

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

02

2013 г.

Инструкция

Генераторы сигналов Agilent E4428C ESG, Agilent E4438C ESG
фирмы «Agilent Technologies»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

2013 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов Agilent E4428C ESG, Agilent E4438C ESG (далее по тексту – генераторы), «Agilent Technologies», и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

2 Операции поверки

2.1 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	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8	да	да
3.1 Определение диапазона рабочих частот и абсолютной погрешности установки частоты	8.1	да	да
3.2 Определение дискретности установки частоты	8.2	да	да
3.3 Определение основной относительной погрешности установки частоты опорного генератора	8.3	да	да
3.4 Определение уровня выходного сигнала опорного генератора на нагрузке 50 Ом	8.4		
3.5 Определение погрешности установки уровня выходного сигнала	8.5	да	да
3.6 Определение погрешности установки девиации частоты в режиме частотной модуляции	8.6	да	да
3.7 Определение уровня гармонических составляющих относительно уровня основного сигнала	8.7	да	да
3.8 Определение уровня негармонических составляющих относительно уровня несущей частоты	8.8	да	да
3.9 Определение уровня фазовых шумов при отстройке от несущей на 20 кГц	8.9	да	да
3.10 Определение максимальных значений установки девиации частоты	8.10	да	да
3.11 Определение максимальных значений установки девиации фазы	8.11	да	да
3.12 Определение погрешности установки девиации фазы в режиме фазовой модуляции (ФМ)	8.12		
3.13 Определение основных параметров импульсного сигнала в режиме импульсной модуляции	8.13	да	да
4 Проверка программного обеспечения			

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
Ваттметр поглощающей мощности М3-51	Диапазон частот от 0,02 до 17,85 ГГц, диапазон измерений мощности от 10^{-6} до 10^{-2} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности \pm (от 4 до 6) %	8.5
Ваттметр поглощающей мощности М3-54	Диапазон частот от 0 до 17,85 ГГц, диапазон измерений мощности от 10^{-4} до 1 Вт; пределы допускаемой погрешности измерений мощности \pm 1,5 %.	8.5
Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64/1	Диапазон измерений частоты синусоидального сигнала от 0,0001 Гц до 1 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора за интервал между поверками $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$	8.1, 8.2
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66	Диапазон частот от 10 Гц до 37,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности $\pm 5 \cdot 10^{-7}$	8.1
Стандарт частоты рубидиевый FS 725	Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты 5, 10 МГц $\pm 5 \cdot 10^{-11}$	8.1, 8.2, 8.3
Синтезатор частоты РЧ6-05	Диапазон частот от 0,3 до 1200 МГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm 3,65 \cdot 10^{-10}$ за 12 мес.	8.2, 8.3
Милливольтметр Ф5263	Пределы измерений от 1 мВ до 300 В, диапазон частот от 10 Гц до 10 МГц, пределы допускаемой погрешности измерений \pm (0,5-10) %	8.4
Вольтметр переменного тока диодный компенсационный В3-49	Диапазон измерений от 10 мВ до 100 В, диапазон частот от 20 Гц до 1000 МГц, пределы допускаемой погрешности измерений \pm (0,2+0,08/U) %	8.5
Рабочий эталон отношения мощностей РЭО-2	Диапазон частот от 0 до 18 ГГц, пределы установки отношения мощностей 0...110 дБ, пределы допускаемой погрешности \pm 0,005 дБ для 10 дБ, пределы допускаемой погрешности \pm 0,1 дБ в диапазоне от 10 до 60 дБ	8.5

