

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ –

Заместитель генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»

А.С. ЕВДОКИМОВ



А.С. Евдокимов 2012 г.

Генераторы сигналов SGS100A

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП РТ 1828-2012

Начальник лаборатории №441
ФБУ «Ростест-Москва»

Главный специалист лаборатории №441
ФБУ «Ростест-Москва»

С. Э. Баринов

В. М. Барабанщиков

г. Москва
2012

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов SGS100A (далее – генераторы), изготавливаемые фирмой «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – три года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	5.1	да	да
2 Опробование	5.2	да	да
3 Подтверждение идентификационных данных ПО	5.3	да	да
4 Определение метрологических характеристик	5.4	да	да
4.1 Определение погрешности установки частоты выходного сигнала	5.4.1	да	да
4.2 Определение погрешности установки уровня выходного сигнала	5.4.2	да	да
4.3 Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний	5.4.3	да	нет
4.4 Определение параметров квадратурного модулятора	5.4.4	да	нет
4.5 Определение КСВН выхода генератора	5.4.5	да	нет

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
	Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
Стандарт частоты	Частота выходных сигналов 5 МГц, 10 МГц	$\pm 5 \times 10^{-10}$ за 1 год	Стандарт частоты рубидиевый GPS -12RG
Частотомер универсальный	Диапазон частот от 0,001 Гц до 40 ГГц	$\pm 5 \times 10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год	Частотомер универсальный CNT-90XL
Генератор сигналов	от 100 кГц до 6 ГГц Модуляция 16QAM	$\pm 0,4 \%$	Генератор сигналов высокочастотный векторный SMBV100A

Измеритель мощности	от 0 Гц до 40 ГГц от 2×10^{-3} до 1×10^2 мВт	$\pm 0,1$ дБ	Преобразователь измерительный NRP-Z55
Анализатор сигналов	от 10 Гц до 13,6 ГГц от (-150) до 30 дБ относительно 1 мВт демодуляция 16QAM	$\pm 1 \times 10^{-6}$ Линейность: $\pm(0,1 \dots 0,3)$ дБ $\pm 0,5$ %	Анализатор сигналов в реальном масштабе времени FSVR13
Измеритель фазовых шумов	от 1 МГц до 8 ГГц Фазовый шум на 1 ГГц, при отстройке 10 кГц	не более минус 136 дБ/Гц относительно уровня несущей	Анализатор источников сигналов FSUP8
Анализатор цепей	от 9 кГц до 13 ГГц КСВН: от 1,05 до 10	$\pm 5\%$	Анализатор цепей векторный ZVL13

Примечания:

1 Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке с не истекшим сроком действия.

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 технической документации 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, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 100 ± 4 (750 ± 30);
- напряжение питающей сети, В $220 \pm 4,4$;
- частота питающей сети, Гц $50 \pm 0,5$.

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 технической документации на генератор по его подготовке к измерениям;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации 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.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

5.2 Опробование

Проверить возможность подключения прибора к ПК и регулировки выходного уровня и частоты генератора через ПО. Выходные параметры генератора контролировать по анализатору сигналов.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

5.3 Подтверждение идентификационных данных ПО

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения для управления генератором отображаются при нажатии Help - About.

Наименование и номер версии ПО должны соответствовать описанию ПО в технической документации 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 при помощи частотомера, работающего от стандарта частоты.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если показания частотомера укладываются в пределы $10 \text{ МГц} \pm 10 \text{ Гц}$ ($\pm 1 \text{ Гц}$ при наличие опции В1).

5.4.2 Определение погрешности установки уровня выходного сигнала

Погрешность установки уровня выходного сигнала определить при помощи измерителя мощности для уровня выходной мощности 15 дБ/мВт, при помощи анализатора сигналов для уровней выходной мощности от -120 дБ/мВт до 10 дБ/мВт.

