

1144

УТВЕРЖДАЮ  
НАЧАЛЬНИК ЦШ СИ "ВОЕНТЕСТ"  
32 ГНИИ МО РФ



А. Кузин

«10» мая 2006 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

### ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ВЕКТОРНЫЙ НР 8780А фирмы "Hewlett Packard", США

Методика поверки

г. Мытищи, 2006 г.

1 Введение.

1.1 Данная методика распространяется на генератор сигналов векторный НР 8780А (далее – генератор), заводской номер 3507А01014, и устанавливает порядок проведения первичной и периодических проверок.

1.2 Межповерочный интервал - один год.

2 Операции проверки.

При проверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

п/п №	Наименование операции	Номер пункта Методики	Проведение операции при	
			первичной проверке	периодической проверке
1.	Внешний осмотр	7.1	да	да
2.	Проверка работоспособности	7.2	да	да
3.	Определение метрологических характеристик	7.3	да	да
3.1	Определение диапазона рабочих частот и шага установки частоты	7.3.1	да	да
3.2	Определение относительной погрешности установки частоты	7.3.1	да	да
3.3	Определение нестабильности частоты за 15 мин.	7.3.2	да	нет
3.4	Определение максимума выходной мощности	7.3.3	да	да
3.5	Определение погрешности установки выходной мощности	7.3.3	да	да
3.6	Определение относительного уровня гармоник немодулированного выходного сигнала	7.3.4	да	нет
3.7	Определение уровня фазовых шумов при отстройке от основной гармоники на 10 кГц	7.3.5	да	нет
3.8	Определение диапазона установки коэффициента АМ при модулировании сигнала внешним источником модуляции	7.3.6	да	да
3.9	Определение паразитной девиации частоты в режиме немодулированных колебаний	7.3.7	да	да
3.10	Определение диапазона установки девиации частоты в режиме ЧМ при модулировании сигнала от внешнего источника модуляции	7.3.8	да	да
3.11	Определение погрешности установки девиации частоты при модулировании сигнала от внешнего источника модуляции	7.3.9	да	да

3 Средства проверки.

3.1 При проведении проверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта Методики проверки	Наименование средств измерений	Основные метрологические характеристики
7.3.1, 7.3.2	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66	Диапазон частот от 1 Гц до 37,5 ГГц, погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ .

7.3.4, 7.3.5, 7.3.6	Анализатор спектра С4-85	Диапазон частот от 100 Гц до 39,6 ГГц, полоса обзора от 500 Гц до 20 ГГц.
7.3.1, 7.3.2	Стандарт частоты и времени Ч1-76	Номинальное значение частоты выходных сигналов 1 Гц, 5 МГц, относительная погрешность воспроизведения частоты $\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$
7.3.3, 7.3.6	Ваттметр поглощаемой мощности М3-54	Диапазон частот от 0 до 17,85 ГГц, диапазон измерений мощности от $10^{-4}$ до 1 Вт; погрешность $\pm (4 - 6) \%$ .
7.3.7, 7.3.8, 7.3.9	Измеритель модуляции вычислительный СКЗ – 45 с блоком преселекции Я4С – 104	Диапазон несущих частот ЧМ: от 0,1 до 1000 МГц, АМ: от 0,1 до 500 МГц
7.3.8, 7.3.9	Генератор сигналов высокочастотный РГ4-17-01	Диапазон частот от 0,1 до 640 МГц, погрешность установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$
7.3.6	Калибратор вольтметр универсальный В1-28	Частоты 1, 10, 100, 1000 Гц, 1, 10, 100 кГц; диапазон напряжений от $10^{-5}$ до 700 В, погрешность установки напряжения $\pm (0,05 - 0,2) \%$
7.3.6	Установка для поверки вольтметров В1-18	Диапазон частот от 30 до 1000 МГц дискретно; диапазон напряжений от $3 \times 10^{-3}$ до 3 В дискретно, погрешность установки напряжения $\pm (0,5 - 6) \%$

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

#### 4 Требования к квалификации поверителей.

К проведению поверки генератора допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющие право на поверку.

#### 5 Требования безопасности

5.1 К работе на генераторе допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261, ГОСТ 12.2.091 инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.2 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры, входящей в состав генератора.

#### 6 Условия поверки.

6.1 Поверка проводится при нормальных условиях (составляющая погрешности измерений любой из характеристик от действия совокупности влияющих величин не превышает 35 % допускаемой основной погрешности).

6.2 Электропитание осуществляется в автономном режиме ( $220 \pm 11$ ) В, 50 Гц.