Наименование и условное обозначение средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки	Номер пункта методики
Микровольтметр селективный SMV-11	Диапазон частот от 9 кГц до 30 МГц, диапазон измерений напряжения от 1 мкВ до 1,8 В, пределы допускаемой погрешности измерений 1 %	8.5
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 рубидиевый Ч1-1016	Номинальное значение частоты 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-11}$.	8.2, 8.3
Измеритель модуляции вычислительный СК3-45	Диапазон несущих частот измеряемого сигнала в режиме АМ от $4 \cdot 10^{-4}$ до 500 МГц и ЧМ от $4 \cdot 10^{-4}$ до 1000 МГц, 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, %; в режиме ЧМ: $\Delta = \pm (2A_0 \cdot \Delta f + 2\Delta f_{ш})$, где A_0 – относительная погрешность измерений; Δf – значение измеряемой девиации частоты, кГц; $\Delta f_{ш}$ – «шумовой» остаток, кГц.	8.6, 8.7, 8.9, 8.11, 8.12
Анализатор спектра Agilent 4408B	Диапазон измеряемых частот от 100 до $13,2 \cdot 10^9$ Гц, максимальный динамический диапазон 98 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня $\pm 1,0$ дБ.	8.5, 8.6, 8.9, 8.10
Анализатор спектра Agilent E4440A	Диапазон частот от 3 Гц до 26 ГГц, диапазон измерений мощности от минус 140 до 30 дБм, пределы допускаемой погрешности измерений мощности $\pm 0,2$ дБ; нелинейность шкалы $\pm 0,2$ дБ	8.5, 8.6, 8.7, 8.8
Осциллограф специальный С9-9	Полоса пропускания от 0 до 18 ГГц, диапазон напряжений от 10 мВ до 1 В, погрешность измерения временных интервалов $\pm (0,2 + (0,5D_p/D_x))$, при D_x от 5 нс до 100 мкс, $\pm (2 + (0,4D_p/D_x) + (0,6/D_x))$ при D_x от 40 пс до 5 нс, где D_p – длительность развертки, D_x – длительность измеряемого импульса.	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.

3.3 Все средства поверки должны быть исправны и иметь свидетельства о поверке.

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 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

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

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра установить 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 фирмы-изготовителя.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования, приведенные в п. 7.1.1.

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.

7.2.2 Результаты опробования считать положительными, если в процессе диагностики отсутствуют сообщения об ошибках.

8 Определение метрологических характеристик

8.1 Определение диапазона рабочих частот и абсолютной погрешности установки частоты

8.1.1 Диапазон частот и абсолютную погрешность установки частоты определить измерением частоты колебаний при соединении приборов по схеме, приведенной на рисунке 1. На генераторе при помощи клавиши «Frequency» устанавливают граничные значения диапазона частот генератора, при помощи клавиши «AMPLITUDE» уровень мощности выходного сигнала 0 дБм. Нажатием клавиши «RF On/Off» подать сигнал на высокочастотный выход генератора.

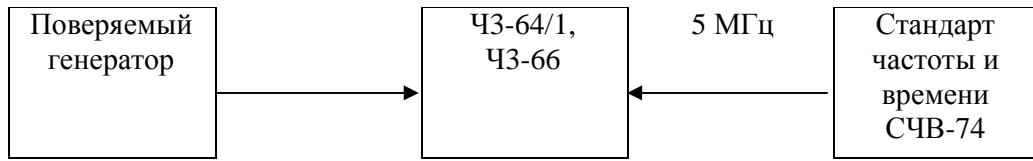


Рисунок 1

Абсолютную погрешность установки частоты генератора (Δ_f) вычисляют по формуле (1):

$$\Delta_f = f_{\text{уст}} - f_{\text{изм}} \quad (1)$$

где: $f_{\text{уст}}$ – значение частоты, установленное на генераторе,
 $f_{\text{изм}}$ – значение частоты, измеренное частотометром.

8.1.2 Результаты поверки считать положительными, если значение основной абсолютной погрешности установки частоты находится в пределах $\pm (\delta_{\text{оп.}} * f_{\text{уст}} + 0,01)$ Гц, где: $\delta_{\text{оп.}} = 10^{-7}$ для генераторов сигналов Agilent E4428C ESG и Agilent E4438C ESG с установленной опцией 1E5 или опцией UNJ; $\delta_{\text{оп.}} = 10^{-6}$ для генераторов сигналов Agilent E4438C ESG с установленными опциями 501-504, 506.

8.2 Определение дискретности установки частоты

8.2.1 Дискретность установки частоты определить методом прямых измерений частоты на выходе поверяемого генератора частотометром электронно-счетным Ч3-64/1 по схеме, приведенной на рисунке 2.



Рисунок 2.

Поверяемый генератор и частотометр Ч3-64/1 установить в режим внешнего запуска. Сигнал частотой 5 МГц с выхода стандарта частоты СЧВ-74 одновременно подать на вход внешнего запуска частотометра Ч3-64/1 и синтезатора частот РЧ6-05.

С синтезатора частот РЧ6-05 сигнал частотой 10 МГц подать на вход внешнего запуска поверяемого генератора. На поверяемом генераторе установить частоту выходного сигнала 1000 000,00 Гц. На частотомете установить режим измерения частоты, время счета устанавливают 10 с.

