампами ГШ-11 в органах Госстандарта; при поверке используется только одна лампа из комплекта
Г2-6Б	0,8—4,0	~60	3,2—3,5	То же
Г2-25А	2,59—3,94		1,7	То же, но с лампами ГШ-10
Г2-8В или Я8Х-268	3,94—5,64		1,7	То же
Г2-9В или Я8Х-269	5,64—8,24		1,7	То же
Г2-10В или Я8Х-270	8,24—12,42		1,7	То же, но с лампами ГШ-11

3.8. Компараторы шума, входящие в состав поверочных установок, должны быть аттестованы в качестве образцовых по п. 6 табл. 4 — при помощи вторичных эталонов СПМШ, по пп. 1—5 табл. 4 — при помощи приборов, перечисленных в табл. 1, на предприятиях, которые в дальнейшем будут эксплуатировать поверочные установки.

3.9. Генератор шума признают годным, если измеренные при поверке значения его параметров удовлетворяют требованиям, указанным в паспорте (или в формуляре, либо в свидетельстве о предыдущей поверке) и соответствуют значениям, приведенным в приложении 1.

Таблица 4

Метрологические характеристики компараторов шума

№ п/п	Характеристика, единица измерения	Допустимое значение	Примечание
1	КСВ входа	1,3	При измерении СПМШ на 10 частотах
		1,05	При измерении СПМШ на фиксированных частотах (см. п. 4.3.1)
2	Коэффициент шума	20—60	Нижний предел — для частот 0,5—1,0 ГГц, верхний — для остальных частот
3	Нестабильность отсчета показаний относительно N_1 (при $\tau = 1$ с);		N_1 — уровень СПМШ образцового ГШ; τ — постоянная времени индикатора
	кратковременная из-за флуктуационного характера сигналов	±(1,2—1,8) %	Определяют при подсоединенном образцовом ГШ как среднее по пяти наблюдениям значение половины размаха колебаний стрелки индикатора за 30 с
	за 5 мин при подсоединенном образцовом ГШ (дрейф)	±1%	Определяют по наибольшей разности в серии из пяти отсчетов (отсчет выполняют после усреднения показаний в течение 3—5 с, интервал между отсчетами 1 мин)
	то же, при подсоединенной ко входу согласованной нагрузке	±1%	То же
	при повторных подсоединениях образцового ГШ	±0,5%	Определяют наблюдением разности двух отсчетов после однократного пересоединения ГШ; усредняют по пяти сериям наблюдений; интервал между отсчетами не более 1 мин
4	Разбаланс компаратора при изменениях КСВ нагрузки на входе компаратора от 1 до 2 (относительно N_1)	±1%	Определяют при работе без ферритовых развязок (0,5—1,0 ГГц)
5	Среднее квадратическое отклонение результата однократного компарирования	±2%	Оценивают в соответствии с разд. 1 ГОСТ 11.004—74 при обработке не менее 20 серий по 4 наблюдения
6	Суммарная погрешность поверки ГШ на данном компараторе	4—10%	Оценивают путем взаимного сличения с вторичным эталоном СПМШ при аттестации образцового компаратора

4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре проверяют:

комплектность (допускается поверка ГШ без блока питания);

отсутствие видимых внешних повреждений ламп, СВЧ-соединителей, кабелей и разъемов питания;

отсутствие видимых внешних повреждений пайки клиньев Н-волновода и патрубков, через которые газоразрядная лампа введена в СВЧ-патрон (для волноводных ГШ);

отсутствие люфтов в коаксиальных разъемах и видимых деформаций спирали (для коаксиальных газоразрядных ГШ);

отсутствие недопустимых механических нагрузок на баллон лампы, установленной в СВЧ-патрон;

соответствие размеров СВЧ-соединителей требованиям ГОСТ 13317—73.

При проведении поверки необходимо соблюдать меры безопасности, указанные в технической документации на поверяемый ГШ и средства измерений, используемые при поверке. К поверке ГШ допускаются лица, специально обученные правилам работы с высокими напряжениями и СВЧ.

4.2. Опробование.

