



УТВЕРЖДАЮ  
 Руководитель ГЦИ СИ -  
 заместитель Генерального  
 директора  
 ФГУ «РОСТЕКТ-МОСКВА»  
 А.С. Евдокимов  
 28 апреля 2006 г.

## 9 Поверка прибора.

Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки генераторов сигналов SML01, SML02, SML03. Межповерочный интервал – 1 год.

### 9.1 Операции и средства поверки.

9.1.1. При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 9.1.

Таблица 9.1.

Наименование операций, производимых при поверке	Проверяемые отметки	Допустимые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
			рабочие эталоны	вспомог ательны е
1	2	3	4	5
9.5.1 Внешний осмотр.				
9.5.2 Опробование.			ЧЗ-64/1	
9.5.3 Определение диапазона частот и основной абсолютной погрешности установки частоты.	9 кГц; (1,1; 2,2; 3,3) ГГц	$\pm(\delta_{оп} \times f + 0,1)$ Гц, $\delta_{оп}$	ЧЧ1-69	ЧЗ-64/1 ЧЗ-66
9.5.4 Определение основной относительной погрешности установки частоты опорного генератора.	10 МГц	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$ ( $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ для опции SML-B1)	ЧЧ1-69	ЧЗ-64/1
9.5.5 Определение погрешности установки мощности выходного сигнала в диапазоне [-10 дБм; 13 дБм].	100 кГц; (5, 20, 100, 250, 500) МГц; (1,1; 2,2; 3,3) ГГц	$\pm 0,5$ дБ до 2 ГГц, $\pm 0,9$ дБ свыше 2 ГГц	ВЗ-49, МЗ-51, МЗ-54	Нагрузк а (50 $\pm$ 0,5) Ом
9.5.6 Определение погрешности установки мощности выходного сигнала в диапазоне [-120 дБм; -20 дБм].	(10; 100) МГц; (1,1; 2,2; 3,3) ГГц	$\pm 0,5$ дБ до 2 ГГц, $\pm 0,9$ дБ свыше 2 ГГц	РЭО-2	SMV- 11, ESPI7

1	2	3	4	5
9.5.7 Определение погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции при модулирующей частоте 1 кГц.	(0,1; 100; 400) МГц; (1,1; 2,2; 3,3) ГГц $K_{AM} = (5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90) \%$	$\pm(0,04 \times M_{уст} + 1) \%$	СК2-24, ESPI7	
9.5.8 Определение погрешности установки девиации частоты при модулирующей частоте 1 кГц.	(0,1; 76; 303) МГц; (1,1; 2,2; 3,3) ГГц $\Delta f_{уст} = 0,1; 1,0; 10; 100; 500; 1000$ кГц	$\pm(4 \times 10^{-2} \times \Delta F + 20)$ Гц	К2-38, СК3-45, ESPI7	
9.5.9 Определение неравномерности коэффициента амплитудной модуляции и девиации частоты в диапазоне модулирующих частот.	$F_m = (20, 200)$ Гц; (1, 5, 10, 50, 100) кГц	$\leq 3$ дБ	СК3-45	
9.5.10 Определение уровня гармонических составляющих по отношению к уровню основного сигнала.	(0,1; 100; 500) МГц; (1,1; 2,2; 3,3) ГГц	$< -30$ дБн	ESPI7	
9.5.11 Определение основной абсолютной погрешности установки частоты на выходе низкочастотного генератора.	0,1 Гц, 1 кГц и 1 МГц	$\pm(\delta_{оп.} * f_{уст} + 2,4 \times 10^{-3})$ Гц	Ч4-69, Agilent 54645D	Ч3-64/1
9.5.12 Определение основной абсолютной погрешности установки амплитуды напряжения на выходе низкочастотного генератора на частоте 1 кГц.	3, 10, 30, 100, 300, 500 мВ, 1, 2, 3, 4 В	$\pm(0,01 \times U_{уст} + 1$ мВ)	В3-60	
9.5.13 Определение неравномерности АЧХ на выходе низкочастотного генератора.	20 Гц, 1, 10, 100, 500 кГц	$\pm 0,5$ дБ	В3-49	
9.5.14 Определение коэффициента гармоник синусоидального сигнала на выходе низкочастотного генератора.	20 Гц, 1, 10 и 100 кГц	$\leq 0,3 \%$	С6-11	Нагрузк а 600 Ом
9.5.15 Определение диапазонов и основной относительной погрешности установки периода импульсов.	100 нс, 100 мкс, 100 мс и 85 с	$\pm 10^{-4}$	Ч3-64/1	

1	2	3	4	5
9.5.16 Определение диапазонов и основной абсолютной погрешности установки длительности импульсов.	20 нс, 50 мкс, 50 мс и 1 с	$\pm (10^{-4} \times t_{уст} + 3 \text{ нс})$ .	ЧЗ-64/1	
9.5.17 Определение диапазонов и основной абсолютной погрешности установки задержки выходных импульсов.	20 нс, 1 с	$\pm (10^{-4} \times D_{уст} + 3 \text{ нс})$ .	ЧЗ-64/1, Agilent 54645D	Г5-75

Примечание:

Операции по пп. 9.5.15...17 должны проводиться только при установленной опции SML-B3.