Сигнал частотой 1000 000,00 Гц с выхода **RF OUTPUT** поверяемого генератора подать на вход частотометра и провести измерение частоты $F_{\text{уст}}$. Уменьшить частоту выходного сигнала на поверяемом генераторе на 0,01 Гц, провести измерение частоты F_h и определить ΔF_h по формуле (2):

$$\Delta F_h = F_{\text{уст}} - F_h \quad (2)$$

Затем увеличить частоту выходного сигнала на 0,01 Гц, измерить частоту F_b и определяют ΔF_b по формуле (3):

$$\Delta F_b = F_b - F_{уст} \quad (3)$$

8.2.2 Результаты поверки считать положительными, если значения ΔF_h и ΔF_b находятся в пределах $(0,01 \pm 0,005)$ Гц.

8.3 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора

8.3.1 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора проводить методом сличения при помощи компаратора частотного Ч7-39.

Соединить средства поверки в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 3.

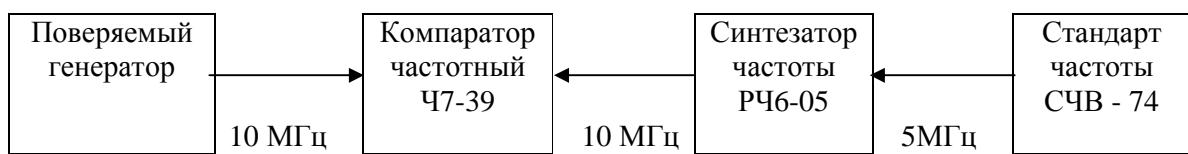


Рисунок 3

Сигнал с разъема ВЫХОД 10 МГц (OUT 10 МГц на задней панели) поверяемого генератора подать на разъем ВХОД f_x компаратора Ч7-39, работающего в режиме $\Delta f/f$ при времени счета 10 с.

Со стандарта частоты и времени СЧВ-74, подать сигнал частотой 5 МГц на вход внешнего запуска синтезатора частот РЧ6-05. С выхода синтезатора частот РЧ6-05 сигнал частотой 10 МГц подать на разъем ВХОД f_0 компаратора Ч7-39. Записать показание компаратора Δf [Гц] и по формуле (4) рассчитать значение относительной погрешности установки частоты опорного генератора:

$$\delta_f = 10^{-7} \times \Delta f \quad (4)$$

8.3.2 Результаты проверки считать положительными, если значения относительной погрешности установки частоты опорного генератора находится в пределах $\pm 10^{-6}$ для генераторов сигналов Agilent E4438C ESG с установленными опциями 501-504, 506; $\pm 10^{-7}$ для генераторов сигналов Agilent E4428C ESG и генераторов сигналов Agilent E4438C ESG с установленными опциями 1E5 или UNJ.

8.4 Определение выходного напряжения внутреннего опорного генератора на нагрузке 50 Ом

8.4.1 Определение выходного напряжения внутреннего опорного генератора проводится методом прямых измерений на выходе поверяемого генератора сигналов с помощью вольтметра Ф5263 по схеме приведенной на рисунке 4.

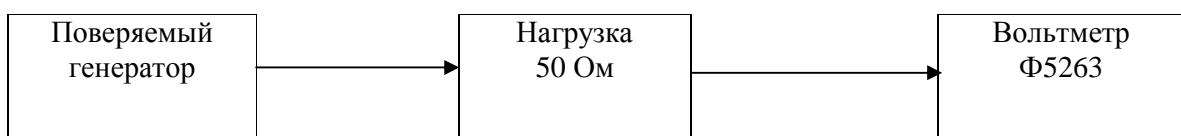


Рисунок 4

8.4.2 Результаты поверки считать положительными, если значение выходного напряжения опорного генератора не менее 0,35 В.

8.5 Определение погрешности установки уровня выходного сигнала

8.5.1 Определение погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне от минус 7 дБм до 17 дБм.

8.5.1.1 Измерение уровня выходного сигнала проводить на частотах 250 кГц; (10, 100, 250, 500) МГц; (1, 2, 3, 4, 6) ГГц по схеме, приведенной на рисунке 5.

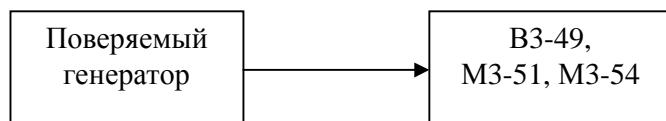


Рисунок 5

На поверяемом генераторе установить последовательно уровни выходного сигнала $P_{уст}$: 17; 13; 7; 0; минус 5; минус 7 дБм.

