

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ,  
заместитель генерального  
директора ФГУП «ВНИИФТРИ»

М.В. Балаханов

« 04 » 2007 г.



УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ "Воентест"  
32 ГНИИ МО РФ

А.Ю. Кузин

« 12 » 2007 г.



### Инструкция

Генераторы сигналов R&S SMA100A опция SMA-B103/-B103L и  
опция SMA-B106/-B106L  
фирмы «Rohde&Schwarz GmbH&Co.KG», Германия

### МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи,  
2007 г.

### 1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов R&S SMA100A опция SMA-B103/-B103L и опция SMA-B106/-B106L (далее по тексту – генераторы), изготавливаемых фирмой «Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG», Германия, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Межповерочный интервал – 1 год.

### 2 Операции поверки

При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1.	Внешний осмотр	7.1	да	да
2.	Опробование	7.2	да	да
3.	Определение метрологических характеристик	8	да	да
3.1	Определение диапазона рабочих частот и шага установки частоты	8.1	да	нет
3.2	Определение номинального значения частоты опорного кварцевого генератора и погрешности установки частоты	8.2	да	да
3.3	Определение нестабильности частоты	8.3	да	нет
3.4	Определение максимальных значений установки уровня выходной мощности	8.4	да	да
3.5	Определение погрешности установки уровня выходной мощности при уровне сигнала 0 дБм	8.4	да	да
3.6	Определение относительного уровня гармоник и субгармоник немодулированного выходного сигнала	8.5	да	нет
3.7	Определение уровня фазовых шумов при отстройке от несущей на 20 кГц	8.6	да	нет
3.8	Определение диапазона установки коэффициента амплитудной модуляции (АМ) от внутреннего и внешнего источников модуляции	8.7	да	да
3.9	Определение погрешности установки коэффициента АМ	8.8	да	да
3.10	Определение максимальных значений установки девиации частоты в режиме ЧМ колебаний при работе от внутреннего и внешнего источников модуляции	8.9	да	да
3.11	Определение погрешности установки девиации частоты	8.10	да	да
3.12	Определение основных параметров импульсного сигнала в режиме импульсной модуляции	8.11	да	да

### 3 Средства поверки

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

Таблица 2

Наименование и условное обозначение средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки	Номер пункта методики
1	2	3
Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-54	диапазон частот от 0 до 17,85 ГГц, пределы измерения мощности от $10^{-4}$ до 1 Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm$ (от 4 до 6) %	8.4
Генератор сигналов НЧ ГЗ-118	Диапазон частот от 10 Гц до 200 кГц, погрешность установки частоты: в диапазоне частот от 10 до 20 Гц и от 100 до 200 кГц - 0,05 %; от 20 до 100 Гц - 0,01 %; от 200 Гц до 10 кГц - 0,0015 %; от 100 до 200 Гц и от 10 до 20 кГц - 0,005 % и от 20 до 100 кГц - 0,02 %.	8.7, 8.9
Компаратор частотный Ч7-39	Частота: 1, 5, 10 МГц, нестабильность частоты $10^{-10}$ за 0,1 с, $2 \cdot 10^{-12}$ за 1 с, $3 \cdot 10^{-13}$ за 10 с.	8.2, 8.3
Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1006	Номинальное значение частоты 5 и 10 МГц, относительная погрешность установки частоты $\pm 1,4 \cdot 10^{-12}$ .	8.2, 8.3
Измеритель модуляции вычислительный СКЗ-45 с блоком преселекции ЯЗС-103А	диапазон несущих частот в режиме АМ и ЧМ измеряемого сигнала от $10^{-4}$ до 18 ГГц, погрешность измерений в режиме АМ: $\Delta = \pm(A_0 \cdot M + \Delta M_{ш})$ , где $A_0$ - относительная погрешность измерения; $M$ - значение измеряемого коэффициента (%); $\Delta M_{ш}$ - «шумовой» остаток (%).	8.7, 8.9
Анализатор спектра R&S FSU 46	Диапазон измеряемых частот от 20 до $46 \cdot 10^9$ Гц, пределы допускаемой относительной погрешности внутреннего кварцевого генератора $\pm 1,8 \cdot 10^{-7}$	8.5, 8.6, 8.9,
Установка измерительная К2 - 76	Полоса пропускания от 0 до 18 ГГц, погрешность измерения временных интервалов составляет $\pm (0,005 \cdot T_x)$ , где $T_x$ - измеряемый временной интервал.	8.12

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 безопасности

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд.3) и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

4.2 Поверка генераторов должна осуществляться лицами, изучившими эксплуатационную, нормативную и нормативно-техническую документацию.

