

1092

УТВЕРЖДАЮ  
НАЧАЛЬНИК ГЦИ СИ «ВОЕНТЕСТ»  
32 ГНИИ МО РФ



А.Ю. Кузин

«15» 02 2006 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ВЕКТОРНЫЙ E8267D, опция 520  
фирмы "Agilent Technologies Inc.", США

Методика поверки

г. Мытищи 2006 г.

1 Введение.

1.1 Данная методика распространяется на генераторы сигналов векторные E8267D, опция 520 (далее – генераторы), заводские номера US 44270281, US 44270282 и устанавливает порядок проведения первичной и периодических проверок.

1.2 Межповерочный интервал - 1 год.

2 Операции проверки.

При проверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

п/п №	Наименование операции	Номер пункта Методи- ки	Проведение операции при	
			первич- ной поверке	периодиче- ской поверке
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, шага установки частоты, номинального значения частоты опорного кварцевого генератора	7.3.1	да	да
3.2	Определение относительной погрешности установки частоты	7.3.2	да	да
3.3	Определение нестабильности частоты за 15 мин.	7.3.3	да	да
3.4	Определение диапазона выходной мощности	7.3.4	да	да
3.5	Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала	7.3.5	да	да
3.6	Определение относительного уровня гармоник немодулированного выходного сигнала	7.3.6.a	да	да
3.7	Определение относительного уровня субгармоник немодулированного выходного сигнала	7.3.6.б	да	да
3.8	Определение уровня паразитных частот в выходном сигнале относительно основной гармоники (при отстройках от основной гармоники более 3 кГц)	7.3.7	да	нет
3.9	Определение уровня фазовых шумов при отстройке от основной гармоники 20 кГц	7.3.8	да	нет
3.10	Определение диапазона установки коэффициента АМ при работе от внутреннего источника	7.3.9	да	да
3.11	Определение абсолютной погрешности коэффициента АМ при работе от внутреннего источника	7.3.10	да	да
3.12	Определение максимума девиации частоты в режиме ЧМ при работе от внутреннего источника	7.3.11	да	да
3.13	Определение абсолютной погрешности девиации частоты при работе от внутреннего источника	7.3.12	да	да
3.15	Определение максимума установки фазовой модуляции	7.3.13	да	да
3.16	Определение абсолютной погрешности фазовой модуляции при работе от внутреннего источника	7.3.14	да	да
3.17	Определение абсолютной погрешности установки коэффициента импульсной модуляции	7.3.15	да	да

### 3 Средства поверки.

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

Таблица 2

№ пункта Методики поверки	Наименование средств измерений	Основные метрологические характеристики
7.3.1, 7.3.2, 7.3.3	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66	Диапазон частот 10 Гц ÷ 37500 МГц, погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7}$
7.3.15	Установка измерительная К2-75	Полоса частот от 0 до 26 ГГц. диапазоны измерения напряжения положительной и отрицательной полярности от 10 мВ до 1 В; временных интервалов от 10 пс до 4 мкс.
7.3.6, 7.3.7, 7.3.8, 7.3.9, 7.3.10, 7.3.11, 7.3.12, 7.3.13, 7.3.14	Анализатор спектра С4-85	Диапазон частот 100 Гц ÷ 39,6 ГГц, полоса обзора 500 Гц ÷ 20 ГГц.
7.3.4, 7.3.5	Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-54	Диапазон частот 0 ÷ 17,85 ГГц, диапазон измерений мощности от $10^{-4}$ ÷ 1 Вт; погрешность $\pm (4 - 6) \%$ .
7.3.4, 7.3.5	Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-91	Диапазон частот 17,44 ÷ 25,86 ГГц, диапазон измерений мощности от $10^{-7}$ ÷ $10^{-2}$ Вт; погрешность $\pm 6 + 0,1 \cdot (P_R/P_x - 1) \%$ .
7.3.4	Установка для измерений ослаблений и фазового сдвига образцовая ДК1-16.	3, 6, 10, 20 дБ; погрешность ослабления 0,1 дБ
7.3.9, 7.3.11, 7.3.12, 7.3.13, 7.3.14	Измеритель модуляции вычислительный СКЗ – 45 с блоком преселекции Я4С–104	Диапазон несущих частот ЧМ: 0,1 ÷ 1000 МГц, АМ: 0,1 ÷ 500 МГц

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 генераторов 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 генераторах допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261, ГОСТ 12.2.091, ГОСТ Р 51350, 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 генераторов.

