

## 10 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ГЦИ СИ -  
Зам. Генерального директора  
ФГУ «РОСТЕСТ – Москва»

\_\_\_\_\_ А.С.Евдокимов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2005 г.

Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки генераторов сигналов специальной формы (далее генераторов) ГСС-05, ГСС-10, ГСС-20, ГСС-40, ГСС-80, ГСС-120, ГСС-05/1, ГСС-10/1, ГСС-20/1, ГСС-40/1, ГСС-80/1, ГСС-120/1. Межповерочный интервал – 1 год.

### 10.1 Операции поверки

10.1.1 При первичной и периодической поверке генераторов выполняются операции, указанные в таблице 10.1.

10.1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 10.1 - Перечень операций поверки.

| Наименование операции                                                                        | Номер пункта документа по поверке | Проведение операции при |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
|                                                                                              |                                   | первичной поверке       | периодической поверке |
| Внешний осмотр                                                                               | 10.6.1                            | +                       | +                     |
| Опробование                                                                                  | 10.6.2                            | +                       | +                     |
| Определение погрешности установки частоты                                                    | 10.6.3                            | +                       | +                     |
| Определение погрешности установки уровня сигнала синусоидальной формы на частоте 1 кГц       | 10.6.4                            | +                       | +                     |
| Определение неравномерности АЧХ сигнала синусоидальной формы                                 | 10.6.5                            | +                       | +                     |
| Определение погрешности установки постоянного смещения                                       | 10.6.6                            | +                       | +                     |
| Определение относительного уровня гармоник сигнала синусоидальной формы                      | 10.6.7                            | +                       | +                     |
| Определение длительностей фронта и среза сигнала типа меандр и сигнала прямоугольной формы   | 10.6.8                            | +                       | +                     |
| Определение погрешности измерения частоты и чувствительности генератора в режиме частотомера | 10.6.9                            | +                       | +                     |

## 10.2 Средства поверки

10.2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 10.2.

10.2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

Таблица 10.2 - Перечень средств поверки.

| Номер пункта методики поверки | Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки. |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10.6.2, 10.6.8                | Осциллограф Agilent 54645D: $\delta_U = \pm(1,5 \dots 3)\%$ ;<br>$\Delta_t = 10^{-4} \times t + 0,02 \times (\kappa\text{-т развертки})$                                                                                   |
| 10.6.3                        | Частотомер ЧЗ-64: диапазон частот 0,005 Гц – 1500 МГц,<br>$\delta_{f,T} = \pm 5 \times 10^{-7} + 10^{-9} / \tau_{\text{счета}}$                                                                                            |
| 10.6.3, 10.6.9                | Стандарт частоты Ч1-81/1: $\delta f = \pm 1 \times 10^{-9}$ за 1 год                                                                                                                                                       |
| 10.6.4, 10.6.6                | Мультиметр Agilent 34401A: 1 мВ – 1000 В, $\delta U_{\text{н}} = 0,005 \%$ , $\delta U_{\text{л}} = 0,09 \%$ на частоте 1 кГц                                                                                              |
| 10.6.4                        | Нагрузка коаксиальная Э9-159, $R = 50 \pm 0,05$ Ом.                                                                                                                                                                        |
| 10.6.5                        | Ваттметр МЗ-93:<br>(0 – 18) ГГц, 0,1 мВт – 1 Вт, $\delta P = \pm 4\%$ до 12 ГГц                                                                                                                                            |
| 10.6.7                        | Измеритель нелинейных искажений С6-12:<br>$F = 10$ Гц – 199,9 кГц, $\Delta_{\text{КГ}} = \pm(0,06 \times \text{КГ} + 0,05)\%$ ;                                                                                            |
| 10.6.7                        | Анализатор спектра HP 8596E: $F = 9$ кГц – 12,8 ГГц;<br>динамический диапазон +30dB – (–112)dB,<br>уровень интермодуляционных искажений 2 порядка <70 дБн                                                                  |
| 10.6.9                        | Генератор импульсов Г5-60: $T = 0,1$ мкс – 10 с, $\Delta T = \pm 10^{-6} T$                                                                                                                                                |
| 10.6.9                        | Генератор сигналов высокочастотный Г4-176:<br>$F = (0,1 - 1020)$ МГц, $\delta f = \pm 1,5 \times 10^{-7}$                                                                                                                  |

