

1066

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ


А.Ю. Кузин
« 14 » 12 2005 г.



ИНСТРУКЦИЯ

Генераторы сигналов измерительные R&S SM 300
фирмы Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG, Германия

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи,
2005 г.

1 Введение

1.1 Данная методика распространяется на генераторы сигналов измерительные R&S SM 300, изготавливаемые фирмой «Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG», Германия (далее – SM 300), и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверок, проводимых в соответствии с ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений».

1.2 Межповерочный интервал - 2 года.

2 Операции поверки

При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

	Наименование операции	Номер пункта Методики	Проведение операции при	
			первичной поверке	Периодической Поверке
1.	Внешний осмотр	8.1	да	да
2.	Опробование	8.2	да	да
3.	Определение метрологических характеристик:	8.3	да	да
3.1	Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты	8.3.1	да	да
3.2	Определение абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала	8.3.2	да	да
3.3	Определение относительной погрешности выходного сигнала опорной частоты и напряжение выходного сигнала опорной частоты	8.3.3	да	да
3.4	Определение содержания гармоник и субгармоник	8.3.4	да	да
3.5	Определение относительной погрешности установки девиации частоты	8.3.5	да	да
3.6	Определение относительной погрешности установки девиации фазы	8.3.6	да	да
3.7	Определение относительной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции	8.3.7	да	да
3.8	Определение КСВН высокочастотного выхода генератора	8.3.8	да	да

3 Средства поверки

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

Таблица 2.

Наименование средств Поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)
	Пределы измерений	Погрешность	
1. Частотомер электронно-счетный	Диапазон частот $10 \div 37,5 \cdot 10^9$ Гц	Относительная погрешность по частоте встроенного кварцевого генератора $\pm 5 \cdot 10^{-7}$.	ЧЗ-66
2. Ваттметр поглощаемой мощности	Диапазон частот $0 \div 17,85$ ГГц	Основная погрешность измерения мощности $\pm(4 \div 6) \%$	МЗ-93
3. Стандарт частоты и времени	Номинальное значение частоты выходных сигналов 1; 5 МГц	Относительная погрешность воспроизведения частоты $3 \cdot 10^{-13}$	Ч1-76
4. Анализатор спектра	Частотный диапазон: $9 \text{ кГц} \div 26,5 \text{ ГГц}$.	Относительная погрешность частоты составляющих спектра для полосы обзора $>2 \text{ МГц} \cdot N$ $\pm(f_c \cdot 10^{-8} + 0,05 \cdot f_{\text{по}} + 0,15 \cdot f_{\text{пп}} + 10 \text{ Гц})$. N – номер гармоник низшего порядка, F_c – частота входного сигнала, $F_{\text{по}}$ – частота полосы обзора, $F_{\text{пп}}$ – частота полосы пропускания.	НР 8563Е
5. Милли-вольтметр цифровой	Диапазон частот от 20 Гц до 1000 МГц, диапазон измерений от 10 мВ до 100 В	Относительная погрешность $\pm 0,2 \%$.	ВЗ-49
6. Измеритель коэффициента амплитудной модуляции вычислительный	Диапазон несущих частот: $0,01 \div 500$ МГц. Диапазон модулирующих частот $0,02 \div 200$ кГц.	Основная погрешность измерений: 0,3-100 – пиковые значения; 0,1-70 – средние квадратические значения; 0,3-100 – средние значения.	СК2-24
7. Измеритель КСВН панорамный	Частотный диапазон: $0,1 \div 18$ ГГц. Пределы измерения КСВН – от 1,03 до 5	Относительная погрешность измерений КСВН $\pm(3K_{\text{ст}} + 1) \%$	Р2-83
8. Измеритель КСВН панорамный	Частотный диапазон: $0,01 \div 1,25$ ГГц. Пределы измерения КСВН – от 1,03 до 5	Относительная погрешность измерений КСВН $\pm(3K_{\text{ст}} + 1) \%$	Р2-73