4.2.1. Для опробования поверяемый ГШ подключают к соединительному кабелю из комплекта и контролируют омметром наличие контактов в накальной цепи газоразрядного ГШ либо в цепи диода полупроводникового ГШ при изгибах кабеля (необходимо защитить диод от повреждения статическим электричеством).

4.2.2. Включают генератор шума в соответствии с его описанием; контролируя ток источника шума, проверяют:

возможность установки рабочего тока $I_{раб} \pm 1\%$;

устойчивость рабочего тока к перемещениям ГШ и изгибам соединительного кабеля, имитирующим механические воздействия при реальных пересоединениях ГШ;

стабильность рабочего тока при повторных включениях ГШ; если рабочий ток изменяется более чем на 1,5% при описанных воздействиях на ГШ, прибор бракуют.

Примечания. 1. Контроль тока ведут по внешнему или встроенному в блок питания прибору, имеющему класс точности не более 1,0.

2. При поверке ГШ, конструкция которых исключает возможность контроля рабочего тока, вместо операций по п. 4.2.2 выполняют на верхней рабочей частоте операции по пп. 4.3.2 и 4.3.4.

4.3. Определение метрологических параметров.

4.3.1. Значения КСВ $K_{ст}U_x$, $K_{ст}U_г$, ослаблений A_x, $(A_г - A_x)$ и СПМШ N измеряют на десяти рабочих частотах, равномерно расположенных по частотному диапазону ГШ, включая верхнюю и нижнюю граничные частоты $f_в$ и $f_н$ при $1{,}4 \leqslant f_в/f_н \leqslant 5$. При других значениях $f_в/f_н$ количество рабочих частот уточняют в соответствии с нормативно-технической документацией на поверяемый

прибор. Значения $K_{ст}U_x$ и $(A_г - A_x)$ при полной периодической поверке измеряют на нижней граничной частоте диапазона.

Допускается поверка ГШ на отдельных фиксированных частотах, указанных в ГОСТ 17466—72; при этом измерения КСВ, ослаблений, СПМШ необходимо выполнять и при расстройке на ±5% относительно каждой из фиксированных частот, а вход компаратора должен быть предварительно настроен согласующим трансформатором, например, из комплекта установок Г1-2, Г1-4 ÷ Г1-7 до КСВ не более 1,05 (настройку вести с помощью измерителей КСВ группы Р2). Допускается настраивать вход компаратора согласующим трансформатором по максимуму мощности, проходящей от ГШ, при этом вариации потерь в согласующем трансформаторе не должны превышать 0,05 дБ. Значение рабочей частоты устанавливают с погрешностью не более ±0,5% по шкале генератора сигналов, входящего в состав поверочной установки.

4.3.2. Измерение КСВ и ослаблений выполняют с помощью приборов группы Р2 (см. табл. 1) по методике и структурной схеме, указанным в описаниях приборов. В качестве измерителей ослаблений при полной поверке могут быть использованы также поверочные установки (см. табл. 2). Результаты наблюдений заносят в протокол, форма которого дана в приложении 2.

4.3.3. Предварительные операции при определении нестабильности и действительного значения СПМШ.

При поверке на отдельных фиксированных частотах вход компаратора настраивают в соответствии с п. 4.3.1.

Если поверочная установка собрана по схеме рис. 1, то усиление компаратора регулируют так, чтобы изменение ослабления отсчетного аттенюатора (в блоке Я5Х-261 установки Г1-2 или в блоке сравнений других установок группы Г1) на 0,1 дБ (2%) приводило к изменению показаний внешнего индикатора на 0,2—0,3 В (или, примерно, 10 мм по любой линейной шкале выходного индикатора).

Таким образом, шкалу внешнего индикатора (ВИ) градуируют в децибелах или процентах относительно уровня СПМШ генератора, подсоединенного ко входу компаратора (далее — «входу»), что создает возможность прямого отсчета нестабильности уровня СПМШ поверяемого ГШ.

В установках, собранных по схемам рис. 2 и 3, изменяют усиление на промежуточной и низкой частотах (ПЧ и НЧ), обеспечивая показания ВИ в пределах 1,2—1,3 В при подсоединении образцового ГШ ко входу. После настройки усиления ко входу подсоединяют согласованную нагрузку и корректируют по ВИ нуль компаратора в схемах по рис. 1 и 2 с помощью регулировок «компенсации» либо отсчитывают начальное показание ВИ α_0 в схеме по рис. 3. При корректировке нуля в схеме по рис. 1 опорный сигнал не должен подаваться на вход.