## 10.3 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования ГОСТ 8.395-80:

- температура окружающей среды  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха  $65 \pm 15\%$ ;
- атмосферное давление  $100 \pm 4$  кПа

## 10.4 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.

## 10.5 Подготовка к поверке

10.5.1 Поверитель должен изучить руководства по эксплуатации поверяемого прибора и используемых при поверке средств измерений

10.5.2 Перед включением приборов должно быть проверено выполнение требований безопасности.

10.5.3 Определение метрологических характеристик поверяемого прибора должно производиться по истечении времени установления рабочего режима, равного 30 мин.

## 10.6 Проведение поверки

### 10.6.1 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.

10.6.2 Опробование проводят прямым измерением амплитуды и частоты сигналов синусоидальной, прямоугольной и треугольной формы на выходе генератора.

Основной выход генератора подключают к входу осциллографа НР 54645D через нагрузку 50 Ом. На осциллографе устанавливают коэффициент отклонения 2 В/дел, коэффициент развертки 500 мкс/дел. На генераторе последовательно устанавливают сигналы синусоидальной, прямоугольной и треугольной формы амплитудой 10 В, частотой 1 кГц. Измеряют амплитуду и период сигналов по экрану осциллографа.

На экране осциллографа должны наблюдаться сигналы синусоидальной, прямоугольной и треугольной формы без видимых искажений, размах амплитуды сигналов должен составлять 5 делений шкалы осциллографа по вертикали, а период 2 деления по горизонтали. В противном случае генератор бракуют и направляют в ремонт.

10.6.3 Определение абсолютной погрешности установки частоты проводят методом прямых измерений с помощью частотомера ЧЗ-64, работающего от внешнего источника опорной частоты - стандарта Ч1-81.

Основной выход генератора подключают к входу А частотомера. На частотомере устанавливают: режим измерения периода по входу А; входное сопротивление частотомера 50 Ом; переключатель Х1/Х10 в положение Х1; вход открытый. Переключатель ВНУТ/ВНЕШ на задней панели частотомера устанавливают в положение ВНЕШ. На вход 5 МГц подают опорный сигнал частотой 5 МГц со стандарта частоты Ч1-81.

Генератор устанавливают в режим генерации сигнала прямоугольной формы, коэффициент заполнения 1 %, амплитудное значение напряжения 1 В. Проводят измерения периода сигнала Тч на частоте 0,1 Гц. Действительное значение частоты Fд находят по формуле  $F_d = 1/T_d$ , и записывают в таблицу 10.3.

Таблица 10.3

| Модели             | F       | Fд | Tд |
|--------------------|---------|----|----|
| все                | 0,1 Гц  |    |    |
|                    | 100 кГц |    |    |
| ГСС-05, ГСС-05/1   | 5 МГц   |    |    |
| ГСС-10, ГСС-10/1   | 10 МГц  |    |    |
| ГСС-20, ГСС-20/1   | 20 МГц  |    |    |
| ГСС-40, ГСС-40/1   | 40 МГц  |    |    |
| ГСС-80, ГСС-80/1   | 80 МГц  |    |    |
| ГСС-120, ГСС-120/1 | 120 МГц |    |    |

На частотомере устанавливают режим измерения частоты по входу А. Генератор устанавливают в режим генерации синусоидального сигнала. Проводят измерения на частоте 100 кГц и верхней частоте диапазона генератора. Показания частотомера Fд

записывают в таблицу 10.3. Абсолютную погрешность установки частоты определяют по формуле 1:

$$\Delta_F = F - F_d \quad (1)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность установки частоты не превышает:

$$\pm(5 \cdot 10^{-6} \cdot F + 0,000001 \text{ Гц}) \text{ для моделей ГСС-05...120}$$

$$\pm(5 \cdot 10^{-7} \cdot F + 0,000001 \text{ Гц}) \text{ для моделей ГСС-05/1...120/1.}$$

10.6.4 Погрешность установки уровня сигнала синусоидальной формы на частоте 1 кГц определяют методом прямых измерений с помощью мультиметра Agilent 34401A.