Наименование средств Поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)
	Пределы измерений	Погрешность	
9. Измеритель модуляции	Диапазон несущих частот: 0,1÷1000 МГц, с блоком Я4С-104 1000÷10000 МГц Диапазон модулирующих частот: 0,02÷200 кГц	Пределы и основная погрешность измерений: ЧМ: 0,1-1000 кГц – пиковые значения; 0,005-300 кГц – средние квадратические значения $\pm(A_0 \cdot 10^{-2} \Delta f + \Delta f_{ш})$ кГц ($A_0 = 2 \div 15$). АМ: 1 ÷ 100, $\pm(A \cdot M + \Delta M_{ш})$	СКЗ-45
10. Генератор сигналов высокочастотный	Частотный диапазон: 10 кГц ÷ 1,3 ГГц.	Относительная погрешность установки частоты 10^{-5}	Г4-192
11. Генератор сигналов высокочастотный	Частотный диапазон: 1 ÷ 4 ГГц.	Относительная погрешность установки частоты 10^{-5}	Г4-193
12. Генератор сигналов высокочастотный	Частотный диапазон: 2 ÷ 8,3 ГГц.	Относительная погрешность установки частоты 10^{-5}	Г4-194

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

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки SM 300 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 на SM 300 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, входящей в состав SM 300.

6 Условия поверки

6.1 Поверка проводится при нормальных условиях (составляющая погрешности измерений любой из характеристик от действия совокупности влияющих величин не превышает 35 % допускаемой основной погрешности).

температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;

относительная влажность воздуха (65 ± 15) %;

атмосферное давление (750 ± 30) мм рт. ст.

7 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие операции:

проверяют готовность генератора SM 300 к работе согласно руководству по эксплуатации;

выполняют пробное включение генератора SM 300.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверить:

- сохранность пломб;
- чистоту и исправность разъемов и гнезд;
- наличие предохранителей (если они имеются снаружи прибора);
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления элементов конструкции;
- сохранность механических органов управления (если они имеются) и чёткость фиксации их положения.

8.2 Опробование

При проведении опробования собрать схему в соответствии с рис. 1

С генератора SM 300 подать сигнал частотой 100 МГц на частотомер ЧЗ-66. Если на ЧЗ-66 осуществляется измерение частоты сигнала, то генератор SM 300 работоспособен.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение диапазона частот и относительной погрешности установки частоты.

Определение диапазона частот провести измерением частоты сигнала на основном выходе генератора частотомером ЧЗ-66. Собрать структурную схему измерения в соответствии с рис. 1.

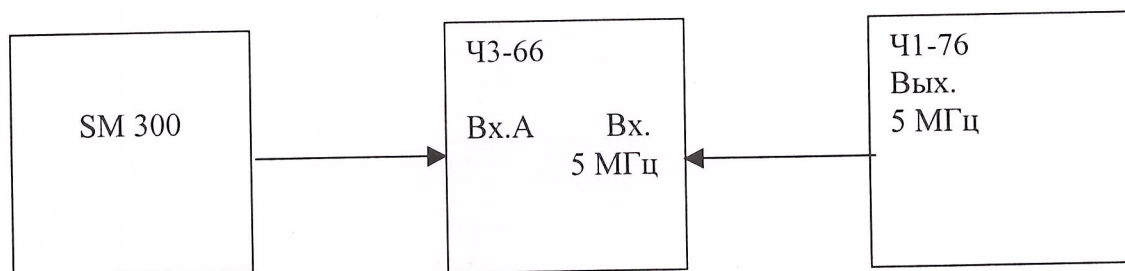


Рис. 1.

На генераторе установить мощность выходного сигнала минус 10 дБмВт и подать выходной сигнал либо на вход А частотомера при измерении сигнала до 150 МГц, на вход Б при измерении частот от 150 МГц до 2 ГГц, на выход В при измерении частот от 2 ГГц до 3 ГГц. Частотомер перевести в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 5 МГц, который подать от стандарта частоты и времени Ч1-76.

До проведения измерений Ч1-76 прогреть не менее 2 часов.

На генераторе последовательно установить частоты 0,00900000; 10,0000000; 104,4444444; 107,7777777; 112,2222222; 117,3333333; 122,6666666; 147,8888888; 225,5555555; 249,0000000; 269,9999999; 411,1111111; 450,9999999; 501,0000000; 635,6666666; 878,3333333; 1000,0000000; 1555,5555200; 2555,5555; 3000,0000 МГц.

По истечении времени самопрогрева генератора, измерить частоту на выходе генератора.