### 6.3 Подготовка к поверке.

При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- подготовить его к работе в соответствии с указаниями РЭ;
- проверить работоспособность, используя частотомер электронно-счетный ЧЗ-66, для чего, включить питание и прогреть генератор в течение 15 мин. Проверить возможность генерации сигналов. На частотомере должны наблюдаться значения частоты сигналов установленной величины.

## 7 Проведение поверки.

### 7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра и проверке комплектности должно быть установлено соответствие генератора следующим требованиям:

- наружная поверхность не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на их работу;
- все органы управления должны быть закреплены прочно, без перекосов, действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации;
- все надписи на органах управления и индикации должны быть четкими и соответствовать их функциональному назначению;
- комплектность должна соответствовать указанной в технической документации.

### 7.2 Опробование

При опробовании необходимо подготовить генератор к работе в соответствии с указаниями технической документации фирмы-изготовителя, включить питание и наблюдать выполнение проверки RAM (ОЗУ), ROM (ПЗУ) и аналогово-цифрового преобразователя. При каких-либо отказах обычного порядка при включении, загорается индикатор кнопки «MSG» (сообщение). Сообщение может быть прочитано при нажатии и удержании кнопки «MSG». При повторном нажатии будет отображаться сообщение о следующей ошибке. Высвечивается каждое сообщение до тех пор, пока не отпускается кнопка «MSG».

При завершении обычного порядка тестирования после включения питания индикатор MSG должен оставаться погашенным.

### 7.3 Определение метрологических характеристик

#### 7.3.1 Определение диапазона рабочих частот, шага установки частоты и относительной погрешности установки частоты

Диапазон рабочих частот генератора и шаг установки частоты определить частотомером электронно-счетным ЧЗ-66. Частотомер перевести в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 5 МГц, который подать от стандарта частоты и времени Ч1-76, как указано на рис. 1. На генераторе, с помощью кнопок “SET FREQUENCY” ввести следующие значения частот: 10 МГц, 10000001 Гц, 500 ГГц, 500000001 Гц, 1 ГГц, 1000000001, 2 ГГц, 2000000001 Гц, 3 ГГц, 3000000001 Гц. Провести измерения их величин частотомером.

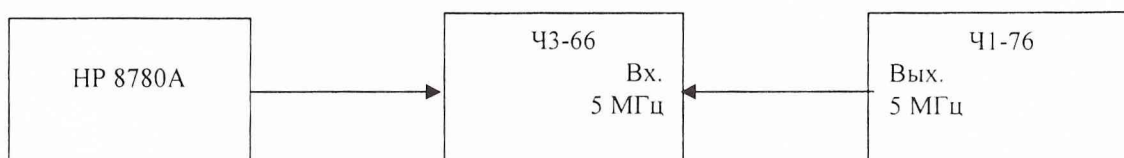


Рис. 1

Погрешность установки частоты  $\delta f$  вычислить по формуле:

$$\delta f = \frac{f_{\text{изм.}} - f_{\text{уст.}}}{f_{\text{уст.}}},$$

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

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если:

- диапазон рабочих частот генератора находится в пределах от 10 МГц до 3 ГГц, с погрешностью установки частоты на крайних точках диапазона  $\pm 2 \cdot 10^{-5}$  от установленного значения;
- дискретность перестройки частоты составляет 1 Гц;
- погрешность установки частоты находится в пределах  $\pm 2 \cdot 10^{-5}$ , от установленной по шкале генератора.

### 7.3.2 Определение нестабильности частоты за 15 мин.

Нестабильность сигнала генератора определять измерением значений на крайних частотах рабочего диапазона в течении 15 минут после прогрева. Схема подключения для проведения измерений представлена на рис. 1. Результаты измерений фиксировать через три минуты. Нестабильность частоты определять как отношение наибольшей разности значений частот, за 15-минутный интервал времени, к значению частоты, измеренной в начале 15-минутного интервала:

$$\delta f = \frac{f_{\text{max}} - f_{\text{min}}}{f_0},$$

где  $f_{\text{max}}$ ,  $f_{\text{min}}$  – наибольшее и наименьшее значение частоты в 15 – минутном интервале;

$f_0$  – значение частоты, измеренное в начале 15 – минутного интервала.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если нестабильность частоты генератора за любые 15 минут не более  $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ .

### 7.3.3 Определение максимума и погрешности установки уровня выходной мощности

Максимум уровня выходной мощности определять ваттметром поглощаемой мощности: МЗ-54. На генераторе нажать “SET LEVEL” и установить максимальный уровень выходной мощности. Провести измерения на частотах 10, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 МГц. На этих же частотах провести измерения уровня мощности выходного сигнала 0 и минус 50 дБм.

Погрешность установки уровня выходной мощности рассчитать по результатам измерений максимума уровня выходной мощности, нуль и минус пятьдесят дБм. Шкала измерителей мощности отградуирована в ваттах, поэтому для пересчета в дБм использовать формулу:

$$P_{\text{изм}} = 10 \cdot \lg \frac{P_{\text{изм}}}{1(\text{мВт})} (\text{дБм}),$$

где  $P_{\text{изм}}$  – измеренное значение уровня мощности выходного сигнала в Вт.

Погрешность ( $\Delta A$ ) установки уровня мощности выходного сигнала рассчитать по формуле:

$$\Delta A = (A_0) - A_{\text{изм.}}$$

где  $A_{\text{изм}}$  – измеренное значение уровня выходной мощности сигнала;  
 $A_0$  – значение уровня выходного сигнала, установленное на генераторе.



Результаты поверки считать удовлетворительными, если максимум выходной мощности составляет до 10 дБм.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения погрешности установки выходной мощности находится в пределах:

- в диапазоне от 0,01 до 2,5 ГГц –  $\pm 2,5$
- в диапазоне от 0,01 до 2,5 ГГц –  $\pm 3,5$ .

#### *7.3.4 Определение относительного уровня гармоник немодулированного выходного сигнала*

Уровень гармоник основного немодулированного сигнала определять анализатором спектра С4–85. Измерения проводить на частотах выходного сигнала, равных 60, 120, 240, 480, 960, 1920 и 3000 МГц. Уровень мощности выходного сигнала должен быть не менее 0 дБм. Результаты поверки считать удовлетворительными, если уровень гармоник немодулированного выходного сигнала составляет не менее минус 35 дБ.

#### *7.3.5 Определение уровня фазовых шумов при отстройке от основной гармоники на 10 кГц*

Уровень фазовых шумов определять анализатором спектра С4 – 85. На анализаторе спектра установить минимальную полосу пропускания (100 Гц). Уровень мощности выходного сигнала должен быть не менее 0 дБм с учетом уровня собственных шумов анализатора спектра. Отстраивая маркер на анализаторе от центра основной гармоники на 10 кГц, измерить уровень фазовых шумов.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если уровень фазовых шумов при отстройке от основной гармоники на 10 кГц составляет минус 115 дБ/Гц.

#### *7.3.6 Определение диапазона установки коэффициента АМ при модулировании сигнала внешним источником модуляции*

Соединить приборы в соответствии с рис.2. На генераторе НР 8780 установить сигнал частотой 140 МГц и уровнем 0 dBm. В установках генератора выбрать скалярную модуляцию «SCALAR» путем нажатия кнопки «SCALAR ON». В качестве источника модулирующего сигнала использовать схему подключения калибратора-вольтметра универсального В1-28 и установки для поверки вольтметров В1-18. Смещение по постоянному току модулирующего сигнала установить 1 В, частоту 1000 Гц и амплитуду 100 мВ. В качестве измерителя параметров модулированного сигнала использовать измеритель мощности МЗ-54 (в качестве измерений относительного уровня выходного модулированного сигнала). С помощью анализатора спектра контролировать значение частоты и уровня модулированного сигнала. Установить смещение по постоянному току модулирующего сигнала на 0,75 В. Уровень сигнала на измерителе мощности амплитуда должен уменьшиться на 2,5 дБ, что соответствует процентному соотношению от опорного сигнала ( $75 \pm 2$ ) %.

Установить смещение по постоянному току модулирующего сигнала на 0,5 В. Уровень сигнала на измерителе мощности амплитуда должен уменьшиться на 6 дБ, что соответствует процентному соотношению от опорного сигнала ( $50 \pm 2$ ) %.

Установить смещение по постоянному току модулирующего сигнала на 0,25 В. Уровень сигнала на измерителе мощности должен уменьшиться на 12 дБ, что соответствует процентному соотношению от опорного сигнала ( $25 \pm 2$ ) %.

Результаты поверки считать положительными, если коэффициент АМ изменяется в пределах от 25 до 100 %.