4.3.4. Определение нестабильности СПМШ.

После предварительных операций по п. 4.3.3 «горячий» ГШ присоединяют ко входу компаратора, настроенного на верхнюю рабочую частоту ГШ, и проверяют нестабильность δ сигнала на выходе в следующих условиях:

при легких механических воздействиях на корпус ГШ и места заделки присоединительных кабелей;

при двухкратной установке рабочего тока ГШ;

при двухкратном подсоединении выходного разъема ГШ ко входу, при этом время прогрева должно соответствовать указанному в ТО на поверяемый ГШ. При поверке генераторов шума с лампами типов ГШ-1 и ГШ-2 необходимо измерить зависимость СПМШ от пяти фиксированных значений рабочего тока, которые устанавливают равномерно в пределах границ, указанных в паспорте на лампу. Чтобы выявить гистерезис в зависимости СПМШ от рабочего тока, измерения выполняют дважды — при противоположных направлениях изменения рабочего тока. При гистерезисе $\delta N_{\text{гист}} > >0{,}1$ дБ в свидетельство о поверке следует внести рекомендацию о выборе значения рабочего тока в границах, более жестких по сравнению с указанными в паспорте на лампу, либо при сохранении паспортного значения допуска на рабочий ток увеличить погрешность поверяемого ГШ на $\pm \delta N_{\text{гист}}$, см. п. 3.9.

Значение нестабильности δ определяют непосредственно по изменениям показаний ВИ для схемы рис. 1 или находят из отношений:

для схемы рис. 2 (в процентах)

$$\delta = \frac{\Delta\alpha}{\alpha_2} 100, \qquad (1)$$

для схемы рис. 3

$$\delta = \frac{\Delta\alpha}{\alpha_{20} - \alpha_0}, \qquad (2)$$

где $\Delta\alpha$ — изменения показаний ВИ из-за нестабильности СПМШ; α_{20}, α_0 — начальные отсчеты по ВИ при подсоединении поверяемого ГШ.

Каждую из проверок повторяют три-пять раз и находят среднее значение нестабильности сигнала $\delta_{\text{ср}}$ на выходе компаратора.

Если хотя бы при одном из видов поверки $\delta_{\text{ср}}$ превышает нормированное значение 2%, то прибор бракуют. Если же для газоразрядного ГШ простой конструкции $\delta_{\text{ср}}$ превышает нормированное значение 1%, но соответствует норме 2%, то поверку не продолжают и считают, что ГШ прошел сокращенный вариант поверки (см. п. 1.1).

Приборы, удовлетворяющие требованию $\delta_{\text{ср}} = 1\%$, подлежат поверке по погрешности $\delta N_{\text{п}}$ — см. приложение 1.

4.3.5. Определение действительного значения СПМШ при полной поверке (после выполнения операции по п. 4.3.4).

4.3.5.1. Повторяют коррекцию нуля компаратора по ВИ для схем по рис. 1 и 2; отсчитывают показание ВИ α_0 для схемы по рис. 3— см. п. 4.3.4.

4.3.5.2. Подсоединяют ко «входу» образцовый ГШ; в схеме по рис. 1 уравновешивают компаратор и считывают показания y_1, дБ, по аттенюатору в блоке Я5Х-261 либо y в «блоке сравнений»; считывают по ВИ показания α_1 и α_{10} в схемах по рис. 2 и 3 соответственно.

4.3.5.3. Подсоединяют ко «входу» поверяемый ГШ; в схеме по рис. 1 восстанавливают равновесие компаратора и считывают показания y_2, дБ, по аттенюатору в блоке Я5Х-261 либо y_2 в «блоке сравнений»; считывают по ВИ α_2 и α_{20} в схемах по рис. 2 и 3 соответственно.