### 6 Условия поверки.

6.1 Поверка проводится при следующих условиях:

температура окружающего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$   $20 \pm 5$   
относительная влажность воздуха при темпе-



температура 25 °С, %	65 ± 15
атмосферное давление, кПа	100 ± 4 (750 ± 30 мм рт. ст.)
питание от сети переменного тока:	
напряжением, В	220 ± 4,4
частотой, Гц	50 ± 0,5.

## 6.2 Подготовка к поверке.

При подготовке к поверке выполняют следующие операции:

- подготовить его к работе в соответствии с технической документацией;
- проверить работоспособность, используя частотомер электронно-счетный ЧЗ-66, и измеритель искажений СКЗ-45, для чего, включить питание и прогреть генератор в течение 15 мин. Проверить возможность генерации сигналов, синусоидальной формы и с различными видами модуляции. На частотомере и измерителе модуляции должны наблюдаться значения 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 подготовить генератор к работе в соответствии с указаниями технической документации фирмы-изготовителя, включить питание, после самотестирования генератора на его табло должны индизироваться установленные значение частоты, уровень мощности и вид модуляции.

### 7.3 Определение метрологических характеристик

#### 7.3.1 Определение диапазона рабочих частот, шага установки частоты и номинального значения частоты опорного кварцевого генератора

Диапазон рабочих частот и шаг установки частоты определить с помощью частотомера электронно-счетного ЧЗ-66. Установить значения частот генератора сначала в крайнем левом, а затем в крайнем правом положении частотного диапазона, провести измерения установленных частот. Погрешность измерений частоты не должна превышать  $\pm 5 \cdot 10^{-5}$  % от установленного значения.

Шаг установки частоты проверяется на любой из частот диапазона, дискретность перестройки должна быть не менее 0,01 Гц.

К выходу опорного кварцевого генератора подключить частотомер, измерить частоту выходного сигнала. Значение частоты опорного кварцевого генератора должно быть 10 МГц.

#### 7.3.2 Определение относительной погрешности установки частоты

На генераторе последовательно установить частоты 250, 500, 1000 кГц, 100, 500, 1000 МГц; 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 ГГц и измерить частотомером их действительные значения.

Относительная погрешность установки частоты  $\delta f$  вычислить по формуле:

$$\delta f = \frac{f_{\text{изм.}} - f_{\text{уст.}}}{f_{\text{уст.}}} \cdot 100 \%,$$

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

Результаты поверки считать удовлетворительными, если относительная погрешность установки частоты находится в пределах  $\pm 5 \cdot 10^{-5} \%$ , от установленного по шкале генератора.

### 7.3.3 Определение нестабильности частоты за 15 мин.

Нестабильность частоты сигнала генератора определить путем измерения частоты в течении 15 минут после прогрева. Результаты измерений фиксируются через три минуты, на крайних точках диапазона. Нестабильность частоты определяется как отношение наибольшей разности значений частот, за любой интервал времени, к значению частоты, измеренной в начале 15-минутного интервала и вычислить по формуле:

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

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  $1 \cdot 10^{-7}$ .

### 7.3.4 Определение диапазона выходной мощности

От 250 кГц до 17,44 ГГц уровень выходного сигнала измерять ваттметром поглощаемой мощности МЗ–54, в диапазоне от 17,44 до 20 ГГц измерителем мощности МЗ–91. Для измерения выходного сигнала генератора использовать набор калиброванных аттенуаторов из состава установки ДК1-16.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если диапазон выходной мощности находится в пределах:

- в диапазоне от 250 кГц до 3,2 ГГц в пределах от минус 130 до 13 дБм;
- в диапазоне от 3,2 ГГц до 20 ГГц в пределах от минус 130 до 18 дБм.

### 7.3.5 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала

Абсолютную погрешность установки уровня выходной мощности определить во всем диапазоне рабочих частот генератора. При измерениях уровня выходной мощности использовать измерители мощности МЗ – 54 и МЗ – 91. Шаг перестройки частоты 250, 500, 1000 кГц, 100, 500, 1000 МГц; 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 ГГц. Измерения выходного сигнала проводить при различных установках уровня выходной мощности. Шкала измерителей мощности отградуирована в Вт, 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 максимальной мощности в Вт.

Абсолютная погрешность ( $\Delta A$ ) установки уровня сигнала рассчитывается 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 значения абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности находятся в пределах:

При значениях сигнала от 10 до минус 10 дБм;



- в диапазоне частот от 250 кГц до 2 ГГц и  $\pm 0,6$
  - в диапазоне частот от 2 до 20 ГГц  $\pm 0,8$
- При значениях сигнала от минус 10 до минус 110;
- в диапазоне частот от 250 кГц до 2 ГГц и  $\pm 0,8$
  - в диапазоне частот от 2 до 20 ГГц  $\pm 1,0$

### 7.3.6 *Определение относительного уровня гармоник и субгармоник немодулированного выходного сигнала*

7.3.6.а Уровень гармоник выходного сигнала определить анализатором спектра С4–85. На генераторе устанавливать значения различных частот, с уровнем выходного сигнала 0 дБм. Провести измерения уровня основного сигнала и его гармонических составляющих, равных  $f_n \times 2$ ,  $f_n \times 3$  и т.д.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если уровень гармоник немодулированного выходного сигнала:

- от 250 кГц до 2 ГГц не выше уровня минус 28 дБ;
- от 2 ГГц до 20 ГГц не выше уровня минус 55 дБ.