9.1.2 Технические характеристики рабочих эталонов и вспомогательных средств поверки представлены в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Наименование Средств поверки	Основные технические характеристики		Рекомендуемые средства поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Стандарт частоты	Сигнал частотой 5 МГц	$\leq \pm 3,65 \cdot 10^{-10}$ за 12 мес.	ЧЗ-69	
Частотомер электронно-счетный	Диапазон частот 0,005 Гц...1500 МГц	$\leq \pm 5 \cdot 10^{-7}$	ЧЗ-64/1	
Частотомер электронно-счетный	Диапазон частот 10 Гц...37,5 ГГц	$\leq \pm 5 \cdot 10^{-7}$	ЧЗ-66	
Ваттметр поглощаемой мощности	Диапазон частот (0,02...17,85) ГГц пределы измерений 1 мкВт...10 мВт	$\leq \pm 4\%$	МЗ-51	
Ваттметр поглощаемой мощности	Диапазон частот (0,02...17,85) ГГц пределы измерений ( $10^{-4}$ ...1) Вт	$\leq \pm 4\%$	МЗ-54	
Измеритель модуляции	Диапазон частот (0,01...500) МГц	$\leq \pm 1,5\%$	СК2-24	
Измеритель АМ и ЧМ модуляции	Диапазон частот (0,1...1000) МГц	$\leq \pm 3\%$	СК3-45	
Аппаратура образцовая для поверки измерителей девиации частоты	Диапазон частот (0,128...1000) МГц	$\leq \pm 1\%$	К2-38	
Микровольтметр селективный	Диапазон частот (0,01...30) МГц Пределы измерения (-20...126) дБмкВ	$\leq \pm 1,5 \text{ дБ}$	SMV-11	

Анализатор спектра	Диапазон частот 3 Гц...7 ГГц Пределы измерения мощности (-140...30) дБм	Погрешность измерения уровня $\leq \pm$ 0,2 дБ; Нелинейность шкалы $\leq \pm 0,2$ дБ	ESP17	
Вольтметр переменного тока диодный компенсационный	Пределы измерения 10 мВ...100 В, диапазон частот 20 Гц...1000 МГц	$\leq \pm (0,2+0,08/U)\%$	B3-49	
Милливольтметр	Пределы измерения 10 мкВ...1000 В диапазон частот 20 Гц...100 кГц	$\leq \pm (0,035-0,2)\%$	B3-60	
Измеритель нелинейных искажений	Пределы измерения $K_r (0,3...30)\%$ Диапазон частот 20 Гц...200 кГц	$\leq \pm 0,05 K_r$	C6-11	
Рабочий эталон отношения мощностей	Пределы установки отношения мощностей 0...110 дБ Диапазон частот (0...18) ГГц	Погрешность $\leq \pm 0,1$ дБ в диапазоне от 10 до 60 дБ	РЭО-2	
Осциллограф цифровой	Полоса пропускания 100 МГц	$\delta_t \leq 10^{-4} \times t + 0,02 \times (k-T$ развертки)	Agilent 54645D	
Генератор сигналов точной амплитуды	$T = 0,1$ мкс...9,99 с $U = 0,01...9,999$	$\leq \pm 10^{-3} T$	Г5-75	

Примечания:

1. Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.
2. Все средства поверки должны быть исправны и поверены в установленном порядке.

## 9.2 Требования безопасности

9.2.1. К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами.

9.2.2. По требованиям к электробезопасности прибор удовлетворяет классу защиты I при использовании трехпроводного сетевого шнура (с внутренним заземляющим проводом).

9.2.3. Перед включением прибора в сеть проверить исправность сетевого шнура питания.

9.2.4. Заземление прибора должно выполняться независимо от степени опасности помещения, в котором происходит работа с прибором.

Защитное заземление должно подключаться первым, а отключаться последним, после отключения шнура питания от сети и отсоединения от него измерительных кабелей.

9.2.5. Проводить измерения при минимальной мощности входного сигнала, достаточной для выполнения измерения. Следить за тем, чтобы источник СВЧ сигнала работал на согласованную нагрузку или замкнутую систему.

## 9.3 Условия поверки и подготовка к ней

При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $(23 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность воздуха 30 – 80%;

- атмосферное давление 84 – 106 кПа (630 – 800 мм.рт.ст.);
- напряжение источника питания ( $220 \pm 22$ ) В;
- частота ( $50 \pm 0,5$ ) Гц.

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- произвести внешний осмотр прибора;
- проверить комплектность прибора, наличие технической документации;
- разместить прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и исключив попадание на него прямых солнечных лучей;
- выполнить указания по подготовке к работе поверяемого прибора и средств поверки в соответствии с РЭ, ТО и ИЭ.

#### 9.4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее образование, практический опыт работы в области радиотехнических измерений не менее одного года и квалификацию поверителя.

#### 9.5 Проведение поверки

##### 9.5.1 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должны быть проверены:

- комплектность прибора;
- отсутствие видимых механических повреждений, влияющих на работоспособность прибора;
- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений;
- отсутствие дефектов лакокрасочных покрытий и четкость маркировок.

Приборы, имеющие дефекты, направляются в ремонт.

##### 9.5.2 Опробование.

Клавишей PRESET устанавливают предустановленное состояние прибора, клавишей RF ON/OFF включают выход генератора. Собирают схему, приведенную на рис. 9.1. Результаты проверки считают удовлетворительными, если на ЧЗ-64/1 осуществляется измерение частоты сигнала, и показания частотомера находятся в пределах ( $100\ 000\ 000 \pm 100$ ) Гц.