Таблица 10.4

| Модели | U       | U <sub>д</sub> |
|--------|---------|----------------|
| все    | 3,16 В  |                |
|        | 1 В     |                |
|        | 316 мВ  |                |
|        | 100 мВ  |                |
|        | 31,6 мВ |                |
|        | 10 мВ   |                |
|        | 3,16 мВ |                |
|        | 1 мВ    |                |
|        | 0,36 мВ |                |

Основной выход генератора через тройник подключают к входу мультиметра и нагрузке Э9-159. На генераторе устанавливают сигнал синусоидальной формы, частоту 1 кГц, среднеквадратические значения напряжения U в соответствии с таблицей 10.4. На мультиметре устанавливают режим измерения напряжения переменного тока, автоматический выбор пределов измерения, снимают показания мультиметра U<sub>д</sub>.

Абсолютную погрешность установки опорного уровня сигнала синусоидальной формы определяют по формуле 2:

$$\Delta_U = U - U_d \quad (2)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность установки опорного уровня сигнала синусоидальной формы не превышает  $\pm(0,01 \cdot U + 0,2) \text{ мВ}$ .

10.6.5 Неравномерность АЧХ сигнала синусоидальной формы определяют методом прямых измерений с помощью измерителя мощности МЗ-93. Измерения проводят на частотах: 20 Гц, 1 кГц, 100 кГц, 1 МГц, 5 МГц, 10 МГц, 20 МГц, 40 МГц, 80 МГц, 120 МГц. К основному выходу генератора подключают калориметрический преобразователь измерителя мощности. На генераторе устанавливают сигнал синусоидальной формы, частотой 1 кГц среднеквадратического значения напряжения U = 1 В (для генераторов ГСС-80 и ГСС-80/1 устанавливают уровень напряжения 10 дБмВт). Фиксируют показания ваттметра P<sub>о</sub>.

Затем измеряют выходную мощность P<sub>г</sub> на частотах, указанных в таблице 10.5.

Неравномерность АЧХ рассчитывают по формуле 3:

$$\Delta_{\text{АЧХ}} = 10 \cdot \log(P_g/P_o) \text{ [дБ]} \quad (3)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если неравномерность АЧХ не превышает:  $\pm 0,5 \text{ дБ}$  в диапазоне частот до 5 МГц,  $\pm 1 \text{ дБ}$  в диапазоне частот (5 – 120) МГц.

Таблица 10.5

| Модели             | F       | P <sub>f</sub> |
|--------------------|---------|----------------|
| все                | 20 Гц   |                |
|                    | 1 кГц   |                |
|                    | 100 кГц |                |
|                    | 1 МГц   |                |
|                    | 5 МГц   |                |
| ГСС-10, ГСС-10/1   | 10 МГц  |                |
| ГСС-20, ГСС-20/1   | 20 МГц  |                |
| ГСС-40, ГСС-40/1   | 40 МГц  |                |
| ГСС-80, ГСС-80/1   | 80 МГц  |                |
| ГСС-120, ГСС-120/1 | 120 МГц |                |

10.6.6 Определение абсолютной погрешности установки постоянного смещения осуществляется прямыми измерениями с помощью мультиметра Agilent 34401A. Основной выход генератора подключают к входу мультиметра через нагрузку 50 Ом. На мультиметре устанавливают режим измерения напряжения постоянного тока, автоматический выбор пределов измерения.

На генераторе нажатием кнопок Shift и Arb входят в режим выбора стандартных сигналов, с помощью кнопок  $\triangleleft$   $\triangleright$  выбирают показание индикатора 10: P\_DC для установки положительного постоянного смещения, либо 11: N\_DC для установки отрицательного постоянного смещения. Устанавливают значения постоянного смещения U<sub>-</sub>, указанные в таблице 10.6. Снимают показания мультиметра U<sub>д</sub>.