Погрешность установки частоты (δf) вычислить по формуле (1):

$$\delta F = \pm \frac{F_y - F_{изм}}{F_{изм}}, \quad (1)$$

где F_y – установленное значение частоты;

$F_{изм}$ – измеренное значение частоты.

Результаты поверки считать положительными, если во всем диапазоне устойчиво работает система синхронизации и вычисленные значения относительной погрешности установки частоты находятся в пределах $\pm 3 \cdot 10^{-6}$. В противном случае генератор бракуется и направляется в ремонт.

8.3.2 Определение абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала

Определение абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала производят на основании измерения мощности выходного сигнала с помощью измерителя мощности МЗ-93. Для проведения измерений необходимо собрать измерительную схему рис. 2.

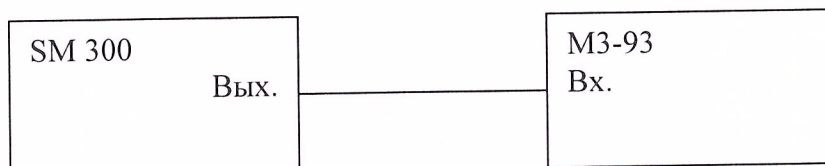


Рис.2.

Перед измерением прогреть измеритель мощности в течении одного часа. Измерение мощности провести на следующих частотных точках: 9 кГц, 500 МГц, 2 ГГц, 3 ГГц. На генераторе установить следующие значения мощности: 0; 5; 13 дБмВт. Значения абсолютной погрешности установки мощности произвести по формуле (2):

$$\Delta = P_y - P_{изм}, \quad (2)$$

где Δ - абсолютная погрешность установки мощности;

P_y - установленное значение выходной мощности генератора;

$P_{изм}$ – измеримая мощность.

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки мощности находится в пределах ± 1 дБ. В противном случаи генератор бракуется и направляется в ремонт.

8.3.3 Определение относительной погрешности выходного сигнала опорной частоты и напряжения выходного сигнала опорной частоты.

Определение относительной погрешности выходного сигнала опорной частоты осуществить на основании результатов измерений частоты сигнала с опорного выхода частотомером ЧЗ-66.

Собрать измерительную схему согласно рис. 3.

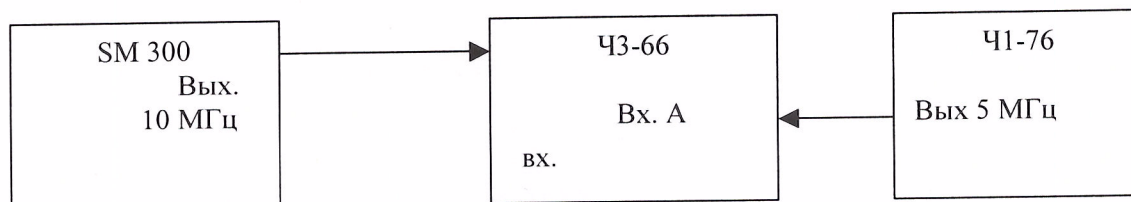


Рис. 3.

Частотомер перевести в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 5 МГц, который подать от стандарта частоты и времени Ч1-76.

До проведения измерений Ч1-76 прогреть не менее 2 часов.

По истечении времени самопрогрева, измерить частоту на опорном выходе генератора.

Значение относительной погрешности выходного сигнала опорной частоты (δ_f) вычислить по формуле (1).

Определение напряжения выходного сигнала опорной частоты провести непосредственным измерением напряжения вольтметром ВЗ-49 на частоте 10 МГц.

Собрать измерительную схему согласно рис.4.

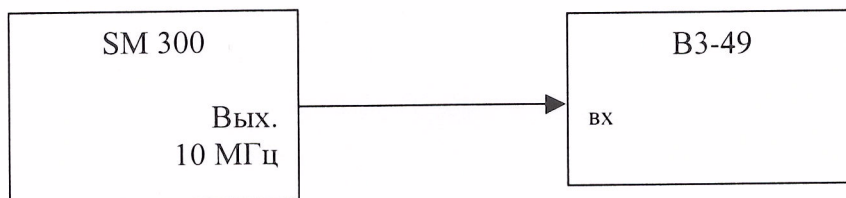


Рис.4

Выход опорного генератора соединить с вольтметром кабелем.