#### Определение метрологических характеристик

9.5.3 Определение диапазона частот и основной абсолютной погрешности установки частоты.

Диапазон частот и абсолютную погрешность установки частоты определяют измерением частоты колебаний при соединении приборов по схеме, приведенной на рис. 9.1. На генераторе устанавливают граничные значения диапазона частот генератора, уровень мощности выходного сигнала -10 дБм.

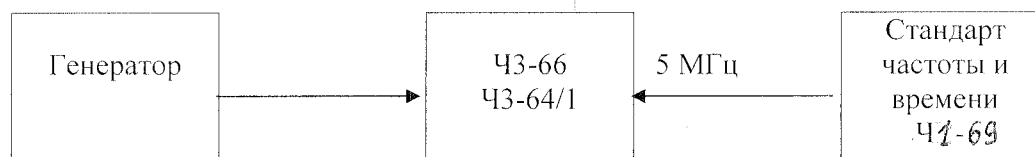


Рис. 9.1

Частотомер переводят в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 5 МГц, который подают от стандарта частоты и времени Ч1-69.

Абсолютную погрешность установки частоты генератора ( $\Delta f$ ) 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 частотомером.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если значение основной абсолютной погрешности установки частоты находится в пределах  $\pm(\delta_{\text{оп.}} * f_{\text{уст}} + 0,1)$  Гц, где:  $\delta_{\text{оп.}} = 10^{-6}$  ( $\delta_{\text{оп.}} = 10^{-7}$  для генераторов с установленной опцией SML-B1)

9.5.4 Определение основной относительной погрешности установки частоты опорного генератора.

Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора определяют измерением частоты колебаний при соединении приборов по схеме, приведенной на рис. 9.2.

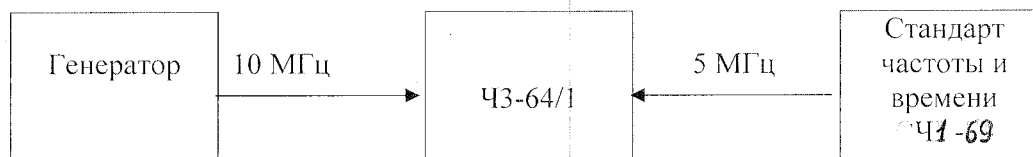


Рис. 9.2

Сигнал с разъема ВЫХОД 10 МГц (10 МГц REF на задней панели) поверяемого генератора подают на вход частотомера ЧЗ-64/1. Частотомер переводят в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 5 МГц, который подают от стандарта частоты и времени Ч1-69.

Относительную погрешность установки частоты опорного генератора находят по формуле (2):

$$\delta_f = \frac{10^7 - f_{\text{изм}}}{f_{\text{изм}}} \quad (2)$$

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значение относительной погрешности установки частоты опорного генератора находится в пределах  $\pm 10^{-6}$  ( $\pm 10^{-7}$  для генераторов с установленной опцией SML-B1)

9.5.5 Определение погрешности установки мощности выходного сигнала в диапазоне [-10 дБм; 13 дБм].

Измерение уровня мощности выходного сигнала в диапазоне [-10 дБм; 13 дБм] проводят на частотах 100 кГц; (5, 20, 100, 250, 500) МГц; (1,1; 2,2; 3,3) ГГц по схеме, представленной на рис. 9.3.



Рис. 9.3

На поверяемом генераторе сигналов клавишей PRESET устанавливают предустановленное состояние прибора, последовательно устанавливают мощность выходного сигнала  $P_{уст}$ : +13; +5; 0; -5; -10; -10 дБм (на частотах 100 кГц и 3,3 ГГц вместо значения +13 дБм устанавливают значение мощности +11 дБм).

Измерения мощности на частотах генератора 250 кГц и 5 МГц проводят вольтметром ВЗ-49. Для подключения вольтметра ВЗ-49 используется соединитель типа ТП-121 из комплекта калибратора вольтметров В1-16. В качестве нагрузки ( $50 \pm 0,5$ ) Ом используется нагрузка Э9-159 из комплекта ЭК9-140. Полученные результаты измерений  $U_{изм}$ [В] заносят в табл. 9.3.

Таблица 9.3

Поверяемые частоты	Установленное значение мощности, $P_{уст}$ [дБм]	Измеренное значение выходного напряжения, $U_{изм}$ [В]	Погрешность, [дБ]
100 кГц, 5 МГц	+13		
	+5		
	0		
	-5		
	-10		

Погрешность установки мощности выходного сигнала в дБ вычисляют по формуле (3):

$$\delta P = P_{уст}[\text{дБм}] - 10 \lg(20 \times U_{изм}^2) \quad (3)$$

На частотах (20, 100, 250, 500) МГц; (1,1; 2,2; 3,3) ГГц определение погрешности установки мощности выходного сигнала проводят измерением мощности ваттметром МЗ-51, МЗ-54 на выходе генератора сигналов. Погрешность вычисляют по формуле (4):

$$\delta P = P_{уст} - 10 \lg(P_{изм}) \quad (4)$$

где:  $P_{уст}$  - установленное значение мощности [дБм];

$P_{изм}$  - измеренное значение мощности ваттметром [мВт].