7.3.6.б Уровень субгармоник выходного сигнала определять аналогично методике п. 7.3.6.а. Субгармонические составляющие основного сигнала определять на частотах  $f_n \times 0,5$  и  $f_n \times 1,5$ , уровень основного сигнала 0 дБм.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если отношение субгармоник немодулированного выходного сигнала к несущей в диапазоне частот от 10 до 20 ГГц не более минус 60 дБ.

### 7.3.7 *Определение уровня паразитных частот в выходном сигнале относительно основной гармоники (при отстройках от основной гармоники более 3 кГц)*

Уровень паразитных частот в выходном сигнале определить анализатором спектра С4 – 85. На выходе генератора установить уровень сигнала 0 дБм. Измерить анализатором, отстраивая маркер анализатора от центра основной гармоники на 3 кГц и более в любую сторону частотного диапазона, измерить уровень сигнала на частоте установки маркера.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если уровень паразитных частот на выходе генератора относительно основной гармоники равен:

- от 0,25 до 250 МГц не более минус 65 дБ;
- от 250 до 1 ГГц не более минус 80 дБ;
- от 1 до 2 ГГц не более минус 74 дБ;
- от 2 до 3,2 ГГц не более минус 68 дБ;
- от 3,2 до 10 ГГц не более минус 62 дБ;
- 10 до 20 ГГц не более минус 56 дБ.

### 7.3.8 *Определение уровня фазовых шумов при отстройке от основной гармоники на 20 кГц*

Уровень фазовых шумов определить анализатором спектра С4 – 85. На анализаторе спектра установить минимальную полосу пропускания (100 Гц). На выходе генератора установить сигнал 0 дБм. Отстраивая маркер анализатора от центра основной гармоники на 20 кГц в любую сторону частотного диапазона, измерить уровень фазовых шумов.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если уровень фазовых шумов при отстройке от основной гармоники на 20 кГц:

- от 0,25 до 250 МГц не более минус 130 дБ/Гц;
- от 250 до 500 МГц не более минус 134 дБ/Гц;
- от 0,5 до 1 ГГц не более минус 130 дБ/Гц;
- от 1 до 2 ГГц не более минус 124 дБ/Гц;
- от 2 до 3,2 ГГц не более минус 120 дБ/Гц;

- от 3,2 до 10 ГГц не более минус 110 дБ/Гц;
- 10 до 20 ГГц не более минус 104 дБ/Гц.

### *7.3.9 Определение диапазона установки коэффициента АМ при работе от внутреннего источника*

Проводить с помощью измерителя модуляции СКЗ - 45. Устанавливать сигнал с различными значениями частот до 1000 МГц. Уровень выходной мощности 0 дБм. Включить режим внутренней модуляции сигнала. Коэффициент амплитудной модуляции изменять от 0,1 до 100 % с шагом 10 %.

Результаты поверки считать положительными, если коэффициент АМ изменяется в пределах от 0 до 100 %.

### *7.3.10 Определение абсолютной погрешности коэффициента АМ при работе от внутреннего источника*

По результатам определения диапазона коэффициента АМ от внутреннего источника абсолютная погрешность ( $\Delta M$ ) установки коэффициента АМ рассчитать по формуле:

$$\Delta M = M_{\text{уст.}} - M_{\text{изм.}}$$

где:  $M_{\text{уст.}}$  – коэффициент амплитудной модуляции установленный на генераторе

$M_{\text{изм.}}$  – измеренный коэффициент амплитудной модуляции.

Результаты поверки считать положительными, если абсолютная погрешность установки коэффициента АМ при работе от внутреннего источника находится в пределах  $\pm (0,06 \cdot A + 1) \%$ ,

где  $A$  – значение коэффициента амплитудной модуляции.