4.3.5.4. По результатам наблюдений вычисляют N_i — результат однократного измерения СПМШ, пользуясь одной из формул:

для схемы по рис. 1 (Г1-2)

$$N_i = N_0 + y_2 - y_1 + \gamma; \tag{3}$$

здесь размерность N_i — [дБ];

для схемы по рис. 1 (Г1-5—Г1-7)

$$N_i = N_0 \frac{y_2}{y_1} \gamma; \tag{4}$$

для схемы по рис. 2

$$N_i = N_0 \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \gamma; \tag{5}$$

для схемы по рис. 3

$$N_i = N_0 \frac{\alpha_{20} - \alpha_0}{\alpha_{10} - \alpha_0} \gamma; \tag{6}$$

здесь N_0 — номинальное значение СПМШ образцового ГШ; в формулах (4)—(6) N_0, N_i — в относительных единицах; $N_{0,i}$, дБ, $= 10 \lg N_{0,i}$;

γ — поправочный коэффициент, учитывающий влияние рассогласования компарируемых ГШ;

$\gamma = 1$ при настройке «входа» на максимум мощности, проходящей от образцового и поверяемого ГШ; в остальных случаях

$$\gamma = \frac{K_{ст\,U_1}}{K_{ст\,U_2}} \left(\frac{K_{ст\,U_2} + 1}{K_{ст\,U_1} + 1} \right)^2; \tag{7}$$

где $K_{ст U_1}$, $K_{ст U_2}$ — значения «горячего» КСВ для образцового и поверяемого ГШ на рабочей частоте; γ, дБ, $= 10 \lg \gamma$.

4.3.5.5. Операции по пп. 4.3.5.1—4.3.5.4 повторяют три-четыре раза; разброс значений N_i ($N_{i\max} - N_{i\min}$) не должен превышать 3% (0,15 дБ). Вычисляют действительное значение СПМШ $N_р$ на рабочей частоте $f_р$:

$$N_р = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} N_i,$$

где $n = 3—4$ — число наблюдений.

4.3.5.6. Определяют действительные значения СПМШ $N_р$ на каждой из рабочих частот $f_р$.

Если при поверке на отдельных фиксированных частотах (см. п. 4.3.1) отклонение от фиксированной частоты на ±5% приводит к изменению СПМШ, выходящему за пределы $\pm 0{,}5\delta N_п$, то ГШ бракуют.

4.3.5.7. Для простого газоразрядного ГШ, имеющего $(A_г - A_х) \geqslant 20$ дБ, вычисляют:

действительное значение СПМШ N, усредненное по частотному диапазону, и наибольшие отклонения $(N - N_{min})$ и $(N_{max} - N)$, где N_{max} и N_{min} — наибольшее и наименьшее значения СПМШ в частотном диапазоне.

Если наибольшие отклонения $(N - N_{min})$ и $(N_{min} - N)$ находятся в пределах $0{,}8\ \delta N_п$, то допускается график или таблицу зависимости $N_р$ $(f_р)$ в паспорте не помещать; за действительное значение СПМШ в этом случае принимают значение $N_{ср}$, найденное графическим усреднением или вычисленное как средневзвешенное в рабочем диапазоне частот:

$$N_{ср} = \frac{\Sigma P_р N_р}{\Sigma P_р}, \qquad (8)$$

где $P_р$ — весовые коэффициенты; $P_р = 1$ для $|N_р - N| \leqslant 0{,}4 \cdot \delta N_п$; $P_р = 0{,}5$ для $0{,}4 \cdot \delta N_п < |N_р - N| \leqslant 0{,}8\delta N_п$. Значения $N_р$ и $\delta N_п$ определены соответственно в п. 4.3.5.5 и указаны в приложении 1.

Примечание. График $N_р(f_р)$ по оси $N_р$ должен иметь масштаб 0,1 дБ на 1 см.

4.3.6. Определение действительного значения СПМШ и погрешности ГШ при сокращенном варианте поверки.

Если результаты измерений КСВ и ослаблений удовлетворяют требованиям нормативно-технических характеристик — КСВ, $A_х$, $(A_г - A_х)$, то считают, что:

ГШ выдержал сокращенный вариант поверки;

действительное значение СПМШ на выходе ГШ соответствует указанному в паспорте на газоразрядный ГШ с погрешностью $\delta N_с$ (см. приложение 1).

4.3.7. Определение действительного значения СПМШ при поэлементной поверке составного ГШ.