Полученные результаты измерений заносят в табл. 9.4.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значение погрешности установки мощности находится в пределах  $\pm 0,5$  дБ в диапазоне до 2 ГГц,  $\pm 0,9$  дБ свыше 2 ГГц.

Таблица 9.4

Поверяемые частоты	Установленное значение мощности, $P_{уст}$ [дБм]	Измеренное значение мощности, $P_{изм}$ [мВт].	Погрешность, [дБ]
(20, 100, 250, 500) МГц; (1,1; 2,2; 3,3) ГГц	+13		
	+5		
	0		
	-5		
	-10		

9.5.6 Определение погрешности установки мощности выходного сигнала в диапазоне [-120 дБм; -20 дБм].

Погрешность установки мощности выходного сигнала в диапазоне [-120 дБм; -20 дБм] определяется методом замещения с помощью рабочего эталона отношения мощностей РЭО-2 по структурной схеме изображенной на рис 9.4. В качестве компаратора используют анализатор спектра ESPI7 и селективный микровольтметр SMV-11. Измерения проводят на частотах 10 МГц, 100 МГц и максимальной частоте диапазона частот генератора.

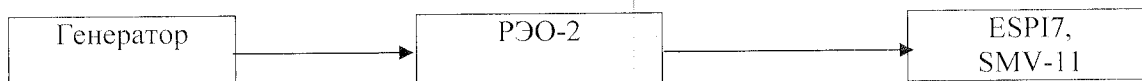


Рис 9.4.

На частоте 10 МГц используют SMV-11. На генераторе устанавливают уровень выходной мощности -10 дБм, номинальное ослабление РЭО-2 устанавливают равным 60 дБ. На селективном микровольтметре устанавливают режим измерения AV1, настраиваются на частоту генератора, устанавливают пределы шкалы таким образом, чтобы показания стрелки прибора составляли +5...+10 дБ, калибровкой уровня микровольтметра устанавливают стрелку шкалы на отметку +8 дБ. Далее последовательно устанавливая на генераторе уровень выходной мощности от -20 дБм до -70 дБм и номинальное ослабление РЭО-2 от 50 до 0 дБ (в соответствии с табл. 9.5) фиксируют изменение показаний микровольтметра  $\Delta A_{изм}$ . Полученные результаты измерений заносят в табл. 9.5.

Таблица 9.5

Установленное значение мощности, $P_{уст}$ [дБм]	Номинальное ослабление РЭО-2, $A_{ном}$	Изменение показаний ESPI7 (SMV-11), $\Delta A_{изм}$	Погрешность, [дБ]
-10	60	0	$\delta P_{-10дБм}$
-20	50		
-30	40		
-40	30		
-50	20		
-60	10		
-70	0		
-70	50	0	$\delta P_{-70дБм}$
-80	40		
-90	30		
-100	20		
-110	10		
-120	0		

Погрешность установки мощности в диапазоне от -20 дБм до -70 дБм подсчитывают по формуле (5):

$$\delta P = \delta P_{-10дБм} + \Delta A_{изм} + A_{ном} - A_{60дБ} + A_{NдБ} \quad (5)$$

где:  $\delta P_{-10дБм}$  - погрешность установки значения мощности -10 дБм, определенная по методике п. 9.5.5;

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



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

Далее на генераторе устанавливают уровень выходной мощности  $-70$  дБм, номинальное ослабление РЭО-2:  $50$  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 устанавливая на генераторе уровень выходной мощности от  $-80$  дБм до  $-120$  дБм и номинальное ослабление РЭО-2 от  $40$  до  $0$  дБ (в соответствии с табл. 9.5) фиксируют изменение показаний микровольтметра  $\Delta A_{\text{изм}}$ . Полученные результаты измерений заносят в табл. 9.5.

Погрешность установки мощности в диапазоне от  $-80$  дБм до  $-120$  дБм подсчитывают по формуле (6):

$$\delta P = \delta P_{-70\text{дБм}} + \Delta A_{\text{изм}} + A_{\text{ном}} - A_{50\text{дБ}} + A_{\text{ндБ}} \quad (6)$$

где:  $\delta P_{-70\text{дБм}}$  - погрешность установки значения мощности  $-70$  дБм.

На частоте  $100$  МГц и выше используют анализатор спектра ESPI7. На вход опорной частоты анализатора подают сигнал с выхода опорной частоты  $10$  МГц поверяемого генератора, устанавливают анализатор в режим внешнего запуска, значение центральной частоты и частоты маркера устанавливают равными частоте генератора. Полосу обзора, ширину полосы пропускания и опорный уровень анализатора устанавливают таким образом, чтобы кратковременная нестабильность показаний маркера не превышала  $\pm 0,05$  дБ. При необходимости включают режим усреднения показаний. Далее проводят измерения погрешности установки мощности на выходе генератора аналогично методике с применением селективного микровольтметра SMV-11. При большой нестабильности показаний маркера на максимальной частоте диапазона частот генератора допускается проводить измерения погрешности установки мощности выходного сигнала только в диапазоне  $[-100$  дБм;  $-20$  дБм]. При этом устанавливают начальное ослабление РЭО-2  $50$  дБ для уровня мощности  $-10$  дБм и  $40$  дБ для уровня мощности  $-60$  дБм.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значение погрешности установки мощности находится в пределах  $\pm 0,5$  дБ в диапазоне до  $2$  ГГц,  $\pm 0,9$  дБ свыше  $2$  ГГц.