Результаты поверки считать положительными, если погрешность выходного сигнала опорной частоты находится в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-6}$, а напряжение выходного сигнала опорной частоты находится в пределах от 0,3 до 0,5 В. В противном случае, генератор бракуется и направляется в ремонт.

8.3.4 Определение содержания гармоник и субгармоник.

Определение содержания гармоник и субгармоник провести анализатором спектра НР 8563Е следующим образом:

1. На вход анализатора спектра подать с генератора (Г4-192, Г4-193, Г4-194) сигнал частоты, $F/2$, $F/3$, $2F$ и $3F$ и мощностью минус 30 дБмВт. Аттenuатором анализатора спектра устанавливают максимальный размер изображения на шкале экрана.

2. Переключить анализатор спектра на поверяемый генератор, на которой устанавливают сигнал частоты F и мощностью 0 дБмВт. По анализатору спектра провести отсчет уровней гармоник $2F$ и $3F$ и субгармоник $F/2$, $F/3$ – A_2 и A'_2 соответственно.

Результаты поверки считать положительными, если уровень гармоник не более минус 30 дБм, а субгармоник не более минус 50 дБм.

В противном случае генератор бракуется и направляется в ремонт.

8.3.5 Определение относительной погрешности установки девиации частоты.

Определение относительной погрешности установки девиации частоты в диапазоне модулирующих частот провести на основании измерения величины девиации частоты измерителем СКЗ-45.

Для этого необходимо:

1. Установить на СКЗ-45 режим измерения «ЧМ», «КИ» и полосу НЧ $0 \div 3,4$ кГц;
2. Установить на генераторе режим «внутренняя ЧМ», выход минус 10 дБм, частоту несущей 250 МГц, частоту модулирующего сигнала 1000 Гц;
3. Установить последовательно на генераторе значения девиации частоты 0,5; 5,0; 50; 100 кГц и измерить действительное значение девиации частоты $\Delta F_{д+}$ и $\Delta F_{д-}$. Аналогичные измерения провести при модулирующей частоте 400 Гц.
4. Установить на генераторе девиацию частоты 100 кГц, модулирующую частоту 400 либо 1000 Гц и измерить девиацию частоты $\Delta F_{д+}$ и $\Delta F_{д-}$ на несущих частотах 10, 100, 300, 500, 650, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 МГц.

Погрешность установки девиации частоты определить по формуле (3):

$$\delta F = \pm \frac{\Delta F_{уст} - \Delta F_{изм}}{\Delta F_{изм}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где $\Delta F_{уст}$ – установленное значение девиации частоты;

$\Delta F_{изм}$ – значение девиации частоты, определяемое по формуле (4)

$$\Delta F_{изм} = \frac{(\Delta F_{д+}) + (\Delta F_{д-})}{2}, \quad (4)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности установки девиации частоты, вычисленные по формуле (3), находятся в пределах $\pm 5 \%$. В противном случае генератор бракуется и направляется в ремонт.

8.3.6 Определение относительной погрешности установки девиации фазы.

Определение погрешности установки девиации фазы провести на основании измерений измерителем модуляции СКЗ-45:

1. Установить на СКЗ-45 режим измерения «ЧМ», «МИ» и полосу НЧ $0,3 \div 3,4$ кГц;
2. Установить на генераторе режим «внутренняя ФМ», частоту модуляции 1000 Гц и измерить соответствующие значения девиации частоты при установке девиации фазы 1 и 5 рад на несущих частотах 10, 249, 250, 500, 501, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 МГц, а так же на несущих частотах 250 и 500 МГц значение девиации фазы 10 рад;

Погрешность установки девиации фазы ($\delta\varphi$) в процентах вычислить по формуле (5):

$$\delta\varphi = \pm \frac{\Delta F_H - \Delta F_y}{\Delta F_y} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где ΔF_H – номинальное значение девиации частоты соответствующее установленной девиации фазы ($\Delta\varphi F_H$);

$\Delta F_y = \Delta\varphi_{д} F$ – среднее значение измеренной девиации частоты, соответствующее действительному значению установленной девиации фазы ($\Delta\varphi_{д}$);

F – частота модуляции.

Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности установки девиации фазы, вычисленное по формуле (5), находится в пределах $\pm 5\%$. В противном случае генератор бракуется и направляется в ремонт.

