

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»



А. Д. Меньшиков

«13» апреля 2018 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ SMB100A С ОПЦИЯМИ B131, B140N

Методика поверки

РТ-МП-5305-441-2018

г. Москва  
2018 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов SMB100A с опциями B131, B140N (далее – генераторы), изготовленные фирмой «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия, и фирмой “Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o”, Чехия, устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 3 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	5.1	да	да
Опробование	5.2	да	да
Подтверждение идентификационных данных ПО	5.3	да	да
Определение метрологических характеристик	5.4		
Определение погрешности установки частоты выходного сигнала	5.4.1	да	да
Определение погрешности установки уровня выходного сигнала	5.4.2	да	да
Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний	5.4.3	да	да
Определение параметров режимов АМ, ЧМ, ИМ	5.4.4	да	нет
Определение КСВН выхода генератора	5.4.6	да	нет

1.2 Допускается проводить периодическую поверку генератора сигналов SMB100A с опцией B140N в ограниченном диапазоне частот до 31,8 ГГц на основании письменного заявления владельца СИ с соответствующей записью в свидетельстве о поверке.

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяются средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
		Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
5.4.1	Стандарт частоты	Частота выходных сигналов 5 МГц, 10 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ за 1 год	Стандарт частоты рубидиевый GPS -12RG
5.4.1, 5.4.2	Установка для измерения ослабления	от 100 кГц до 40 ГГц от -130 до +20 дБмВт <sup>1</sup>	$\pm 2 \cdot 10^{-7}$ $\pm(0,01 + 0,0005 \cdot A)$ дБ	Приемник измерительный FSMR50 с опцией B24
5.4.2	Измеритель мощности	от 0 до 40 ГГц от $10^{-3}$ до $10^2$ мВт	$\pm(0,15 \dots 0,3)$ дБ	Преобразователь измерительный NRP-Z55
5.4.3, 5.4.4	Анализатор спектра	от 2 Гц до 40 ГГц от -150 до +30 дБмВт гармонические искажения $\leq -70$ дБн <sup>2</sup> негармонические искажения $\leq (-110 \dots -90)$ дБн фазовые шумы $\leq -134$ дБн/Гц <sup>3</sup> при отстройке 10 кГц на 1 ГГц	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$	Анализатор спектра FSW43 с опциями K7 и B160
5.4.4	Измеритель модуляции	Кам: от 0 до 100 % Фд: до 160 МГц	$\pm 0,5$ % $\pm 0,5$ %	
5.4.5	Анализатор цепей	от 100 кГц до 40 ГГц КСВН: от 1,05 до 10	$\pm 5$ %	Анализатор цепей векторный ZNB40
Примечание - Здесь и далее: <sup>1</sup> дБмВт – дБ относительно 1 мВт; <sup>2</sup> дБн – дБ относительно уровня несущей; <sup>3</sup> дБн/Гц – дБ относительно уровня несущей, приведенное к полосе пропускания 1 Гц				

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в руководстве по эксплуатации на генераторы, в эксплуатационных документах на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

## 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С	20±5
- относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7
- напряжение сети, В	220±22
- частота сети, Гц	50±0,5

4.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать генератор в условиях, указанных в п. 4.1, в течение не менее 2 ч;
- выполнить операции, оговоренные в руководстве по эксплуатации на генератор по его подготовке к измерениям;
- выполнить операции, оговоренные в эксплуатационных документах на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима в течение 30 минут.

## 5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- комплектность согласно РЭ;
- отсутствие внешних механических повреждений, влияющих на точность показаний прибора;
- прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положений;
- наличие предохранителей;
- чистоту разъемов и гнезд;
- состояние лакокрасочных покрытий, гальванических покрытий и четкость гравировки.

### 5.2 Опробование

Проверить возможность и прохождение внутреннего теста, для чего нажать клавишу Setup и в открывшемся меню выбрать System > Internal Adjustments > Adjust All".

Результаты опробования считать положительными, если самотестирование проходит без ошибок.

### 5.3 Подтверждение идентификационных данных ПО

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения для управления генератором отображаются при нажатии клавиши Setup и выборе в открывшемся меню прибора: System > Software / Options".