Измерения на частотах генератора 250 кГц и 10 МГц проводят вольтметром В3-49. Для подключения вольтметра В3-49 использовать соединитель типа ТП-121 из комплекта калибратора вольтметров В1-16. В качестве нагрузки (50±0,5) Ом использовать нагрузку Э9-002 из комплекта В3-49. Полученные результаты измерений $U_{изм}$ [В] занести в таблицу 3.

Таблица 3

Проверяемые частоты	Установленное значение мощности, $P_{уст}$ [дБм]	Измеренное значение выходного напряжения, $U_{изм}$ [В]	Погрешность, [дБ]
250 кГц, 10 МГц	17		
	13		
	7		
	0		
	минус 5		
	минус 7		

Погрешность установки уровня выходного сигнала в дБ вычислить по формуле (5):

$$\delta P = P_{уст}[\text{дБм}] - 10 \lg(20 \times U_{изм}^2) \quad (5)$$

На частотах (100, 250, 500) МГц; (1, 2, 3, 4, 6) ГГц определение погрешности установки уровня выходного сигнала осуществлять по результатам измерений уровня выходного сигнала ваттметрами М3-51, М3-54. Погрешность вычислить по формуле (6):

$$\delta P = P_{уст} - 10 \lg(P_{изм}) \quad (6)$$

где: $P_{уст}$ - установленное значение уровня выходного сигнала [дБм];
 $P_{изм}$ – измеренное значение уровня выходного сигнала ваттметром [мВт].

Полученные результаты измерений занести в таблицу 4.

Таблица 4

Поверяемые частоты	Установленное значение мощности, $P_{\text{уст}} [\text{дБм}]$	Измеренное значение мощности, $P_{\text{изм}} [\text{мВт}]$	Погрешность, [дБ]
(100, 250, 500) МГц; (1, 2, 3, 4, 6) ГГц	17		
	13		
	7		
	0		
	минус 5		
	минус 7		

8.5.1.2 Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значения погрешности установки уровня выходного сигнала находятся в пределах, указанных в таблице 6 настоящей методики.

8.5.2 Определение погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне от минус 127 до минус 17 дБм.

8.5.2.1 Погрешность установки уровня выходного сигнала определить методом замещения с помощью рабочего эталона отношения мощностей РЭО-2 и анализатора спектра Agilent E4440A (селективного микровольтметра SMV-11) по структурной схеме приведенной на рисунке 6.

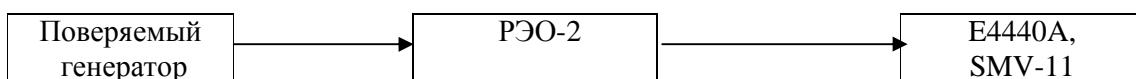


Рисунок 6

Измерения проводить на частотах 250 кГц и 10 МГц при помощи SMV-11; (100, 250, 500) МГц, (1, 2, 3, 4, 6) ГГц при помощи Agilent E4440A. На генераторе установить уровень выходного сигнала минус 7 дБм, номинальное ослабление РЭО-2: 60 дБ. На селективном микровольтметре установить режим измерения AV1, настроить на частоту генератора, установить пределы шкалы таким образом, чтобы показания стрелки прибора составляли (5...10) дБ, калибровкой уровня микровольтметра установить стрелку шкалы на отметку 8 дБ. Далее последовательно устанавливая на генераторе уровень выходного сигнала от минус 17 дБм до минус 67 дБм и номинальное ослабление РЭО-2 от 50 до 0 дБ (в соответствии с таблицей 5) фиксируют изменение показаний микровольтметра $\Delta A_{\text{изм}}$. Полученные результаты измерений занести в таблицу 5.

