

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин

М.П.

10 октября 2008 г.

# **Генераторы сигналов специальной и произвольной формы двухканальные серии DG1000**

**Методика поверки**

л.р.39474-08

Москва  
2008 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел	стр.
Введение	3
1. Операции поверки	3
2. Средства поверки	3
3. Требования безопасности	4
4. Условия проведения поверки	4
5. Подготовка к поверке	4
6. Проведение поверки	4
7. Оформление результатов поверки	7

## Введение

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичных и периодических проверок генераторов сигналов специальной и произвольной формы двухканальных серии DG1000, выпускаемых по технической документации фирмы «RIGOL Technologies, Inc.», КНР.

Генераторы сигналов специальной и произвольной формы двухканальные серии DG1000 (далее - генераторы) предназначены для генерирования сигналов 10 стандартных форм: синус, прямоугольник, треугольник, импульс, шум, экспоненциальные нарастание и спад, кардиограмма, постоянный уровень с амплитудной, фазовой и частотной модуляцией, сигналов с формой волны, синтезированной пользователем.

Основная область применения генераторов: исследования и настройка радиотехнических и электротехнических устройств в лабораторных условиях.

Наряду с указанными далее средствами измерений и методикой проверки, могут применяться другие, равноценные средства и методики.

Межповерочный интервал – 1 год.

## 1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При первичной и периодической проверке генераторов выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций проверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1. Операции проверки

Наименование операции	пункт методики проверки	Проведение операции при	
		первичной проверке	периодической проверке
Внешний осмотр	6.1	+	+
Опробование	6.2	+	+
Определение погрешности установки частоты	6.3	+	+
Определение погрешности установки уровня сигнала синусоидальной формы частоты 1 кГц	6.4	+	+
Определение неравномерности АЧХ сигнала синусоидальной формы	6.5	+	+
Определение погрешности установки постоянного смещения	6.6	+	+
Определение относительного уровня гармоник сигнала синусоидальной формы	6.7	+	+
Определение длительностей фронта и среза меандра и сигнала прямоугольной формы	6.8	+	+

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблице 2.

Таблица 2. Средства поверки.

Наименование воспроизводимой/измеряемой величины	Требуемый диапазон	Требуемый класс точности, погрешность	Рекомендуемый тип
Напряжение переменного тока	0...300 В 0...200 МГц (5нс...5с)/дел.	$\delta_U = \pm 4 \%$ ; ( $K_{\text{отклонения}}$ ) $\delta_t = \pm 0,05 \%$ ( $K_{\text{развертки}}$ ) Фронт <2,1 нс	Осциллограф цифровой Tektronix TDS2024
Напряжение переменного тока	10 мВ-100 В 20 Гц-1000 МГц	$\pm [0,2+(0,08/U_x)] \%$	Вольтметр переменного тока ВЗ-49
Напряжение переменного тока (селективно)	0...-125дБ (1мкВ-1,78В) 1 кГц – 30 МГц полоса пропускания 1/20/120кГц	$\pm 1,5$ дБ	Вольтметр селективный SMV 11
Напряжение постоянного тока переменного тока	1 мВ – 1000 В 1 мВ ... 1000 В	$\pm 0,005 \%$ $\pm 0,09 \%$ на 1 кГц	Мультиметр Agilent 34401A
Частота	0,1 Гц .. 1500 МГц	$\pm 5 \times 10^{-7} \pm 1$ ед. счёта	Частотомер ЧЗ-63/1
Импеданс	50 $\pm$ 0,05 Ом		Нагрузка коаксиал./ Э9-159
Нелинейные Искращения ( $K_r$ )	10 Гц – 120 кГц 0,003 - 30 %	$\pm (0,06 \times K_r + 0,05) \%$ при $K_r$ до 30 %	Измеритель нелинейных искажений СК6-13
Температура	0 ... 50° С	$\pm 1^\circ$ С	Термометр лаборат. ТЛ-4
Давление	80 ... 106 кПа	$\pm 200$ Па	Барометр-анероид БАММ-1
Влажность	10 ... 100 %	$\pm 1 \%$	Психрометр аспирац. М-34

### Примечания:

1. Вместо средств поверки, указанных в таблице 2 разрешается применять другие аналогичные средства измерений, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Все средства измерений должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие инструкцию по эксплуатации генераторов и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ.