Наименование и номер версии ПО должны соответствовать описанию ПО в описании типа средства измерений на генератор.

### 5.4 Определение метрологических характеристик

#### 5.4.1 Определение погрешности установки частоты выходного сигнала

Погрешность установки частоты определить путем измерения сигнала внутренней

опорной частоты 10 МГц на задней панели генератора, а также максимальной частоты выходного СВЧ сигнала (31,8 ГГц/40 ГГц для опций В131/В140N соответственно) при помощи приемника измерительного, работающего от стандарта частоты.

Погрешность рассчитать по формуле (1):

$$\Delta f = (f_{\text{ген}} - f_{\text{прм}}) / f_{\text{прм}}, \quad (1)$$

где  $f_{\text{прм}}$  - частота, измеренная приемником;  $f_{\text{ген}}$  - частота на генераторе.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность установки частоты, не превышает пределов, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\delta f$ при работе от внутренней опорной частоты	штатно	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
	опция В1	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$
	опция В1Н	$\pm 3 \cdot 10^{-8}$

#### 5.4.2 Определение погрешности установки уровня выходного сигнала

Погрешность установки уровня, а также диапазона установки уровня выходного сигнала определить при помощи измерителя мощности для уровня выходной мощности от 0 дБмВт, при помощи приемника измерительного для уровней мощности от -120 дБмВт до 0 дБмВт.

Подключить ваттметр к выходу генератора, установить на нем частоту измерений для корректировки частотной зависимости. На генераторе установить немодулированный сигнал, уровень выходной мощности 0 дБмВт. Измерения выходного уровня генератора провести на частотах 0,2; 1; 3; 8; 10; 20; 50; 50,01; 125; 500; 1000 МГц; далее в зависимости от установленной опции В131/В140N с шагом 1 ГГц до конца частотного диапазона.

Погрешность установки уровня мощности 0 дБмВт вычислить по формуле (2):

$$\Delta P_{0\text{дБм}} = P_{\text{уст}} - P_{\text{изм}} \text{ [дБ]} \quad (2)$$

где:  $P_{\text{уст}}$  - установленное на генераторе значение уровня мощности [дБмВт];  
 $P_{\text{изм}}$  – показания измерителя мощности [дБмВт].

Кроме этого, аналогичным образом определить погрешность установки максимально специфицированного уровня выходного сигнала генератора в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Максимально специфицируемый уровень выходного сигнала в зависимости от частоты, дБмВт	штатно	от 200 кГц до 10 МГц включ.	+5
		св. 10 МГц до 40 ГГц включ.	+8
	опция В32	от 200 кГц до 10 МГц включ.	+5
		св. 10 МГц до 50 МГц включ.	+9
		св. 50 МГц до 40 ГГц включ.	+13

Затем соединить выход генератора с входом приемника измерительного. Генератор перевести в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 10 МГц,

который подать с выхода 10 МГц приемника. На генераторе установить немодулированный сигнал частотой 3 ГГц и уровнем 0 дБмВт. На приемнике установить частоту измерения и выбрать режим относительных измерений (установить «0»).

Уменьшая выходной уровень генератора  $P_{уст}$  с шагом 10 дБ, провести измерения до уровня минус 120 дБмВт, рассчитать погрешность установки уровня по формуле (3):

$$\Delta P = P_{уст} - A + \Delta P_{0дБм} \quad (3)$$

где: А – текущие показания приемника.

Повторить измерения на максимальной частоте генератора (31,8 ГГц для опции В131, 40 ГГц для опции В140N).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность установки уровня соответствует указанным в таблице 5.

Таблица 5

Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня, дБ	до минус 90 дБмВт включ.	от 200 кГц до 3 ГГц включ.	±0,5
		св. 3 ГГц до 20 ГГц включ.	±1,2
		св. 20 ГГц до 40 ГГц включ.	±1,5
	от минус 90 до 13 дБмВт вкл.	от 200 кГц до 3 ГГц включ.	±0,5
		св. 3 ГГц до 20 ГГц включ.	±0,9
		св. 20 ГГц до 40 ГГц включ.	±1,0

#### 5.4.3 Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний

Уровень гармонических и негармонических составляющих определить с помощью анализатора спектра, фазовый шум – с помощью анализатора спектра в режиме измерения фазовых шумов.