Таблица 5

Установленное значение уровня выходного сигнала, $P_{\text{уст}}$ [дБм]	Номинальное ослабление РЭО-2, $A_{\text{ном}}$	Изменение показаний Е4440А (SMV-11), $\Delta A_{\text{изм}}$	Погрешность, [дБ]
-7	60	0	$\delta P_{-7\text{дБм}}$
-17	50		
-27	40		
-37	30		
-47	20		
-57	10		
-67	0		
-67	60	0	$\delta P_{-67\text{дБм}}$
-77	50		
-87	40		
-97	30		
-107	20		
-117	10		
-127	0		

Погрешность установки уровня выходного сигнала в диапазоне от минус 17 дБм до минус 67 дБм рассчитать по формуле (7):

$$\delta P = \delta P_{-7\text{дБм}} + \Delta A_{\text{изм}} + A_{\text{ном}} - A_{60\text{дБ}} + A_{N\text{дБ}} \quad (7)$$

где: $\delta P_{-7\text{дБм}}$ - погрешность установки значения мощности минус 7 дБм, определенная по методике п. 8.5.2;

$A_{60\text{дБ}}$ – действительное значение разностного ослабления РЭО-2 для ступени 60 дБ;

$A_{N\text{дБ}}$ - действительные значения разностного ослабления РЭО-2 для ступеней N дБ, где $N = A_{\text{ном}}$

Далее на генераторе устанавливают уровень выходной мощности минус 67 дБм, номинальное ослабление РЭО-2: 60 дБ. На селективном микровольтметре устанавливают пределы шкалы таким образом, чтобы показания стрелки прибора составляли (5...10) дБ, калибровкой уровня микровольтметра устанавливают стрелку шкалы на отметку 8 дБ. Последовательно устанавливают на генераторе уровень выходного сигнала от минус 77 дБм до минус 127 дБм и номинальное ослабление РЭО-2 от 50 до 0 дБ (в соответствии с таблицей 5) фиксировать изменение показаний микровольтметра $\Delta A_{\text{изм}}$. Полученные результаты измерений заносят в таблицу 5.

Погрешность установки уровня выходного сигнала в диапазоне от минус 77 дБм до минус 127 дБм рассчитать по формуле (8):

$$\delta P = \delta P_{-67\text{дБм}} + \Delta A_{\text{изм}} + A_{\text{ном}} - A_{60\text{дБ}} + A_{N\text{дБ}} \quad (8)$$

где: $\delta P_{-67\text{дБм}}$ - погрешность установки значения мощности минус 67 дБм.

При работе с анализатором спектра подать на вход опорной частоты анализатора сигнал с выхода опорной частоты 10 МГц поверяемого генератора, установить анализатор в режим внешнего запуска, значение центральной частоты и частоты маркера установить равными частоте генератора. Полосу обзора, ширину полосы пропускания и опорный уровень анализатора устанавливают таким образом, чтобы кратковременная нестабильность показаний маркера не превышала $\pm 0,03$ дБ. При необходимости включить режим усреднения показаний. Далее проводят измерения погрешности установки уровня выходного сигнала генератора аналогично методике с применением селективного микровольтметра SMV-11.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки уровня выходного сигнала находятся в пределах, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Наименование характеристики	Значение характеристики			
Для генераторов сигналов Agilent E4428C ESG				
	Опция 503	Опция 503 и опция UNB	Опция UNB	Опции 506
Пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала (нормируется при температуре 23 ± 5 °C) при уровне выходного сигнала в диапазоне частот, дБ:				
от 7 до минус 50 дБм:				
от 250 кГц до 2 ГГц	$\pm 0,5$	-	-	$\pm 0,6$
от 2 ГГц до 3 ГГц	$\pm 0,6$	-	-	$\pm 0,6$
от 3 ГГц до 4 ГГц	-	-	-	$\pm 0,8$
от 4 ГГц до 6 ГГц	-	-	-	$\pm 0,8$
от 10 до минус 50 дБм				
от 250 кГц до 2 ГГц	-	-	$\pm 0,5$	-
от 2 ГГц до 3 ГГц	-	-	$\pm 0,6$	-
от минус 50 до минус 110 дБм				
от 250 кГц до 2 ГГц	$\pm 0,5$	-	$\pm 0,7$	$\pm 0,8$
от 2 ГГц до 3 ГГц	$\pm 0,6$	-	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$
от 3 ГГц до 4 ГГц	-	-	-	$\pm 0,9$
от 4 ГГц до 6 ГГц	-	-	-	$\pm 0,9$
от минус 110 до минус 127 дБм				
от 250 кГц до 2 ГГц	$\pm 0,7$	-	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$
от 2 ГГц до 3 ГГц	$\pm 0,8$	-	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$
от 3 ГГц до 4 ГГц	-	-	-	$\pm 1,5$
от 4 ГГц до 6 ГГц	-	-	-	-
Для генераторов сигналов Agilent E4438C ESG				
	Опции 501- 504	Опция UNB	Опция 506	
Пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала (нормируется при температуре 23 ± 5 °C) при уровне выходного сигнала в диапазоне частот, дБ:				
от 7 до минус 50 дБм:				
от 250 кГц до 2 ГГц	$\pm 0,5$	-	$\pm 0,6$	
от 2 ГГц до 3 ГГц	$\pm 0,6$	-	$\pm 0,6$	
от 3 ГГц до 4 ГГц	$\pm 0,7$	-	$\pm 0,8$	
от 4 ГГц до 6 ГГц	-	-	$\pm 0,8$	
от 10 до минус 50 дБм				
от 250 кГц до 2 ГГц	-	$\pm 0,5$	-	
от 2 ГГц до 3 ГГц	-	$\pm 0,6$	-	