Таблица 10.6

| U <sub>-</sub> | U <sub>д</sub> |
|----------------|----------------|
| 5 В            |                |
| 3 В            |                |
| 1 В            |                |
| 300 мВ         |                |
| 100 мВ         |                |
| 30 мВ          |                |
| 10 мВ          |                |
| 3 мВ           |                |
| 1 мВ           |                |
| -1 мВ          |                |
| -3 мВ          |                |
| -10 мВ         |                |
| -30 мВ         |                |
| -100 мВ        |                |
| -300 мВ        |                |
| -1 В           |                |
| -3 В           |                |
| -5 В           |                |

Абсолютную погрешность установки постоянного смещения определяют по формуле 4:

$$\Delta U_{-} = U_{-} - U_{д} \quad (4)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность установки постоянного смещения не превышает  $\pm(0,05 \cdot U_{-} + 1 \text{ мВ})$ .

10.6.7 Определение относительного уровня гармоник сигнала синусоидальной формы.

В диапазоне частот 20 Гц-200 кГц проводят измерение коэффициента гармоник методом прямых измерений с помощью измерителя нелинейных искажений С6-12.

К основному выходу генератора подключают измеритель С6-12 через нагрузку 50 Ом. На генераторе устанавливают синусоидальную форму сигнала, амплитудное значение напряжения 2 В. Коэффициент гармоник  $K_g$  измеряют на частотах выходного сигнала 20 Гц; 1; 10; 100 кГц.

В диапазоне частот (0,2 – 120) МГц производят измерения уровня второй и третьей гармоники с помощью анализатора спектра НР 8596Е. Измерения проводят на частотах 200 кГц, 500 кГц, 1 МГц, 5 МГц, 10 МГц, 20 МГц, 40 МГц, 80 МГц, 120 МГц в соответствии с таблицей 10.7. К основному выходу генератора, через аттенюатор Д2-31 подключают анализатор спектра НР 8596Е. На генераторе устанавливают синусоидальную форму сигнала, одну из указанных частот и амплитудное значение напряжения 2 В.

Таблица 10.7

| Модели             | F       | $K_g$ | $U_{(2)}$ , дБн | $U_{(3)}$ , дБн |
|--------------------|---------|-------|-----------------|-----------------|
| все                | 20 Гц   | -     | -               | -               |
|                    | 1 кГц   |       |                 |                 |
|                    | 10 кГц  |       |                 |                 |
|                    | 100 кГц |       |                 |                 |
|                    | 200 кГц |       |                 |                 |
|                    | 500 кГц |       |                 |                 |
|                    | 1 МГц   |       |                 |                 |
|                    | 5 МГц   |       |                 |                 |
| ГСС-10, ГСС-10/1   | 10 МГц  | -     |                 |                 |
| ГСС-20, ГСС-20/1   | 20 МГц  |       |                 |                 |
| ГСС-40, ГСС-40/1   | 40 МГц  |       |                 |                 |
| ГСС-80, ГСС-80/1   | 80 МГц  |       |                 |                 |
| ГСС-120, ГСС-120/1 | 120 МГц |       |                 |                 |

На анализаторе устанавливают следующие режимы:

**Frequency** - частота, установленная на генераторе

**Span, 50 kHz**

**Amplitude, 5 dBm, Scale Log**

**BW, RBW Man, 1 kHz VBW Manu, 100 kHz**

**Peak Search, Marker, Delta**

На анализаторе устанавливают частоту второй гармоники и считывают показания маркера по уровню  $U_{(2)}$ , затем устанавливают частоту третьей гармоники и считывают показания маркера  $U_{(3)}$ . Аналогично проводят измерения для остальных частот.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если: значения коэффициента гармоник не превышают 0,45 % в диапазоне частот от 20 Гц до 100 кГц; уровни второй и третьей гармоники меньше относительно уровня первой гармоники на: -50 дБн в диапазоне частот несущей до 5 МГц, - 45 дБн в диапазоне частот несущей (5 – 10) МГц, - 40 дБн в диапазоне частот несущей (10 – 20) МГц, - 35 дБн в диапазоне частот несущей (20 – 40) МГц и - 25 дБн в диапазоне частот несущей (40 – 120) МГц.