Действительное значение СПМШ, дБ, определяют из соотношения

$$N_{ГШ} = (N - A),$$

где N — значение СПМШ, дБ, собственно ГШ, найденное после выполнения операций по пп. 1.2 либо 1.3 в зависимости от выбора метода поверки;

A, дБ, — результирующее ослабление, вносимое дополнительными СВЧ-устройствами, измеренное в соответствии с п. 4.3.2.

4.3.8. Погрешность генератора шума определяют на каждой рабочей частоте $f_р$ как разность полученного в результате поверки

действительного значения СПМШ и значения, указанного в паспорте.

Погрешность газоразрядного ГШ простой конструкции допускается определять как разность между значением СПМШ $N_{ср}$, полученным при поверке (см. п. 4.3.5.7), и значением, указанным в паспорте.

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. На генератор шума, прошедший поверку, выдают свидетельство о поверке или вносят отметку о поверке в паспорт прибора с указанием вида поверки (полный или сокращенный вариант поверки).

5.2. По результатам поверки составляют свидетельство, в котором указывают:

тип и заводской номер поверяемого ГШ;

тип и заводской номер поверяемой генераторной лампы;

режим питания поверяемого ГШ;

частотные зависимости величин $K_{ст}U_г$, $A_х$, $(A_г—A_х)$, N, оформленные в виде таблиц или графиков;

погрешность ГШ.

Примечание. Частотные зависимости величин $A_х$ и $(A_г—A_х)$ указывают только для газоразрядного ГШ простой конструкции.

5.3. Если при очередных периодических поверках значения СПМШ не выходят за пределы погрешности поверки, то на следующий срок поверки подтверждают данные предыдущего свидетельства.

5.4. В паспорте на прибор, не выдержавший поверку, делается отметка о его непригодности с указанием причины забракования.

Примечание. Указания о градуировке ГШ после выяснения и устранения причины забракования приведены в приложении 2.

6. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПОВЕРКИ

6.1. Генераторы шума подвергают периодической поверке один раз в год.

Нормативно-технические характеристики генераторов шума

Диапазон частот, ГГц	От 0,5 до 12,42
Тип и сечение выходной СВЧ-линии передачи:	
коаксиала	16/4,6; 16/7; 7/3; 3,5/1,5
волновода	72×34; 48×24; 35×15; 23×10
Номинальное значение СПМШ, отн.ед.	От 5 до 70
Рабочий ток	$I_{раб} \pm 1{,}5\%$, где $I_{раб}$ — в соответствии с паспортом на источник шума
КСВ ($K_{ст U}$) не более:	
для коаксиальных ГШ	2,0
для волноводных ГШ	1,3
Ослабление при холодной лампе, A_x, дБ, не более*:	
для коаксиальных ГШ	1,5
для волноводных ГШ	0,6
Разность ослаблений при горячей и холодной лампе ($A_г - A_x$), дБ, не менее**	20
Нестабильность СПМШ, %, не более:	
при полной поверке ГШ простой конструкции с газоразрядной лампой	1
при других видах поверки	2
Предел допускаемой погрешности ГШ	Указан в таблице

* Нормируется только для газоразрядных ГШ простой конструкции.

** Допускается полная поверка газоразрядных ГШ с разностью ослаблений $(A_г - A_x) < 20$ дБ, при этом должны быть выполнены требования п. 5.2.

Пределы допускаемых погрешностей ГШ

Тип конструкции ГШ	Предел допускаемой погрешности, % при поверке		
	полной $\delta N_п$	сокращенной $\delta N_с$	поэлементной $\delta N_{эл}$
Неразборные:			
полупроводниковые, с лавинно-пролетным диодом и резистивным аттенюатором	10	—	—
прочие	*	—	—
Разборные:			
простые коаксиальные с газоразрядной лампой	6	12	—
простые волноводные с газоразрядной лампой	4	8	—
составные	*	—	*

* В соответствии с нормативно-технической документацией на поверяемый ГШ.