5.4.3.1 Выход генератора подключить к входу анализатора спектра, анализатор и генератор синхронизировать по общей опорной частоте. На генераторе установить немодулированный сигнал частотой 10 МГц и уровнем 7,9 дБмВт. На анализаторе спектра опорный уровень 10 дБмВт, центральную частоту равную частоте генератора, полосу пропускания 1 кГц. Включить режим автоматического измерения гармонических составляющих. Повторить измерения на частотах 150 МГц; 1,001 ГГц; 2,999 ГГц; 11,999 ГГц и 20,999 ГГц (на частотах 11,999 ГГц и 20,999 ГГц измерить только уровень 2-ой гармоники).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень гармонических составляющих синусоидального сигнала соответствует указанным в таблице 6.

Таблица 6

Уровень гармонических составляющих, дБ относительно несущей, не более:	штатно	от 1 МГц до 40 ГГц включ.	-30
	опция В26	от 1 МГц до 150 МГц включ.	-30
		св. 150 МГц до 3 ГГц включ.	-58
		св. 3 ГГц до 20 ГГц включ.	-50
		св. 20 ГГц до 40 ГГц включ.	-60

5.4.3.2 На генераторе установить немодулированный сигнал частотой 13 МГц с

уровнем 0 дБмВт. На анализаторе спектра установить опорный уровень 0 дБмВт, полосу обзора от 0,1 МГц до 40 ГГц, полосу пропускания такую, чтобы собственные шумы анализатора были менее -80 дБмВт. Измерить маркером уровень несущего колебания  $P_f$ , затем провести измерения максимального уровня дискретных составляющих в полосе обзора  $P_{search}$ , исключая гармонические и субгармонические составляющие. Рассчитать уровень негармонических составляющих по формуле:  $D = P_f - P_{search}$ , исключая гармонические и субгармонические составляющие генератора, а также частоты ПЧ и зеркальные каналы анализатора спектра (37 МГц, 1317 МГц и  $f-2\cdot 37$  МГц,  $f-2\cdot 1317$  МГц соответственно).

Затем повторить измерения на частотах 0,201 ГГц, 1,001 ГГц, 2,001 ГГц, 4,501 ГГц, 9,001 ГГц, 20,001 ГГц и 31,001 ГГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень негармонических составляющих синусоидального сигнала по отношению к уровню сигнала несущей частоты не превышает значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7

Уровень негармонических составляющих при отстройках от несущей свыше 10 кГц, не более:	до 23 МГц включ.	-70
	св. 23 МГц до 1,5 ГГц включ.	-70
	св. 1,5 ГГц до 3 ГГц включ.	-64
	св. 3 ГГц до 6 ГГц включ.	-58
	св. 6 ГГц до 12 ГГц включ.	-52
	св. 12 ГГц до 25 ГГц включ.	-46
	св. 25 ГГц до 40 ГГц включ.	-40

5.4.3.3 На генераторе установить немодулированный сигнал частотой 1 ГГц и уровнем 0 дБмВт. На анализаторе спектра установить режим измерения фазовых шумов, частоту 1 ГГц, диапазон отстроек от 1 кГц до 100 кГц. Маркером в режиме измерения фазового шума провести измерения при отстройке 20 кГц от несущей.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень фазовых шумов не превышает минус 122 дБ относительно несущей в полосе 1 Гц.

#### 5.4.4 Определение параметров режимов амплитудной, частотной, импульсной модуляции (АМ, ЧМ, ИМ)

Измерения параметров генератора в режимах внутренней АМ, ЧМ и ИМ (при наличии опций К21 и К23) провести при помощи анализатора спектра с опцией измерительного демодулятора сигналов с аналоговой модуляцией.