Подключить преобразователь измерителя мощности к выходу генератора, установить частоту измерений для корректировки частотной зависимости преобразователя. На генераторе установить немодулированный сигнал, уровень выходной мощности 15 дБ/мВт. Измерения выходного уровня генератора провести на частотах 1 МГц, 5 МГц, 10 МГц, 80 МГц, от 100 МГц до 1 ГГц с шагом 100 МГц, от 1 ГГц до 12 ГГц с шагом 500 МГц, 12,75 ГГц (в зависимости от диапазона частот генератора). Погрешность установки уровня мощности 15 дБ/мВт вычислить по формуле (1):

$$\Delta P_{15\text{дБм}} = P_{\text{уст}} - P_{\text{изм}} \text{ [дБ]} \quad (1)$$

где: $P_{уст}$ - установленное на генераторе значение уровня мощности [дБ/мВт];
 $P_{изм}$ – показания измерителя мощности [дБ/мВт].

Соединить выход генератора с входом анализатора сигналов. Генератор перевести в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 10 МГц, который подать с выхода 10 МГц анализатора сигналов. На генераторе установить немодулированный сигнал частотой 1 МГц и уровнем 15 дБ/мВт. На анализаторе сигналов установить режим анализатора спектра, значение центральной частоты и частоты маркера равными частоте генератора, опорный уровень 20 дБ/мВт, полосу обзора 10 Гц, полосу пропускания 5 Гц. Считать показание маркера анализатора A_{Marker} . Рассчитать поправочный коэффициент по формуле (2):

$$C = P_{изм} - P_{Marker15dBm}, \quad (2)$$

Затем, уменьшая выходной уровень генератора $P_{уст}$ с шагом 5 дБ, рассчитать погрешность установки уровня по формуле (3):

$$\Delta P = P_{уст} - P_{Marker} - C \quad (3)$$

где: P_{Marker} – текущие показания маркера анализатора сигналов.

При достижении показаний маркера менее, чем -65 дБ/мВт на анализаторе сигналов установить опорный уровень -65 дБ/мВт, установить встроенный аттенуатор ВЧ анализатора на 0 дБ, включить встроенный предусилитель и полосу пропускания 1 Гц. После этого считать показания маркера $P_{Marker(-65dBm)2}$ и рассчитать новый поправочный коэффициент по формуле (4):

$$C_{new} = C + P_{Marker(-65dBm)1} - P_{Marker(-65dBm)2} \quad (4)$$

Продолжить измерения и расчет погрешности установки уровня по формуле (3) с шагом 10 дБ вплоть до -120 дБ/мВт. Затем повторить измерения на частотах 1 ГГц; 6 ГГц; 12,75 ГГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность установки уровня мощности выходного сигнала не превышает $\pm 0,5$ дБ в диапазоне частот до 3 ГГц и $\pm 0,9$ дБ в диапазоне частот от 3 ГГц до 12,75 ГГц.

5.4.3 Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний

Уровень гармонических и негармонических составляющих определить с помощью анализатора сигналов, фазовый шум – с помощью измерителя фазовых шумов.

5.4.3.1 Выход генератора подключить к входу анализатора сигналов, анализатор и генератор синхронизировать по общей опорной частоте. На генераторе установить немодулированный сигнал частотой 1 МГц и уровнем 8 дБ/мВт. На анализаторе сигналов установить режим анализатора спектра, опорный уровень 10 дБ/мВт, центральную частоту равную частоте генератора, полосу пропускания 10 кГц. Включить режим автоматического измерения гармонических составляющих. Повторить измерения на частотах 80 МГц; 1,1 ГГц; 5,9 ГГц; 6,1 ГГц в зависимости от диапазона частот генератора (на частоте 6,1 ГГц измерить только уровень 2-ой гармоники).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень гармонических составляющих синусоидального сигнала по отношению к уровню сигнала несущей частоты не превышает -30 дБ.