## **5 Условия поверки**

При проведении поверки генераторов необходимо соблюдение следующих требований к условиям внешней среды:

- температура окружающей среды ( $20 \pm 5$ )°С;
- относительная влажность ( $65 \pm 15$ ) %;
- атмосферное давление ( $750 \pm 30$ ) мм рт. ст.;
- напряжение питающей сети ( $220 \pm 5$ ) В;
- частота питающей сети ( $50 \pm 0,5$ ) Гц.

## **6 Подготовка к поверке**

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать приборы в условиях, указанных в п. 5 в течение не менее 1 ч;
- выполнить операции, оговоренные в руководстве по эксплуатации на поверяемый генераторов по его подготовке к поверке;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

## **7 Проведение поверки**

### **7.1 Внешний осмотр**

7.1.1 При проведении внешнего осмотра устанавливается соответствие генератора следующим требованиям:

- наружная поверхность не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу генератора;
- разъемы должны быть чистыми;
- соединительные провода должны быть исправными;
- комплектность генератора должна соответствовать указанной в технической документации.

7.1.2 Генератор, не удовлетворяющий данным требованиям, бракуется и направляется в ремонт.

### **7.2 Опробование**

7.2.1 Включить генератор и дать прогреться в течение 30 минут.

Выполнить процедуру диагностики в соответствии с технической документацией фирмы - изготовителя на генератор.

## 8 Определение метрологических характеристик

### 8.1 Определение диапазона рабочих частот

Проверку диапазона рабочих частот проводить при измерении его метрологических характеристик.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения метрологических характеристик в диапазоне рабочих частот генератора соответствуют требованиям технической документации, а диапазон рабочих частот составляет, МГц:

- для опции SMA-B103/-B103L.....от 0,009 до 3000;
- для опции SMA-B106/-B106L .....от 0,009 до 6000.

### 8.2 Определение относительной погрешности внутреннего кварцевого генератора.

Относительную погрешность установки частоты определять методом сравнения измеренных частот номиналом 10 МГц, подаваемых на компаратор частотный Ч7-39 от опорного внутреннего источника испытываемого генератора и стандарта частоты и времени водородного Ч1-1006 (рис. 1). Измерения сигнала проводить десять раз, фиксируя измеренные показания компаратора, с последующим вычислением их среднего арифметического значения  $\bar{f}$ . Значение относительной погрешности частоты вычислить по формуле 1:

$$\delta f = \frac{f_0 - \bar{f}}{f_{уст} \cdot M} \quad (1)$$

где:  $\bar{f}$  - среднее арифметическое значение показаний частотомера компаратора;

$f_0$  - значение частоты сигнала стандарта частоты;

$f_{уст}$  - установленное значение частоты номиналом 10 МГц;

$M$  - коэффициент умножения компаратора (из ТД на прибор,  $10^6$ ).

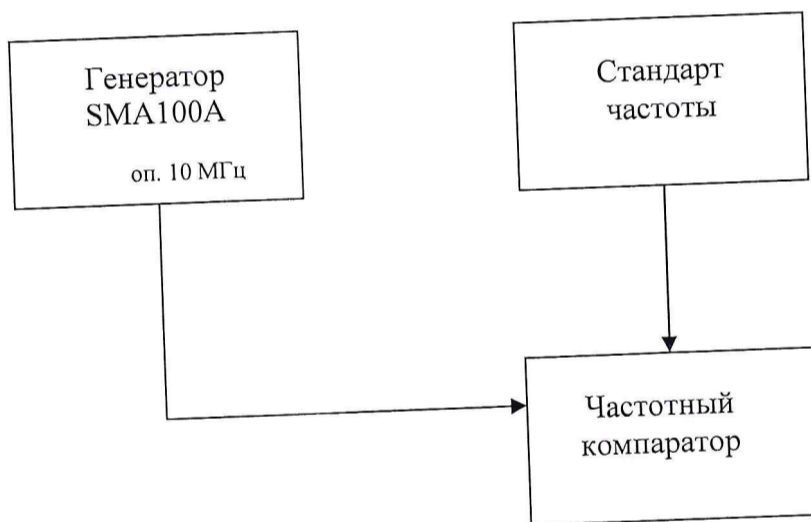


Рис. 1

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если относительная погрешность установки частоты находится в пределах  $\pm 3 \cdot 10^{-5}$ , от номинального значения 10 МГц.