5.4.4.1 Для определения параметров в режиме АМ на генераторе установить режим внутренней АМ с  $K_{ам} = 80\%$  и частотой модулирующего синусоидального колебания 1 кГц, несущую 1 ГГц и уровень 0 дБмВт. На анализаторе – режим демодуляции АМ на частоте 1 ГГц с отображением  $K_{ам}$ , частоты модулирующего колебания и значения КНИ огибающей.

Провести измерения  $K_{ам}$  и КНИ, повторить измерения для  $K_{ам} = 1\%, 10\%, 30\%, 50\%$  и для частот 6 ГГц, 10 ГГц, 20 ГГц, 30 ГГц и 40 ГГц (для опции В140N).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность установки  $K_{ам}$  не превышает  $\pm(0,04\cdot M + 1)\%$ , КНИ не более 4,0 % при  $K_{ам} = 80\%$ .

5.4.4.2 Для определения параметров в режиме ЧМ на генераторе установить режим внутренней ЧМ с девиацией 1 МГц и частотой модулирующего синусоидального колебания 10 кГц, несущую 1 ГГц и уровень 0 дБмВт. На анализаторе – режим демодуляции ЧМ на частоте 1 ГГц с отображением девиации частоты, частоты модулирующего колебания и значения КНИ огибающей.

Провести измерения девиации и КНИ, повторить измерения для девиаций 1 кГц, 10 кГц, 1 МГц и для частот 6 ГГц, 10 ГГц, 20 ГГц, 30 ГГц и 40 ГГц (для опции В140N). При этом дополнительно проверить девиацию 4 МГц на 6 ГГц, 8 МГц на 10 ГГц, 16 МГц на 20 ГГц и 32 МГц на 30 ГГц и 40 ГГц (для опции В140N).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность установки девиации не превышает  $\pm(0,02 \cdot F_d + 20)$  Гц, КНИ не более 0,2 % при девиации 1 МГц.

5.4.4.3 Для определения времени нарастания радиоимпульса в режиме ИМ на генераторе установить: режим внутренней ИМ с периодом следования 100 нс и длительностью импульса 20 нс, частота несущей 1 ГГц и уровень 0 дБмВт. На анализаторе – режим нулевой полосы обзора на частоте 1 ГГц с полосой анализа 160 МГц и временем развертки 1 мкс. С помощью синхронизации добиться устойчивой картинки.

Провести с помощью маркера измерения времени нарастания радиоимпульса.

Для определения подавления радиоимпульса в паузе в режиме ИМ на генераторе установить: режим внешней ИМ, частота несущей 1 ГГц и уровень 0 дБмВт, полярность запускающего импульса - инверсная. На анализаторе – центральную частоту 1 ГГц, полосу обзора 10 МГц с полосой разрешения 1 кГц.

Маркером измерить уровень сигнала. Переключить полярность, снова провести измерения уровня сигнала. Вычислить подавление в паузе как разность между уровнями.

Повторить измерения для частот 6 ГГц, 10 ГГц, 20 ГГц, 30 ГГц и 40 ГГц (для опции В140N).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если коэффициент подавления не менее 80 дБ, а время нарастания – не более 15 нс.

#### 5.4.5 Определение КСВН выхода генератора

КСВН выхода определить при помощи анализатора цепей ZNB40. Анализатор цепей откалибровать на конце кабеля, с помощью которого проводится подключение к выходу генератора. На генераторе установить частоту 1 ГГц, уровень минус 80 дБмВт. На анализаторе цепей установить режим измерения КСВН в полосе частот от 0,1 МГц до 40 ГГц (в зависимости от диапазона частот генератора).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значение КСВН не превышает 2,0.

## 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

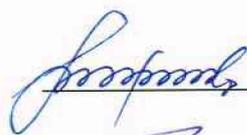
6.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующими нормативными правовыми документами.

Знак поверки наносится на переднюю панель генератора сигналов SMB100A с опциями В131, В140N или на свидетельство о поверке.

6.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности с указанием причин.

Начальник лаборатории № 441  
ФБУ «Ростест-Москва»

Ведущий инженер лаборатории № 441  
ФБУ «Ростест-Москва»

 А. С. Фефилов

 А.С. Каледин