10.6.8 Определение длительностей фронта и среза сигнала прямоугольной формы и сигнала типа меандр осуществляют с помощью осциллографа Agilent 54645D. Сигнал амплитудой 2 В с основного выхода генератора подается через нагрузку 50 Ом на вход осциллографа. Параметры сигнала прямоугольной формы определяют при коэффициенте заполнения 50 %.

Коэффициент отклонения осциллографа устанавливается 0,5 В/дел. При измерении фронта запуск осциллографа осуществляют по фронту импульса (Edge ↑), при измерении среза – по срезу (Edge ↓). Длительность фронта и среза определяют в режиме автоматических измерений временных параметров осциллографа. Измерения проводятся на частотах:

- 1 кГц и 100 кГц при измерении параметров сигнала прямоугольной формы;
- 1 кГц и 5 МГц для генераторов ГСС-05, ГСС-05/1, 10 МГц для генераторов ГСС-10, ГСС-10/1, 20 МГц для генераторов ГСС-20, ГСС-20/1, 40 МГц для генераторов ГСС-40...120, ГСС-40/1...120/1 при измерении параметров сигнала типа меандр.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если длительность фронта и среза сигнала прямоугольной формы не превышает 100 нс, длительность фронта и среза сигнала типа меандр не превышает 25 нс для генераторов ГСС-05...10, ГСС-05/1...10/1 и 15 нс для генераторов ГСС-20...120, ГСС-20/1...120/1.

10.6.9 Определение погрешности измерения частоты и чувствительности генератора в режиме частотомера проводится одновременно. Измерения проводят на частотах 1 Гц и 10 Гц с помощью генератора Г5-60 и частотомера ЧЗ-64; 50 МГц и 100 МГц с помощью генератора Г4-176. Частотомер ЧЗ-64 и генератор Г4-176 устанавливают в режим внешнего источника опорной частоты от стандарта Ч1-81.

Поверяемый генератор переводят в режим частотомера путём нажатия кнопок Shift и Sweep.

На генераторе Г5-60 устанавливают амплитуду положительных импульсов 100 мВ при периоде следования сигнала 1000 мс и 50 мВ при периоде следования сигнала 100 мс, длительность импульсов такую, чтобы скважность сигнала была равна 2. Выход генератора Г5-60 через тройник подключают к входу частотомера ЧЗ-64 и входу Meas Freq поверяемого генератора. На частотомере устанавливают: режим измерения периода по входу А; входное сопротивление частотомера 50 Ом; переключатель Х1/Х10 в положение Х1; вход открытый. Проводят измерения частоты следования импульсов на выходе Г5-60 по частотомеру ЧЗ-64 и по встроенному частотомеру поверяемого генератора.

При работе с Г4-176 устанавливают уровень сигнала - 26 дБВ (соответствует 50 мВ на выходе генератора на нагрузке 50 Ом) на частоте 50 МГц и - 20 дБВ (100 мВ) на частоте 100 МГц. Г4-176 устанавливают в режим внешнего источника опорной частоты. На вход 5 МГц генератора Г4-176 подают опорный сигнал частотой 5 МГц со стандарта частоты Ч1-81. Выход генератора Г4-176 через нагрузку 50 Ом подключают к входу Meas Freq поверяемого генератора. Проводят измерения частоты по встроенному частотомеру.

Абсолютную погрешность измерения частоты определяют по формуле 5:

$$\Delta_f = f - f_d \quad (5)$$

где:  $f$  – частота, измеренная частотомером поверяемого генератора.

$f_d$  – частота измеренная по ЧЗ-64 на выходе генератора Г5-60, частота установленная на Г4-176.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерения частоты не превышает:  $\pm (5 \times 10^{-6} * f + 1 \text{ знак младшего разряда})$  для генераторов ГСС-05...120 и  $\pm (5 \times 10^{-7} * f + 1 \text{ знак младшего разряда})$  для генераторов ГСС-5/1...120/1.

## 1.7 Оформление результатов поверки

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

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

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