## 4. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Поверка производится при нормальных условиях по ГОСТ 15150:

- температура ( $20 \pm 5$ ) °С;
- влажность ( $65 \pm 15$ ) %;
- атмосферное давление ( $100 \pm 4$ ) кПа или ( $750 \pm 30$ ) мм. рт. ст.

## 5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

### 5.1. Подготовительные работы

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
2. Поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации используемые при поверке средства измерений.
3. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75.

## 5.2 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие проверяемого генератора следующим требованиям:

1. Комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях. Указатель позиции должен совпадать с соответствующими надписями на лицевой панели.
3. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов проверяемый генератор бракуется и направляется в ремонт.

## 6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Основные технические характеристики генераторов приведены в таблицах, помещённых в приложении 1.

### 6.2 Опробование

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

Основной выход генератора подключают к входу осциллографа 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.

Визуально по осциллографу проверяют функционирование генератора с несущим синусоидальным сигналом частотой 100 кГц в режимах модуляции внутренним источником синусоидального сигнала частотой 5 Гц с амплитудной модуляцией глубиной до 100 % и частотной модуляцией с девиацией до 100 %.

При невыполнении перечисленных функций генератор бракуется и подлежит ремонту.

### 6.3 Определение абсолютной погрешности установки частоты

Проводят методом прямых измерений с помощью частотомера.

Основной выход генератора подключают к входу А частотомера. На частотомере устанавливают: измерение по входу А и входное сопротивление частотомера 50 Ом.

Для определения погрешности в области низких частот устанавливают режим измерения периода и измеряют период  $T_{ч}$  меандра частотой 0,1 Гц с амплитудой 1 В. Значение частоты  $F_d$  находят по формуле (1):

$F_d = 1/T_d$ , и записывают в таблицу 3.

Для определения погрешности на других частотах устанавливают режим измерения частоты и измеряют частоту в режиме генерации синусоидального сигнала с амплитудой 1 В на частотах, указанных во втором столбце таблицы 3.

Таблица 3. Определение абсолютной погрешности установки частоты

Модели	F	F <sub>д</sub>
Все модели	0,1 Гц	
	100 кГц	
DG1011	15 МГц	
DG1021	20 МГц	
DG2000	40 МГц	
DG3000	120 МГц	

Показания частотомера F<sub>д</sub> записывают в таблицу 10.3. Абсолютную погрешность установки частоты определяют по формуле:

$$\Delta_F = F - F_d \quad (2)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если относительные погрешности установки частоты не превышают  $20 \times 10^{-6}$ .

#### 6.4 Погрешность установки уровня синусоидального сигнала на частоте 1 кГц

Определяют прямыми измерениями мультиметром.

Основной выход генератора через тройник подключают к входу мультиметра и нагрузке коаксиальной. На генераторе устанавливают синусоидальный сигнал частотой 1 кГц, среднеквадратические значения напряжения U в соответствии с таблицей 4. На мультиметре устанавливают режим измерения напряжения переменного тока, автоматический выбор пределов измерения, снимают показания мультиметра U<sub>д</sub>.

Таблица 4. Погрешность установки уровня сигнала синусоидальной формы

Модели	U <sub>р</sub> (размах), В	U (среднеквадр.), В	U <sub>д</sub> (среднеквадр.), В
Все модели	10	3,536	
	8	2,8284	
	5	1,768	
	3	1,0608	
	2	0,7071	
	1	0,3536	
	0,5	0,1768	
	0,25	0,0884	
	0,1	0,03536	

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность установки опорного уровня сигнала синусоидальной формы не превышает ( $\pm 1\%$  установленного значения  $U_0 \pm 1$  мВ).

#### 6.5 Неравномерность АЧХ сигнала синусоидальной формы

Определяют прямыми измерениями широкополосным вольтметром (ВЗ-49). Измерения проводят на частотах, указанных во втором столбце таблицы 5.

Основной выход генератора через тройник подключают к входу мультиметра и нагрузке коаксиальной. На генераторе устанавливают сигнал синусоидальной формы, частотой 1 кГц с среднеквадратическим значением напряжения  $U_0 = 1$  В. Фиксируют показания вольтметра, затем измеряют выходные напряжения генератора  $U_f$  при установке их значений 1 В на частотах, указанных в таблице 5. Неравномерность АЧХ рассчитывают по формуле 3:

$$\Delta_{\text{АЧХ}} = \frac{U_f - U_0}{U_0} \times 100 \% \quad (3)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если неравномерность не превышает значений, указанных в 3 столбце таблицы 5.