от 3 до 4 ГГц	-	$\pm 0,8$	-
от минус 50 до минус 110 дБм			
от 250 кГц до 2 ГГц	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$	$\pm 0,8$
от 2 ГГц до 3 ГГц	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$
от 3 ГГц до 4 ГГц	$\pm 0,7$	$\pm 0,9$	$\pm 0,9$
от 4 ГГц до 6 ГГц	-	-	$\pm 0,9$
от минус 110 до минус 127 дБм			
от 250 кГц до 2 ГГц	$\pm 0,7$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$
от 2 ГГц до 3 ГГц	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$
от 3 ГГц до 4 ГГц	$\pm 0,9$	$\pm 1,3$	$\pm 1,5$
от 4 ГГц до 6 ГГц	-	-	-

8.6 Определение погрешности установки девиации частоты в режиме частотной модуляции

8.6.1 Измерение девиации частоты на несущих частотах: 250 кГц, 500 МГц, 1 ГГц проводить измерителем модуляции вычислительным СК3-45. На генераторе установить частоту модуляции 1000 Гц, значения девиации частоты $\Delta F_{уст} = 0,1; 1,0; 10$ и 100 кГц. Измерителем модуляции СК3-45 измерить значения девиации «вверх» $\Delta F_{вверх}$ и «вниз» $\Delta F_{вниз}$. Измеренное значение девиации $\Delta F_{изм}$ вычисляют по формуле (9):

$$\Delta F_{изм} = (\Delta F_{вверх} + \Delta F_{вниз}) / 2 \quad (9)$$

Измерение девиации частоты на несущих частотах: $F_h = 2, 3$ ГГц проводить анализатором спектра Agilent E4440A по схеме, приведенной на рисунке 7. На генераторе устанавливают частоту модуляции 1000 Гц, значение девиации частоты $\Delta F_{уст} = 1000$ кГц, выходной уровень 0 дБм.

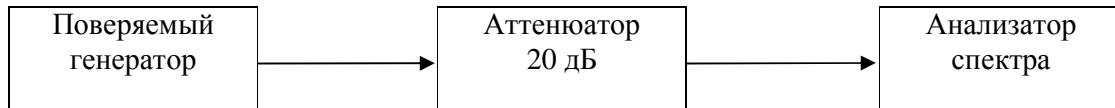


Рисунок 7

На анализаторе спектра установить следующие значения параметров:

- центральная частота = $F_h - 1000$ кГц,
- полоса обзора = 100 кГц,
- полоса пропускания = 1 кГц,
- опорный уровень = минус 10 дБм.

Установить маркер анализатора спектра на максимальное значение уровня спектра ЧМ сигнала, записать показание частоты маркера F_{min} .

На анализаторе спектра установить центральную частоту равную $F_h + 1000$ кГц. Установить маркер анализатора спектра на максимальное значение уровня спектра ЧМ сигнала, записать показание частоты маркера F_{max} .

Измеренное значение девиации $\Delta F_{изм}$ вычислить по формуле (10):

$$\Delta F_{изм} = \beta \cdot F_m, \quad (10)$$

$$\text{где: } b = \frac{I + 0,8086I^{1/3}}{1 - 0,27I^{-2/3}}, \quad I = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{2F_m}, \quad F_m - \text{частота модуляции} = 1000 \text{ Гц.}$$

Погрешность установки девиации частоты Δ_f определить по формуле(11):

$$\Delta_f = \Delta F_{\text{изм}} - \Delta F_{\text{уст}} \quad (11)$$

8.6.2 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки девиации частоты находятся в пределах $\pm (0,035 \cdot \Delta F_{\text{уст}} + 20)$, где $\Delta F_{\text{уст}}$ установленное значение ЧМ девиации, Гц.