ФОРМЫ ЗАПИСИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Значения КСВ и ослаблений

Измеряемый параметр	№ наблюдения	Результаты измерений и вычислений на частотах, ГГц									
		f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}
КСВ $K_{ст\,U_x}$	1										
	2										
	3										
	Среднее значение										
КСВ $K_{ст\,U_г}$	1										
	2										
	3										
	Среднее значение										
Ослабление A_x, дБ	1										
	2										
	3										
	Среднее значение										
Разность ослаблений $(A_г - A_x)$, дБ	1										
	2										
	3										
	Среднее значение										
Результирующее ослабление, вносимое дополнительными СВЧ-устройствами составного ГШ, A, дБ	1										
	2										
	3										
	Среднее значение										

Нестабильность СПМШ

Условия измерения	Нестабильность δ, % или дБ				
	по результатам наблюдений				$\delta_{ср}$
	1	2	3	4	

Частотная зависимость СПМШ

Рабочая частота	Разность (y_2—y_1), дБ				γ, дБ	$N_р$, дБ
	I	II	III	среднее		
f_1						
f_2						
⋮						
f_{10}						

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

УКАЗАНИЯ ПО ГРАДУИРОВКЕ ГШ

Генераторы шума градуируют:

а) перед выпуском прибора из производства;

б) после ремонта;

в) после выяснения и устранения причины забракования прибора при поверке.

Характеристики ГШ должны соответствовать требованиям, указанным в приложении 1. При градуировке выполняют операции по п. 4.3.5.

По результатам градуировки строят график частотной зависимости, по которому определяют неравномерность СПМШ в диапазоне частот δN_f :

в процентах

$$\delta N_f = \left(\frac{N_{f_2}}{N_{f_1}} - 1 \right) 100,$$

в децибелах

$$\delta N_f = N_{f_2} - N_{f_1},$$

где N_{f1}, N_{f2} — значения СПМШ в относительных единицах на рабочих частотах f_1, f_2; N_{f1}, дБ$=10\lg N_f$.

Генератор допускается к обращению, если в результате градуировки неравномерность СПМШ находится в установленных пределах (см. таблицу).

На ГШ, прошедший градуировку, выписывают свидетельство в соответствии с указаниями пп. 5.1 и 5.2.

Допустимые пределы неравномерности СПМШ

Тип конструкции ГШ	Область значений f_2/f_1			
	$0{,}95 < \frac{f_2}{f_1} < 1{,}05$	$1{,}05 < \frac{f_2}{f_1} < 2$	$2 < \frac{f_2}{f_1} < 5$	$\frac{f_2}{f_1} > 5$
Неразборные ГШ: с ЛПД и резистивным аттенюатором	$\pm 0{,}5\ \delta N$ (в дБ или %)	$\pm 1{,}5\left(\frac{f_2}{f_1} - 1\right)$ в дБ	$\pm 0{,}5\left(\frac{f_2}{f_1} + 1\right)$ в дБ	—3 дБ
прочие	То же	См. примечание 2		
Разборные ГШ:				
простые с газоразрядными лампами при $(A_г - A_х) \geqslant 20$ дБ	»	$\pm 0{,}8\ \delta N$ (в дБ или %)		См. примечание 2
то же, при $(A_г - A_х) < 20$ дБ	»	$(\pm 0{,}8\delta N - M \cdot 100)$ % или в дБ $\pm 0{,}8\delta N + 10\lg(1 - M)$, где $\lg M = -\frac{(A_г - A_х)}{10}$; размерность $A_г$, $A_х$ — [дБ]		То же
составные ГШ	»	См. примечание 2		

Примечания:

1. Значения f_1, f_2 должны находиться в пределах рабочего частотного диапазона ГШ.
2. Допустимая неравномерность СПМШ должна быть указана в нормативно-технической документации на градуируемый ГШ.

МЕТОДИКА

поверки генераторов шума

для диапазона частот 0,5—12,42 ГГц

МИ 168—78

Редактор *С. Я. Рыско*
Технический редактор *А. С. Каширин*
Корректор *А. Г. Старостин*

Сдано в набор 19.12.78 Подп. в печ. 12.03.79 1,125 п. л. 0,89 уч. -изд. п. л. Тир. 3000 Цена 5 коп.
Бумага №1 изд. № 580614

Почета» Издательство стандартов Москва, Д-557, Новопресненский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 3649

gost.e-ecolog.ru