Таблица 5. Допустимые неравномерности по отношению к 1 кГц, %

Серия	Частота, МГц	Неравномерность, %
DG1000	< 10	$\pm 1$
	10– 20	$\pm 1.5$
DG2000	< 10	$\pm 1$
	10 – 25	$\pm 1.5$
	25 – 40	$\pm 4.0$
DG3000	< 60	$\pm 1$
	60– 100	$\pm 1.5$
	100 -120	$\pm 4.0$

## 6.6 Определение абсолютной погрешности установки постоянного смещения

Определяют прямыми измерениями мультиметром.

Основной выход генератора подключают к входу мультиметра через нагрузку 50 Ом. На мультиметре устанавливают режим измерения напряжения постоянного тока и автоматический выбор пределов измерения.

Устанавливают нулевое значение амплитуды генерируемого сигнала и значения постоянного смещения  $U_{\text{н}}$ , согласно первому и третьему столбцам таблицы 6. Снимают показания мультиметра  $U_{\text{д}}$ .

Таблица .6 Погрешности установки постоянного смещения

$U_{\text{н}}$	$U_{\text{д}}$	$U_{\text{н}}$	$U_{\text{д}}$
5 В		-1 мВ	
3 В		-3 мВ	
1 В		-10 мВ	
300 мВ		-30 мВ	
100 мВ		-100 мВ	
30 мВ		-300 мВ	
10 мВ		-1 В	
3 мВ		-3 В	
1 мВ		-5 В	

Абсолютную погрешность установки постоянного смещения определяют по формуле 4:

$$\Delta_{U_{\text{н}}} = U_{\text{н}} - U_{\text{д}} \quad (4)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность установки постоянного смещения не превышает  $\pm 2$  % установленного значения  $U_{\text{н}} \pm 2$  мВ.

## 6.7 Определение относительного уровня гармоник сигнала синусоидальной формы.

Результаты измерений уровня гармоник сводят в таблицу следующей формы:

Таблица 7. Уровень гармоник сигнала синусоидальной формы

Модели	F	Kг	U <sub>(2)</sub> , дБн	U <sub>(3)</sub> , дБн
Все модели	20 Гц	0.04%	Не измеряются	Не измеряются
	1 кГц			
	10 кГц			
	20 кГц			
	500 кГц	Не измеряются		
	1 МГц			
	5 МГц			
	10 МГц			

На генераторе устанавливают напряжение сигнала синусоидальной формы с амплитудой 1 В, последовательно одной из частот, указанных в таблице 7.

В диапазоне 20 Гц-20 кГц коэффициент гармоник Kг измеряют измерителем нелинейных искажений, подключаемым к выходу генератора через нагрузку 50 Ом.

В диапазоне частот 0,5...10 МГц селективным вольтметром, подключаемым к основному выходу генератора через нагрузку 50 Ом, производят измерения уровня второй и третьей гармоники. Полосу пропускания устанавливают шириной 1 кГц.

На вольтметре устанавливают частоту второй гармоники и считывают показания U(2), затем устанавливают частоту третьей гармоники и считывают U(3).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если:

- значения коэффициента гармоник в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц не превышают 0,04%;
- уровни второй и третьей гармоники меньше уровня первой гармоники в диапазоне частот 0,1 -1 МГц не более 5,6 мВ (-45 дБс) и в диапазоне частот 1 -10 МГц не более 17,8 мВ (-35 дБс).

## 6.8 Определение длительностей фронта и среза сигнала прямоугольной формы

Определение длительностей фронта и среза сигнала прямоугольной формы и сигнала типа меандр осуществляют с помощью осциллографа. Сигнал амплитудой 2 В с основного выхода генератора подается через нагрузку 50 Ом на вход осциллографа. Параметры сигнала прямоугольной формы определяют на сигнала вида меандр.

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 осциллографом временных параметров. Измерения проводятся на сигналах прямоугольной формы частоты 1 кГц и 5 МГц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если длительность фронта и среза между уровнями 10 % и 90 % не превышает 8 нс.

## 7. Оформление результатов поверки

При положительных результатах первичной поверки на корпус генератора наносится поверительная наклейка, в руководстве по эксплуатации производится запись о годности к применению и (или) выдается свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки генератор не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, клеймо предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.