### *7.3.11 Определение максимума девиации частоты в режиме ЧМ при работе от внутреннего источника*

Проводить с помощью измерителя модуляции СКЗ – 45 и анализатора спектра С4 - 85. На генераторе последовательно устанавливать сигнал различной частоты и уровнем выходной мощности 0 дБм. Включить режим модуляции сигнала ЧМ. Изменяя частоту модулируемого сигнала, устанавливать максимальные значения девиации частоты и измерять их значения измерителем модуляции СКЗ – 45 до 1000 МГц, от 1000 МГц до 20 ГГц измерения проводить анализатором спектра С4 -85 методом нулей спектральных составляющих.

Результаты поверки считать положительными, если максимум девиации частоты в режиме ЧМ не более, МГц:

- от 0,25 до 250 МГц	2
- от 250 до 500 МГц	1
- от 0,5 до 1 ГГц	2
- от 1 до 2 ГГц	4
- от 2 до 3,2 ГГц	8
- от 3,2 до 10 ГГц	16
- 10 до 20 ГГц.	32

### *7.3.12 Определение абсолютной погрешности девиации частоты при работе от внутреннего источника*

По результатам измерений, проводимых в п. 7.3.1 рассчитать значения абсолютной погрешности ( $\Delta w$ ) девиации частоты по формуле:

$$\Delta w = w_{\text{уст.}} - w_{\text{изм.}}$$

где:  $w_{\text{уст.}}$  – девиация частоты, установленная на генераторе,

$w_{\text{изм.}}$  – измеренная девиация частоты.

Результаты поверки считать положительными, если абсолютная погрешность девиа-



ции частоты при работе от внутреннего источника в пределах  $\pm (0,035 \cdot F + 20)$  Гц,  
где F – значение девиации частоты.

### 7.3.13 Определение максимума установки фазовой модуляции

На генераторе последовательно устанавливать сигналы различной частоты, уровень выходной мощности 0 дБм. Включается режим модуляции ФМ.

Измерения до 1000 МГц проводить с помощью измерителя коэффициента модуляции СКЗ – 45, от 1 до 20 ГГц по результатам определения максимума девиации частоты считать максимум установки фазовой модуляции.

Результаты поверки считать положительными, если максимум установки фазовой модуляции не менее, радиан:

- от 0,25 до 250 МГц	20
- от 250 до 500 МГц	10
- от 0,5 до 1 ГГц	20
- от 1 до 2 ГГц	40
- от 2 до 3,2 ГГц	80
- от 3,2 до 10 ГГц	160
- 10 до 20 ГГц	320

### 7.3.14 Определение абсолютной погрешности фазовой модуляции при работе от внутреннего источника

По результатам измерений и расчетов п. 7.3.13 определить абсолютную погрешность ( $\Delta\phi$ ) фазовой модуляции по формуле:

$$\Delta\phi = \phi_{\text{уст.}} - \phi_{\text{изм.}}$$

где:  $\phi_{\text{уст.}}$  – фазовая модуляция, установленная в установках генератора,

$\phi_{\text{изм.}}$  – фазовая модуляция, измеренная и рассчитанная по результатам измерений.

Результаты поверки считать положительными, если пределы абсолютной погрешности фазовой модуляции находятся в пределах  $\pm (0,05 \cdot \phi + 0,01)$  радиан,

где  $\phi$  – значение фазовой модуляции.

### 7.3.15 Определение абсолютной погрешности установки коэффициента импульсной модуляции

Проводить с помощью установки измерительной К2-75. В установках меню генератора выбрать функции: «Pulse\Pulse Source\Internal Square\Ext Polarity «Normal»».

На установку измерительную с генератора подать амплитудно-импульсно модулированный (АИМ) сигнал. Измерить его характеристики.

Измеренный коэффициент АИМ  $M_{(\text{АИМ})}$  определяется по формуле:

$$M_{(\text{АИМ})} = 2 \cdot \frac{A_u}{A_0} \cdot 100 \text{ (\%)}$$

где:  $A_u$  – амплитуда модулирующего импульсного сигнала,  $A_0$  – амплитуда сигнала несущей частоты.

Абсолютная погрешность  $\Delta M_{(\text{АИМ})}$  установки коэффициента АИМ определяется по формуле:

$$\Delta M_{(\text{АИМ})} = M_{\text{уст.}} - M_{\text{изм.}}$$

где:  $M_{\text{уст.}}$  – коэффициент АИМ, установленный в установках генератора,

$M_{\text{изм.}}$  – измеренный коэффициент АИМ.

Результаты поверки считать положительными, если пределы абсолютной погрешности установки коэффициента импульсной модуляции находятся в пределах  $\pm 10 \text{ \%}$ .



## 8 Оформление результатов поверки

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

8.2 При отрицательных результатах поверки генераторы настраивают и направляют на повторную поверку.

Заместитель начальника отдела ГЦИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИИ МО РФ

И. Малай

Научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИИ МО РФ

В. Прокопишин