8.3.7 Определение относительной погрешности установки коэффициента АМ.

Определение погрешности установки коэффициента АМ в диапазоне несущих частот до 500 МГц провести на основании измерений коэффициента АМ измерителем коэффициента амплитудной модуляции СК2-24, а в диапазоне частот выше 500 МГц измерением коэффициента модуляции анализатором спектра НР 8563Е.

Проверку погрешности установки коэффициента АМ провести на несущих частотах 0,4; 1,5; 10; 500; 1000 МГц следующим образом:

1. Установить на СК2-24 режим измерения «МСР», «АВТ» и полосу НЧ 0,3÷3,4 кГц при измерениях на всех несущих частотах, кроме 0,4 МГц, при измерениях на частоте 0,4 МГц установить полосу 0,02÷20 кГц.

2. Установить на генераторе режим «внутренняя АМ», частоту модуляции 1 кГц и подать сигнал на вход «0,1-1,5 МГц» прибора СК2-24 на частотах 0,4 и 1,5 МГц и на вход «1,5-500 МГц» на частотах 10 и 500 МГц.

3. Измерить действительные значения коэффициента АМ при устанавливаемых на поверяемом генераторе значениях коэффициента модуляции 5; 10; 30; 70; 80 и 90 % и двух значениях уровня выходного сигнала минус 9,9 и минус 10 дБмВт.

4. На частоте 1000 МГц поверяемый генератор подключить к анализатору спектра НР 8563Е

5. На поверяемом генераторе установить частоту 1000 МГц, уровень выхода минус 30 дБм, режим «внутренняя АМ», частоту модуляции 1000 Гц.

6. Последовательно установить величину коэффициента АМ 5; 10; 30; 70; 80 и 90 %. С помощью анализатора спектра измерить амплитуду напряжения несущей частоты A_0 и амплитуду боковой составляющей A_6 . Значение коэффициента модуляции вычислить по формуле (6):

$$M_{\text{д}} = 2 \frac{A_6}{A_0}, \quad (6)$$

7. Повторить измерения при уровне выходного сигнала минус 29,9 дБм.

Определить погрешность коэффициента АМ (ΔM) по формуле (7):

$$\Delta M = \pm \frac{M_{\text{н}} - M_{\text{д}}}{M_{\text{д}}} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где $M_{\text{н}}$ – установленное значение коэффициента АМ.

Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности установки коэффициента АМ находится в пределах $\pm 5\%$. В противном случае генератор бракуется и направляется в ремонт.

8.3.8 Определение КСВН высокочастотного выхода генератора.

Определение КСВН высокочастотного выхода генератора провести измерителем КСВН панорамным Р2-73 (Р2-83) следующим образом:

1. Собрать схему в соответствии с рис.5

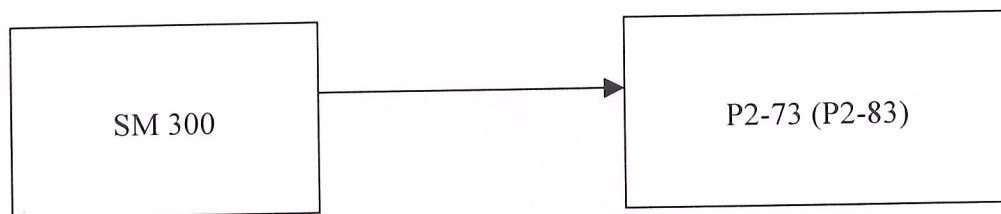


Рис.5

2. Измерить КСВН на следующих частотных точках: 10; 100; 1000; 2000; 3000 МГц. Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения КСВН не более 1,6.

В противном случае генератор бракуется и направляется в ремонт.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Положительным результатом поверки считают соответствие полученных технических характеристик генератора SM 300 характеристикам, приведенным в описании типа на генератор SM 300.

9.2 При положительных результатах поверки оформляется Свидетельство о поверке с указанием полученных технических характеристик.

9.3. При отрицательных результатах поверки генератор SM 300 бракуется и отправляется в ремонт.

Начальник отдела ГЦИ СИ
"Воентест" 32 ГНИИИ МО РФ

Научный сотрудник ГЦИ СИ
"Воентест" 32 ГНИИИ МО РФ

В.Л. Воронов

А.С. Бондаренко