8.7 Определение уровня гармонических составляющих относительно уровня основного сигнала

8.7.1 Определение уровня гармонических составляющих по отношению к уровню основной гармоники определяется с помощью анализатора спектра Agilent E4440A. Измерения проводят на частотах 250 кГц; (10, 100, 250, 500) МГц; (1, 2, 3, 4, 6) ГГц при выходном уровне генератора 4 дБм для опций 501-504, 7,5 дБм для опции UNB, 4,5 дБм для опции 506 по схеме, приведенной на рисунке 7. Маркер анализатора спектра установить на частоту основной гармоники, обнулить показание маркера и, устанавливая маркер на частоты 2 и 3 гармонической составляющей сигнала, измерить уровни последующих гармонических составляющих.

8.7.2 Результаты поверки считать положительными, если уровни гармонических составляющих относительно уровня основного сигнала не превышают значения минус 30 дБн.

8.8 Определение уровня негармонических составляющих относительно уровня несущей частоты

8.8.1 Определение уровня негармонических составляющих относительно уровня несущей частоты, производится непосредственным измерением анализатором спектра Agilent E4440A с помощью маркеров при отстройке от несущей частоты на 3 кГц (для опций 503, 506 генераторов сигналов Agilent E4428C ESG, опций 501-504, 506, UNJ генераторов сигналов E4438C ESG) или 10 кГц (для опций 503, 506 генераторов сигналов Agilent E4428C ESG, опции UNJ генераторов сигналов Agilent E4438C ESG). Измерения проводить на частотах 250 кГц; (10, 100, 250, 500) МГц; (1, 2, 3, 4, 6) ГГц при выходном уровне генератора 7 дБм для опций 501-504, 4 дБм для опции 506 по схеме, приведенной на рисунке 7.

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

Таблица 7

Наименование характеристики	Значение характеристики	
Для генераторов E4428C ESG		
Отстройка несущей частоты		
$\geq 3 \text{ кГц}$	$\geq 10 \text{ кГц}$	
от 250 кГц до 250 МГц	минус 65	-
от 250 МГц до 500 МГц	минус 80	минус 80
от 500 МГц до 1 ГГц	минус 80	минус 80
от 1 ГГц до 2 ГГц	минус 74	минус 74

от 2 ГГц до 4 ГГц от 4 ГГц до 6 ГГц	минус 68 минус 62	минус 68 минус 62
Для генераторов E4438C ESG		
Уровень негармонических составляющих относительно уровня несущей частоты при уровне выходного сигнала, не более 7 дБм (для опции 506 – 4дБм) , в диапазоне частот, дБн, не более: от 250 кГц до 250 МГц от 250 МГц до 500 МГц от 500 МГц до 1 ГГц от 1 ГГц до 2 ГГц от 2 ГГц до 4 ГГц от 4 ГГц до 6 ГГц	Стандарт Отстройка несущей частоты ≥ 3 кГц	С опцией UNJ (непрерывный режим) Отстройка несущей частоты ≥ 3 кГц ≥ 10 кГц
	минус 53 минус 59 минус 53 минус 47 минус 41 -	минус 65 минус 80 минус 80 минус 74 минус 68 минус 62
		- минус 80 минус 80 минус 74 минус 68 минус 62

8.9 Определение уровня фазовых шумов при отстройке от несущей основного сигнала на 20 кГц

8.9.1 Уровень фазовых шумов генератора определить анализатором спектра Agilent 4408В с функцией измерения фазовых шумов при отстройке от несущей выходного сигнала на 20 кГц. На генераторе сигналов установить значение уровня выходной мощности 0 дБм. Провести измерения уровня фазовых шумов генератора при отстройке от основного сигнала на 20 кГц, на следующих частотах: 0,5 1, 2, 3, 4, 6 ГГц.

8.9.2 Результаты поверки считать положительными, если уровень фазовых шумов при отстройке от несущей основного сигнала на 20 кГц не превышает следующих значений, дБс/Гц:

- на частоте 0,5 ГГц.....минус 135;
- на частоте 1 ГГц.....минус 130;
- на частоте 2 ГГц.....минус 124;
- на частоте 3 ГГц.....минус 121;
- на частоте 4 ГГц.....минус 118;
- на частоте 6 ГГц.....минус 113.