9.5.7 Определение погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции при модулирующей частоте  $1$  кГц.

Определение погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции проводят в режиме внутренней амплитудной модуляции на частоте модуляции равной  $1$  кГц, на несущих частотах диапазона:  $100$  кГц ( $20$  МГц при установленной опции SML-B3);  $100$  МГц;  $400$  МГц;  $1,1$ ;  $2,2$ ;  $3,3$  ГГц, при установленном уровне выходного сигнала  $0$  дБм, при коэффициентах АМ равных:  $5$ ,  $10$ ,  $20$ ,  $30$ ,  $40$ ,  $50$ ,  $70$ ,  $80$ ,  $90$  %.

Основную погрешность установки коэффициента АМ на несущих частотах до  $400$  МГц определяют с помощью измерителя коэффициента АМ СК2-24, на несущих частотах свыше  $400$  МГц с помощью анализатора спектра ESPI7.

С помощью измерителя коэффициента АМ СК2-24 определяют пиковые значения коэффициентов АМ «вверх»  $M_{\text{в}}$  и «вниз»  $M_{\text{н}}$  и определяют среднее значение по формуле (7):

$$M_{\text{д}} = (M_{\text{в}} + M_{\text{н}}) / 2 \quad (7)$$

На частотах свыше  $400$  МГц АМ сигнал с выхода поверяемого генератора через аттенюатор Д2-32 ( $20$  дБ) подают на вход анализатора спектра. На анализаторе устанавливают органы управления в следующие положения:

- центральная частота - равна несущей частоте установленной на поверяемом генераторе сигналов;

- полоса обзора – 4 кГц;
- полоса пропускания – 100 Гц;
- опорный уровень – минус 10 дБм.

С помощью маркера анализатором спектра измеряют в милливольтках амплитуду напряжения несущей частоты  $A_0$  и амплитуду боковых составляющих  $A_H$  и  $A_B$ . Значение коэффициента модуляции вычисляют по формуле (8):

$$M_{д} = \frac{A_H + A_B}{A_0} \cdot 100 \% \quad (8)$$

Абсолютная погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции ( $\Delta M$ ) вычисляется по формуле (9):

$$\Delta M = M_{уст} - M_{д} \quad (9)$$

где:  $M_{уст}$  - установленное значение АМ в процентах;

$M_{д}$  – действительное значение коэффициента АМ в процентах.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции находится в пределах  $\pm(0,04 \times M_{уст} + 1) \%$

#### 9.5.8 Определение погрешности установки девиации частоты при модулирующей частоте 1 кГц.

Измерение девиации частоты на несущих частотах 100 кГц, 76 МГц, 303 МГц, 1 ГГц проводят при помощи измерителя модуляции СКЗ-45 в режиме внешней калибровки по образцовой аппаратуре К2-38 в соответствии с разделом 10.2.22 инструкции по эксплуатации СКЗ-45. На генераторе устанавливают режим внутренней частотной модуляции, частоту модуляции 1000 Гц, значения девиации частоты  $\Delta F_{уст} = 0,1; 1,0; 10; 100; 500; 1000$  кГц (на несущей частоте 303 МГц кроме 1000 кГц). Измерителем модуляции СКЗ-45 измеряют значения девиации «вверх»  $\Delta F_{вверх}$  и «вниз»  $\Delta F_{вниз}$ . Измеренное значение девиации  $\Delta F_{физ}$  вычисляют по формуле (10):

$$\Delta F_{физ} = (\Delta F_{вверх} + \Delta F_{вниз}) / 2 \quad (10)$$

Измерение девиации частоты на несущих частотах  $F_n = 1,1; 2,2$  и  $3,3$  ГГц проводят при помощи анализатора спектра ESPI7 по схеме, приведенной на рис. 9.5. На генераторе устанавливают частоту модуляции 1000 Гц, максимальное значение девиации частоты  $\Delta F_{уст}$  (1 МГц на несущей частоте 1,1 ГГц, 3 ГГц на несущей частоте 2,2 ГГц, 4 ГГц на несущей частоте 3,3 ГГц), выходной уровень 0 дБм.

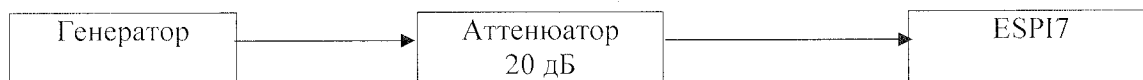


Рис. 9.5.

На анализаторе спектра устанавливают следующие значения параметров:

- центральная частота =  $F_n - \Delta F_{уст}$ ,
- полоса обзора = 100 кГц,
- полоса пропускания = 1 кГц,
- опорный уровень = минус 10 дБм.

Устанавливают маркер анализатора спектра на максимальное значение уровня спектра ЧМ сигнала, записывают показание частоты маркера  $F_{min}$ .

На анализаторе спектра устанавливают центральную частоту  $= F_{\text{н}} + \Delta F_{\text{уст}}$ . Устанавливают маркер анализатора спектра на максимальное значение уровня спектра ЧМ сигнала, записывают показание частоты маркера  $F_{\text{max}}$ .