5.4.3.2 На генераторе установить немодулированный сигнал частотой 13 МГц с уровнем 0 дБ/мВт. На анализаторе сигналов установить режим анализатора спектра, опорный уровень 0 дБ/мВт, полосу обзора от 1 МГц до 12,75 ГГц, полосу пропускания такую, чтобы собственные шумы анализатора были менее (-80) дБ/мВт. Измерить маркером уровень несущего колебания P_f , затем провести измерения максимального уровня дискретных составляющих в полосе обзора P_{search} , исключая гармонические составляющие. Рассчитать уровень негармонических составляющих по формуле: $D = P_f - P_{search}$. Затем повторить измерения на частотах 79 МГц, 1,1 ГГц, 5,9 ГГц, 11,9 ГГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень негармонических составляющих синусоидального сигнала по отношению к уровню сигнала несущей частоты не превышает:

- минус 76 дБ в диапазоне частот до 1,5 ГГц,
- минус 70 дБ в диапазоне частот от 1,5 ГГц до 3 ГГц,
- минус 64 дБ в диапазоне частот от 3 ГГц до 6 ГГц,
- минус 58 дБ в диапазоне частот от 6 ГГц до 12,75 ГГц.

5.4.3.3 На генераторе установить немодулированный сигнал частотой 1 ГГц и уровнем 0 дБ/мВт. На анализаторе источников сигналов FSUP8 установить 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 по отношению к уровню сигнала несущей частоты не превышает -126 дБ/Гц частоте на 1 ГГц.

5.4.4 Определение параметров квадратурного модулятора

5.4.4.1 Статическую погрешность модулятора определить путем подачи на вход модулятора квадратурного сигнала с модуляцией типа 16QAM и частотой передачи данных 10 кГц, и измерением векторной ошибки на ВЧ с помощью анализатора сигналов.

Для этого с IQ выходов генератора SMBV100A подать сигнал на IQ входы генератора SGS100A, а ВЧ выход генератора SGS100A соединить с входом анализатора FSVR13. На генераторе SMBV100A включить выход IQ с уровнем 0,5 В, установить модуляцию 16QAM, скорость 10 кГц, данные PRBS9. На генераторе SGS100A установить частоту выходного сигнала 1 ГГц, уровень 0 дБ/мВт, включить IQ модуляцию. На анализаторе FSVR13 установить частоту 1 ГГц, включить опцию K70 и настроить ее на демодуляцию сигнала 16QAM со скоростью 10 кГц. Повести измерения среднеквадратического значения векторной ошибки EVM_{rms} сигнала.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если среднеквадратическое значение векторной ошибки не превышает $\pm 0,6$ % на частоте 1 ГГц.

5.4.4.2 Неравномерность АЧХ модулятора определить путем подачи на модулятор синусоидального сигнала в диапазоне частот модуляции и измерения неравномерности АЧХ сигнала ВЧ с помощью анализатора сигналов.

Для этого ВЧ выход генератора SMBV100A подключить к входу I модулятора SGS100A, а ВЧ выход генератора SGS100A к входу анализатора сигналов FSVR13. На SMBV100A установить частоту 1 МГц, уровень 0,5 В, на SGS100A – частоту 1 ГГц, уровень 0 дБ/мВт, включить модуляцию (в нормальном и широкополосном режимах), на

анализаторе сигналов установить режим анализатора спектра, частоту 1 ГГц, опорный уровень 10 дБ/мВт, полосу обзора 1,2 ГГц. При этом на анализаторе должен наблюдаться амплитудно-модулированный сигнал с подавленной несущей.

Измерить с помощью маркера анализатора выходной уровень генератора SGS100A на частоте 1,001 ГГц и 999 МГц. Устанавливая частоту на выходе SMBV100A из ряда 10 МГц, 25 МГц, 50 МГц, 100 МГц, 250 МГц, 500 МГц, повторить измерения уровня генератора SGS100A на соответствующих частотах и рассчитать неравномерность АЧХ относительно частоты 1 МГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если неравномерность АЧХ не превышает ± 3 дБ в полосе 50 МГц и ± 6 дБ в полосе 500 МГц.

5.4.5 Определение КСВН выхода генератора

КСВН выхода определить при помощи анализатора цепей ZVL13. Анализатор цепей откалибровать на конце кабеля, с помощью которого проводится подключение к выходу генератора. На генераторе установить частоту 1 ГГц, уровень -80 дБ/мВт. На анализаторе цепей установить режим измерения КСВН в полосе частот от 10 МГц до 6/12,75 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 на прибор выдается "Свидетельство о поверке" установленного образца.

6.3 При отрицательных результатах поверки на прибор выдается "Извещение о непригодности" установленного образца с указанием причин непригодности.