8.10 Определение максимальных значений установки девиации

8.10.1 Определение девиации частоты проводить анализатором спектра Agilent 4408В.

Собрать схему в соответствии с рисунком 7. С помощью клавиатуры на генераторе провести операции по установке режима ЧМ, частоту внутреннего модулирующего генератора 1 кГц, уровень выходной мощности основного сигнала минус 0 дБм. Измерения диапазона установки ЧМ проводить на частотах основного сигнала 0,250, 250, 500, 1000, 3000, 6000 МГц. Значения девиации частоты устанавливать максимальными для каждой из указанных частотных точек. Фиксировать пиковые значения w_e и w_n .

За измеренную величину девиации w_{uzm} принять половину ширины спектра наблюдаемого ЧМ сигнала.

Маркером «М» отсчитать ширину спектра от несущей до крайних значений боковых частот ЧМ сигнала. Фиксировать показания маркера М на анализаторе.

8.10.2 Результаты поверки считать положительными, если максимальные значения установки девиации частоты составляют не менее $N \cdot 1$ МГц, где N равно 0,5; 1; 2; 4; 8 (для генераторов сигналов Agilent E4428C ESG и генераторов сигналов Agilent E4438C ESG с опцией UNJ) или $N \cdot 8$ МГц (для генераторов сигналов Agilent E4438C ESGc опциями 501 - 504, 506).

8.11 Определение установки максимальных значений фазовой девиации

8.11.1 Определение установки максимальных значений фазовой модуляции проводить на следующих частотах основного сигнала: 0,250, 250, 500, 1000, 3000, 6000 МГц. На проверяемом генераторе установить режим качания ФМ сигнала, уровень мощности модулируемого сигнала 0 дБм. Изменяя девиацию фазы от минимального к максимальному значению провести измерения их величин измерителем модуляции СК3-45.

8.11.2 Результаты поверки считать положительными, если максимальные значения установки девиации фазы, составляют не менее $N \cdot 10$ радиан (для генераторов сигналов Agilent E4428C ESG и генераторов сигналов Agilent E4438C ESGc опцией UNJ) или $N \cdot 80$ радиан (для генераторов сигналов Agilent E4438C ESGc опциями 501 - 504, 506).

8.12 Определение погрешности установки девиации фазы в режиме фазовой модуляции (ФМ)

8.12.1 Определение погрешности установки девиации фазы проводить на следующих частотах основного сигнала: 0,250, 250, 500, 1000, 3000 МГц. На проверяемом генераторе установить режим ФМ сигнала, уровень мощности модулируемого сигнала 0 дБм, значения девиации фазы 5; 20; 80 рад для генератора сигналов E4428C ESG или 40; 160; 640 ($\Delta_{\text{фуст}}$) для генератора сигналов E4438C ESG. Провести измерения величины девиации измерителем модуляции СК3-45($\Delta_{\text{физм}}$).

Погрешность установки девиации фазы определить по формуле (12):

$$\Delta_{\phi} = \Delta_{\text{фуст}} - \Delta_{\text{физм}} \quad 12$$

8.12.2 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки девиации фазы находятся в пределах $\pm (0,05 \cdot \Delta_{\text{фуст}} + 0,01)$, где $\Delta_{\text{фуст}}$ установленное значение ФМ девиации, рад.

8.13 Определение основных параметров импульсного сигнала в режиме импульсной модуляции

Определение параметров сигнала в режиме «ИМ» проводить осциллографом специальным С9-9 на частотах модулируемого сигнала 0,1, 100, 500, 1000, 10000, 20000 Гц.

Результаты поверки считать положительными, если:

- период импульсов от 8 мкс до 30 с;
- ширина импульсов от 4 мкс до 30 с;
- частота модулирующего сигнала от 0,1 Гц до 20 кГц;
- подавление в паузе более 80 дБ.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверку соответствия заявленных идентификационных данных программного обеспечения проводить в соответствии с Руководством по эксплуатации МАЕК.416311.005РЭ.

Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют, данным приведенным в таблице 5

Таблица 5

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО (идентификационный номер)	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления идентификатора ПО
«ПО для генераторов сигналов Agilent E4428C ESG, Agilent E4438C ESG»	E4428C/ E4438C ESG Vector Signal Generator Firmware	C.05.83	767667FB697E3 E21E5BB8FFCB 1088B90	MD5

10 Оформление результатов проведения поверки

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

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

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

Начальник Центра испытаний и поверки
ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.И. Добровольский