Измеренное значение девиации  $\Delta F_{\text{изм}}$  вычисляют по формуле (11):

$$\Delta F_{\text{изм}} = \beta \cdot F_{\text{м}} \quad (11)$$

где:  $\beta = \frac{\lambda + 0,8086\lambda^{1/3}}{1 - 0,27\lambda^{-2/3}}$ ,  $\lambda = \frac{F_{\text{max}} - F_{\text{min}}}{2F_{\text{м}}}$ ,  $F_{\text{м}}$  – частота модуляции = 1000 Гц.

Погрешность установки девиации частоты  $\Delta f$  определяют по формуле (12):

$$\Delta f = \Delta F_{\text{изм}} - \Delta F_{\text{уст}} \quad (12)$$

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значения погрешности установки девиации частоты находятся в пределах:  $\pm(4 \times 10^{-2} \times \Delta F_{\text{уст}} + 20)$  Гц.

9.5.9 Определение неравномерности коэффициента амплитудной модуляции и девиации частоты в диапазоне модулирующих частот.

Неравномерность коэффициента амплитудной модуляции и девиации частоты в диапазоне модулирующих частот определяют при помощи измерителя АМ и ЧМ модуляции СКЗ-45.

Генератор устанавливают в режим внутренней амплитудной модуляции, несущую частоту устанавливают равной 400 МГц, выходное напряжение 0 дБм, коэффициент амплитудной модуляции 80 %.

Поочередно устанавливают на генераторе частоты внутренней модуляции: 20 Гц, 200 Гц, 1 кГц, 5 кГц, 10 кГц, 50 кГц.

С помощью измерителя СКЗ-45 определяют действительное среднее значение коэффициента АМ. Неравномерность коэффициента амплитудной модуляции  $M_{\text{н}}$  [дБ] в полосе модулирующих частот вычисляют по формуле (13):

$$M_{\text{н}} = 20 \log(M_{\text{изм}}^{\text{б}} / M_{\text{изм}}^{\text{м}}) \quad (13)$$

где:  $M_{\text{изм}}^{\text{б}}$ ,  $M_{\text{изм}}^{\text{м}}$  – наибольшее и наименьшее средние значения измеренного коэффициента АМ в диапазоне модулирующих частот.

Далее генератор устанавливают в режим внутренней частотной модуляции, несущую частоту 1000 МГц, выходное напряжение равным 0 дБм, девиацию частоты 100 кГц.

Поочередно устанавливают на генераторе частоты внутренней модуляции: 20 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 50 кГц и 100 кГц.

С помощью измерителя СКЗ-45 определяют действительное среднее значение девиации частоты. Неравномерность девиации частоты  $N_{\Delta f}$  [дБ] в полосе модулирующих частот вычисляют по формуле (14):

$$N_{\Delta f} = 20 \log(\Delta f_{\text{изм}}^{\text{б}} / \Delta f_{\text{изм}}^{\text{м}}) \quad (14)$$

где:  $(\Delta f_{\text{изм}}^{\text{б}}, \Delta f_{\text{изм}}^{\text{м}})$  – наибольшее и наименьшее средние значения измеренного значения девиации частоты в диапазоне модулирующих частот.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значение неравномерности девиации частоты и неравномерности коэффициента АМ модуляции в диапазоне модулирующих частот не превышает 3 дБ.

9.5.10 Определение уровня гармонических составляющих по отношению к уровню основного сигнала.

Определение уровня гармонических составляющих по отношению к уровню основной гармоники определяют с помощью анализатора спектра ESPI7. Измерения проводят на частотах 100 кГц (20 МГц при установленной опции SML-B3); (100; 500) МГц; (1,1; 2,2; 3,3) ГГц при выходном уровне генератора 0 dBm по схеме рис. 9.5. Маркер анализатора спектра устанавливают на частоту основной гармоники, обнуляют показание маркера и, устанавливая маркер на частоты 2 и 3 гармонической составляющей сигнала, измеряют относительный уровень гармонических составляющих [дБн]. На частоте 3,3 ГГц измеряют только уровень 2 гармонической составляющей.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если уровни гармонических составляющих относительно уровня основной гармоники не превышают значения – 30 дБн.

### Определение метрологических характеристик на выходе низкочастотного генератора.

9.5.11 Определение основной абсолютной погрешности установки частоты на выходе низкочастотного генератора.

Абсолютную погрешность установки частоты на выходе LF определяют измерением частоты колебаний при соединении приборов по схеме, приведенной на рис. 9.6. На генераторе устанавливают значения частоты  $f_{уст} = 0,1$  Гц, 1 кГц и 1 МГц, амплитуду напряжения выходного сигнала 100 мВ.

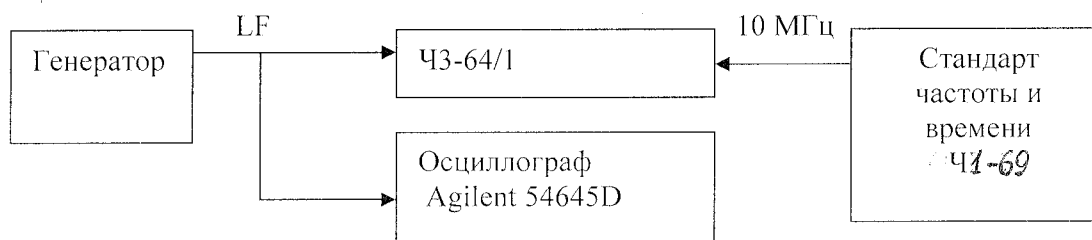


Рис. 9.6

Частотомер переводят в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 5 МГц, который подают от стандарта частоты и времени ЧЧ-69. Частотомером измеряют частоту генератора  $f_{изм}$  при установленных частотах 1 кГц и 1 МГц.