### 8.3 Определение нестабильности частоты

Нестабильность частоты сигнала генератора определять за 24 часа методом измерения среднеарифметического относительного отклонения частоты опорного генератора номиналом

частоты 10 МГц через 30 минут после включения генератора. Измеренную частоту фиксировать каждые 30 минут. Схема подключения соответствует рис. 1.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если среднеарифметическое относительное отклонение частоты опорного генератора составляет не более  $1 \cdot 10^{-7}$ .

#### 8.4 Определение максимальных значений и погрешности установки уровня выходной мощности

Определение максимального значения выходной мощности проводить ваттметром поглощаемой мощности МЗ-54.

На генераторе установить максимальный уровень мощности, провести измерения, на частотах 9, 10, 100, 1000 кГц, 10 и 100 МГц и далее, перестраивая частоту генератора от 100 до 6000 МГц с шагом 200 МГц. Фиксировать показания.

Аналогичным образом провести измерения уровня выходной мощности для 0 дБм.

Шкала измерителя мощности отградуирована в ваттах, поэтому для пересчета в дБм использовать формулу 2:

$$P_{\text{изм}} = 10 \cdot \lg \frac{P_{\text{изм}}}{1(\text{мВт})} \text{ (дБм)}, \quad (2)$$

где  $P_{\text{изм}}$  – измеренное значение уровня мощности выходного сигнала в Вт.

Погрешность ( $\Delta A$ ) установки уровня выходной мощности рассчитать по формуле 3 при измеренном значении 0 дБм:

$$\Delta A = A_0 - A_{\text{изм}} \quad (3)$$

где  $A_{\text{изм}}$  – измеренное значение уровня выходной мощности сигнала;

$A_0$  – значение уровня выходного сигнала, установленное на генераторе;

Результаты поверки считают удовлетворительными, если максимальный уровень выходной мощности для генераторов опций SMA-B103/-B103L и SMA-B106/-B106L составляет, не менее, дБм:

- в диапазоне частот от 0,009 до 30 МГц.....16;
- в диапазоне частот от 30 до 3000 МГц .....18;
- в диапазоне частот от 30 до 3000 МГц .....15.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешности установки уровня выходной мощности находится в пределах  $\pm 0,9$  дБ.

#### 8.5 Определение относительного уровня гармоник и субгармоник немодулированного выходного сигнала

Уровень гармоник и субгармоник основного немодулированного сигнала определять анализатором спектра R&S FSU 46. Для проведения измерений собрать схему в соответствии с рис. 2. Измерения проводить на частотах от 0,009, 0,01, 1, 100, 1000, 3000, 4000, 5000, 6000 МГц. Уровень мощности выходного сигнала установить 0 дБм.

Гармонические составляющие основного сигнала определять на частотах  $2 \cdot f_0$ ,  $3 \cdot f_0$ .

Субгармонические составляющие основного сигнала определять на частотах  $0,5 \cdot f_0$ ,  $1,5 \cdot f_0$ .



Рис. 2.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если уровень гармоник немодулированного выходного сигнала генераторов составляет не более минус 30 дБ.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если уровень субгармонических составляющих относительно основного немодулированного сигнала составляет не более, дБ:

- в диапазоне частот от 0,009 до 1500 МГц.....нет;
- в диапазоне частот от 1500 МГц до 3000 МГц.....минус 74;
- в диапазоне частот от 3000 МГц до 6000 МГц.....минус 68.

### 8.6 Определение уровня фазовых шумов при отстройке от несущей на 20 кГц

Уровень фазовых шумов генератора проверять анализатором спектра (R&S FSU 46). На генераторе сигналов установить значение уровня выходной мощности 0 дБм. На анализаторе спектра установить полосу обзора 46 кГц, полосу пропускания 10 Гц, полосу видеобзора 10 Гц. Уровень входного сигнала в соответствии с требуемыми условиями измерений. Провести измерения уровня фазовых шумов генератора при отстройке от основного сигнала на 20 кГц, на следующих основных частотах: 10, 900 МГц, 1, 3, 4, 6 ГГц.

Рассчитать значение уровня фазовых шумов по формуле 4.

$$L(f_m) = P_0 - (P_{noise, f_m} - 10 \lg(\frac{B_{noise}}{Hz}) + D_{korr}) \quad (4)$$

где:  $P_0$  – мощность несущей входного сигнала;

$P_{noise, f_m}$  – мощность фазовых шумов при частотной отстройке;

$B_{noise}$  – установленная полоса пропускания на анализаторе спектра;

$D_{korr}$  – коэффициент корректировки.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если уровень фазовых шумов при отстройке от несущей основного сигнала на 20 кГц составляет, дБ/Гц:

- 1 ГГц.....минус 131;
- 2 ГГц.....минус 125;
- 3 ГГц.....минус 121;
- 4 ГГц.....минус 119;
- 6 ГГц.....минус 115.