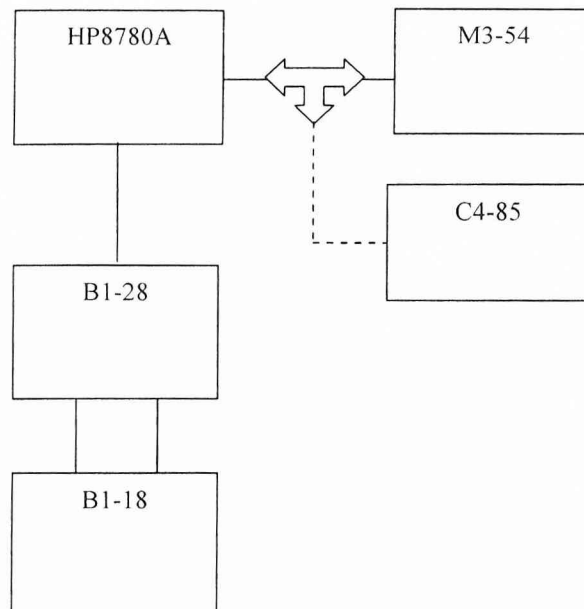


Рис. 2

*7.3.7 Определение паразитной девиации частоты в режиме немодулированных колебаний*

Подсоединить измеритель модуляции СКЗ-45 к выходу ВЧ (RF OUTPUT) генератора. Частоту генератора установить на 50 МГц, уровень на 0 dBm. Установить девиацию частоты ЧМ (FM) на 50 кГц. На СКЗ-45 установить режим измерения ЧМ, полоса НЧ 0,02 – 20 кГц.

Результаты проверки считать положительными, если значение паразитной девиации частоты в режиме немодулированных колебаний составляет не более 200 Гц.

*7.3.8 Определение диапазона установки девиации частоты в режиме ЧМ при модулировании сигнала от внешнего источника модуляции*

Собрать схему для измерения характеристик частотно-модулированного сигнала генератора, в соответствии с рис. 3. На генераторе HP 8780 установить сигнал частотой 50 кГц и уровнем выходного сигнала 0 dBm.

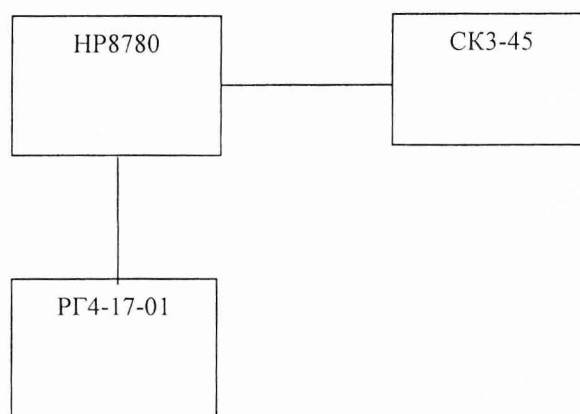


Рис. 3

Включить режим ЧМ сигнала с помощью кнопки FM ON (индикация должна гореть на кнопке).

На генераторе модулирующих колебаний установить частоту модуляции 1 кГц и уровень выходного напряжения 200 мВ. Изменяя девиацию частоты от минимального к максимальному значению провести измерения их величин измерителем модуляции СКЗ – 45.

Результаты проверки считать положительными, если диапазон установки девиации частоты в режиме ЧМ генератора составляет от 0,05 до 50 МГц.

### 7.3.9 Определение погрешности установки девиации частоты при модулировании сигнала от внешнего источника модуляции

По результатам определения диапазона установки девиации частоты рассчитать значения ее погрешности ( $\Delta w$ ):

$$w = \frac{w_{изм}^+ + w_{изм}^-}{2} \text{ кГц,}$$

где  $w_{изм}^+$  и  $w_{изм}^-$  – измеренные значения девиации частоты на СКЗ-45.

$$\Delta w = \frac{w_{уст.} - w_{изм.}}{w_{изм.}} \cdot 100 \%,$$

где:  $w_{уст.}$  – девиация частоты, установленная на генераторе,  $w_{изм.}$  – измеренная девиация частоты.

Результаты проверки считать положительными, если погрешность установки девиации частоты в режиме ЧМ находится в пределах  $\pm 10 \%$ .

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 Положительным результатом поверки считают соответствие полученных метрологических и технических характеристик генераторов характеристикам, приведенным в описании типа.

8.2 При положительных результатах поверки оформляются Свидетельства о поверке с указанием полученных метрологических и технических характеристик, которые выдаются хранителю генератора.

8.3 При отрицательных результатах поверки генератор настраивают и направляют на повторную поверку.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИИ МО РФ

  
И.М. Малай

Научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИИ МО РФ

  
В.Н. Прокопишин