Для установленной частоты 0,1 Гц цифровым осциллографом при помощи маркеров измеряют период сигнала  $T_{изм}$ . Действительное значение частоты генератора находят по формуле (15):

$$f_{изм} = 1/T_{изм} \quad (15)$$

Абсолютную погрешность установки частоты на выходе низкочастотного генератора ( $\Delta f$ ) вычисляют по формуле (1)

Результаты проверки считают удовлетворительными, если значение основной абсолютной погрешности установки частоты находится в пределах  $\pm(\delta_{оп.} * f_{уст} + 2,4 \times 10^{-3})$  Гц, где:  $\delta_{оп.} = 10^{-6}$  ( $\delta_{оп.} = 10^{-7}$  для генераторов с установленной опцией SML-B1)

9.5.12 Определение основной абсолютной погрешности установки амплитуды напряжения на выходе низкочастотного генератора на частоте 1 кГц.

Абсолютную погрешность установки амплитуды напряжения определяют при помощи милливольтметра ВЗ-60. На генераторе устанавливают значения амплитуды

напряжения  $U_{уст} = 3, 10, 30, 100, 300, 500$  мВ, 1, 2, 3, 4 В; частоту 1 кГц. Милливольтметром измеряют действующие значения напряжения  $U_{изм}$  на выходе LF генератора. Абсолютную погрешность установки амплитуды напряжения находят по формуле (16):

$$\Delta U = U_{уст} - U_{изм} \sqrt{2} \quad (16)$$

Результаты проверки считают удовлетворительными, если значение основной абсолютной погрешности установки напряжения находится в пределах  $\pm (0,01 \times U_{уст} + 1$  мВ)

#### 9.5.13 Определение неравномерности АЧХ на выходе низкочастотного генератора.

Неравномерность АЧХ определяют при помощи вольтметра ВЗ-49. Для подключения вольтметра ВЗ-49 к выходу LF генератора используется соединитель типа ТП-121 из комплекта калибратора вольтметров В1-16. На генераторе устанавливают значение амплитуды напряжения 4 В, значения частоты 20 Гц, 1, 10, 100, 500 кГц. Вольтметром измеряют действующие значения напряжения  $U_{изм}$ . Неравномерность АЧХ находят по формуле (17):

$$\Delta_{АЧХ} = 20 \log(U_{изм}^f / U_{изм}^0) \quad (17)$$

где:  $U_{изм}^f$  – значения измеренного вольтметром напряжения в диапазоне частот 20 Гц...500 кГц,  $U_{изм}^0$  – значение измеренного вольтметром напряжения на частоте 1 кГц.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если неравномерность АЧХ не превышает  $\pm 0,5$  дБ.

#### 9.5.14 Определение коэффициента гармоник синусоидального сигнала на выходе низкочастотного генератора.

Коэффициент гармоник на выходе LF генератора определяют при помощи измерителя нелинейных искажений С6-11 по схеме, приведенной на рис. 9.7. Измерения проводят на частотах 20 Гц, 1, 10 и 100 кГц при амплитуде выходного напряжения 4 В.

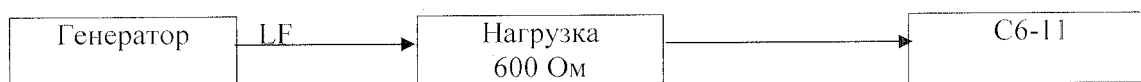


Рис. 9.7.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значения коэффициента гармоник не превышают 0,3 %.

#### Определение метрологических характеристик на выходе внутреннего генератора импульсов (только для опции SML-B3)

#### 9.5.15 Определение диапазонов и основной относительной погрешности установки периода импульсов.

Измерения осуществляют при помощи частотомера ЧЗ-64/1. Выход PULSE/VIDEO генератора подключают к входу А частотомера. Частотомер устанавливают в режим измерения периода. На генераторе устанавливают значение периода импульсов  $T_{уст} = 100$  нс, 100 мкс, 100 мс и 85 с; значения длительности импульсов устанавливают соответственно 50 нс, 50 мкс, 50 мс и 1 с. Частотомером измеряют действительные значения периода  $T_{изм}$ .

Относительную погрешность установки периода импульсов находят по формуле (18):

$$\delta T = \frac{T_{уст} - T_{изм}}{T_{изм}} \quad (18)$$

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значение основной относительной погрешности установки периода импульсов находится в пределах  $\pm 10^{-4}$ .

#### 9.5.16 Определение диапазонов и основной абсолютной погрешности установки длительности импульсов.

Измерения осуществляют при помощи частотомера ЧЗ-64/1. Выход PULSE/VIDEO генератора подключают к входу А частотомера. Частотомер устанавливают в режим измерения длительности импульса (нажать  $t_A$ ). На генераторе устанавливают значение периода импульсов 100 нс, 100 мкс, 100 мс и 2 с; значения длительности импульсов  $t_{уст}$  устанавливают соответственно 20 нс, 50 мкс, 50 мс и 1 с. На частотомере регулируют чувствительность входа А и входа Б таким образом, чтобы горели светодиоды справа и слева регулятора чувствительности. Проводят измерения действительных значений длительности импульсов  $t_{изм}$ . Абсолютную погрешность установки длительности импульсов находят по формуле (19):

$$\Delta t = t_{изм} - t_{уст} \quad (19)$$

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значение основной абсолютной погрешности установки длительности импульсов находится в пределах  $\pm (10^{-4} \times t_{уст} + 3 \text{ нс})$ .