### 8.7 Определение диапазона установки коэффициента АМ при работе от внутреннего и внешнего источников модуляции

8.7.1 К генератору подключить измеритель модуляции СКЗ-45 с блоком преселекции ЯЗС-103А в соответствии с рис. 3 (без ГЗ-118). С помощью клавиатуры и валкодера на генераторе провести операции по установке режима АМ сигнала: “Menu\Mod\Amplitude Mod”, частота внутреннего модулирующего генератора 1 кГц, уровень выходной мощности основного сигнала минус 2,9 дБм. На измерителе модуляции установить режим измерения АМ и полосу НЧ от 0,02 до 20 кГц. Измерения диапазона установки коэффициента АМ проводить на частотах основного сигнала 10, 500, 999 и 3, 4, 5, 6 ГГц. Коэффициент амплитудной модуляции изменять от 0 до 100 % с шагом 1 и 10. Фиксировать пиковые значения  $M_v$  и  $M_n$  коэффициента АМ.

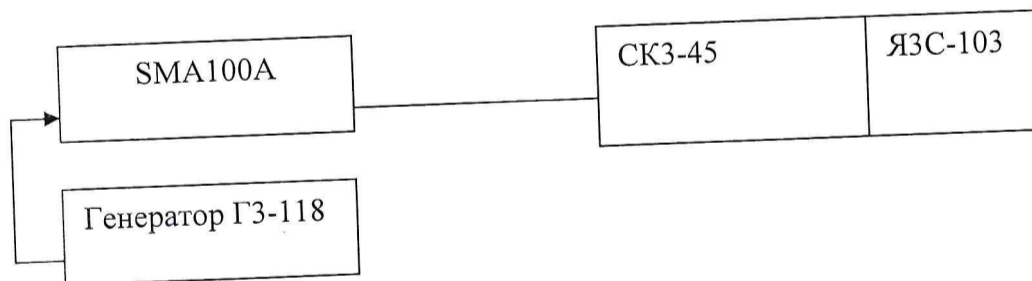


Рис. 3

8.7.2 Для проверки воспроизведения АМ сигнала при модуляции внешним источником собрать схему в соответствии с рис. 3. Ко входу генератора “Ext АМ” подключить генератор сигналов низкочастотный ГЗ-118 с установленными параметрами модулирующего напряжения

где  $w_{уст}$  – установленное значение девиации (кГц, МГц);  
 $w_{изм}$  – измеренное значение девиации (кГц, МГц).

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность установки девиации частоты находится в пределах  $\pm 3\%$ .

#### 8.11 Проверка основных параметров импульсного сигнала в режиме импульсной модуляции.

Проверку параметров сигнала в режиме ИМ от внешнего источника, установки динамического диапазона, длительности фронта и среза импульса проводить установкой измерительной К2-76 на частотах модулируемого сигнала 500, 900 и 1000 МГц (свыше 1 ГГц, для проведения корректных измерений требуется импульсный детектор). На генераторе выполнить следующие установки: "Select Modulation\Pulse\Source\Ext, Polarity": "Normal, External impedanse: 50  $\Omega$ ". уровень мощности модулируемого сигнала минус 2 дБм. Частота запуска, подаваемая от внешнего источника импульсного модулирующего сигнала 500 Гц.

Измерение динамического диапазона сигнала в режиме импульсной модуляции проводить при установке на генераторе поляризации в режим: "Polarity: Inv" и уровня выходной мощности 0 дБм. АРУ отключено через установки: "Select Level\Afc\State\Off". Установить на К2-76 количество усреднений не менее 50.

Измерить длительность огибающей радиоимпульса и длительность фронта/среза по уровню 0,1; 0,9 от размаха импульса.

Результаты поверки считать положительными, если:

- длительность фронта/среза не превышают 20 нс;
- величина динамического диапазона не менее 80 дБ.

### 9 Оформление результатов проведения поверки

9.1 При положительных результатах поверки на генератор (техническую документацию) наносится оттиск поверительного клейма или выдается свидетельство установленной формы.

9.2 Значения характеристик, определенные в процессе поверки при необходимости заносятся в документацию.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки применение генератора запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ "Воентест" 32 ГНИИИ МО РФ

Научный сотрудник  
ГЦИ СИ "Воентест" 32 ГНИИИ МО РФ

Представитель ИЛ СИ ВН «Русском-Тест»

Представитель ИЛ СИ ВН «Русском-Тест»



И.М. Малай

В.Н. Прокопишин

И.И. Петров

А.В. Селизов