#### 9.5.17 Определение диапазонов и основной абсолютной погрешности установки задержки выходных импульсов.

Измерения осуществляют при помощи частотомера ЧЗ-64/1 и осциллографа Agilent 54645D по схеме приведенной на рис. 9.8.

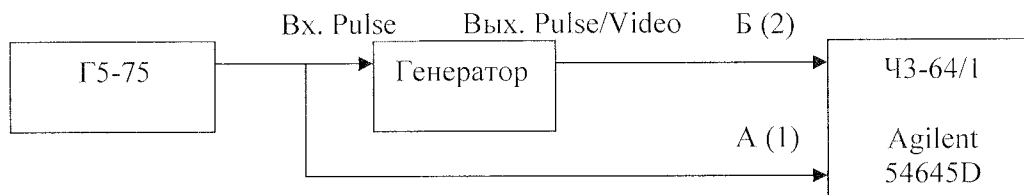


Рис. 9.8.

Выход генератора импульсов Г5-75 соединяют со входом Pulse генератора и входом А частотомера. Выход PULSE/VIDEO генератора подключают к входу Б частотомера. На Г5-75 устанавливают прямоугольный сигнал положительной полярности амплитудой 2 В, периодом 2 с, длительностью импульса 100 мс, на генераторе устанавливают внешний запуск (в меню Trigger Mode устанавливают Ext Gated), значение периода импульсов 2 с, длительность импульса 100 мс, задержку  $D_{уст} = 1 \text{ с}$ . Частотомер устанавливают в режим измерения задержки между входом А и Б; входные сопротивления 50 Ом. Действительное значение задержки между запускающими и выходными импульсами генератора  $D_{изм}$  находят как значение задержки между импульсами на входе А и Б частотомера.

Выход генератора импульсов Г5-75 соединяют со входом Pulse генератора и входом 1 осциллографа. Выход PULSE/VIDEO генератора подключают к входу 2 осциллографа. На Г5-75 устанавливают прямоугольный сигнал положительной полярности амплитудой 2 В, периодом 1 мкс, длительностью импульса 500 нс, на генераторе устанавливают внешний запуск, значение периода импульсов 1 мс, длительность импульса 500 нс, минимальную задержку выходного импульса 20 нс. Осциллограф устанавливают в режим запуска по входу 1. При помощи курсоров измеряют значение задержки между импульсами на входе 1 и 2 осциллографа  $D1$ . Затем устанавливают на генераторе значение задержки выходного импульса 40 нс и измеряют значение задержки между импульсами на входе 1 и 2

осциллографа D2. Действительное значение задержки выходных импульсов относительно минимальной задержки  $D_{уст}$  находят как разность между измеренными значениями D2 и D1.

Абсолютную погрешность установки задержки выходных импульсов находят по формуле (20):

$$\Delta D = D_{изм} - D_{уст} \quad (20)$$

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значение основной абсолютной погрешности установки задержки выходных импульсов находится в пределах  $\pm (10^{-4} \times D_{уст} + 3 \text{ нс})$  для  $D_{уст} = 1 \text{ с}$  и значение задержки выходных импульсов  $40 \text{ нс}$  относительно минимальной задержки  $20 \text{ нс}$  находится в пределах  $(20 \pm 3) \text{ нс}$ .

## 9.6 Оформление результатов поверки.

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

9.6.2 При положительных результатах поверки на прибор выдается "Свидетельство о поверке" установленного образца.

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

## 10 Техническое обслуживание

Прибор не требует проведения регулярного технического обслуживания. Необходимо только проводить очистку внешних поверхностей прибора. Осмотр внешнего состояния прибора проводится один раз в год.

### Очистка внешних поверхностей

Очистка внешних поверхностей прибора должна проводиться мягкой тряпкой без ворса.

**Внимание!** Ни в коем случае не используйте растворители, например разбавители, ацетон и пр., т.к. это может привести к повреждению надписей на передней панели или пластиковых частей.

### Замена литиевого аккумулятора

Литиевый аккумулятор со сроком службы около 5 лет служит для питания ОЗУ. При разрядке аккумулятора сохраненные данные будут потеряны. Замена аккумулятора производится в сервис центре представительства фирмы "ROHDE&SCHWARZ GmbH & Co.KG" в России.

## 11 Текущий ремонт

Ремонт генератора осуществляется в сервис-центре представительства фирмы "ROHDE&SCHWARZ GmbH & Co.KG" в России по адресу: Москва, 125047, 1-я Брестская, 29. тел. (495) 981-35-60

## 12 Правила хранения

Прибор, поступающий на склад потребителя, может храниться в упакованном виде в течение одного года.

### 12.1 Условия хранения прибора

*Отпливаемые хранилища:*

ЗАО "ЭлекТрейд-М", +7-(495)-974-14-80, [www.eltm.ru](http://www.eltm.ru)