

Начальник ГЦИ СИ "Воентест"
32 ГНИИ МО РФ

С.И. Донченко

«12» декабря 2008 г.

Инструкция

Генераторы сигналов произвольной формы DS345

фирмы «Stanford Research Systems, Inc.», США

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи, 2008 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов произвольной формы DS345 (далее по тексту - генераторы), изготовленные фирмой «Stanford Research Systems, Inc.», США, заводские номера 36433, 36443, 36444, 36930, 36938, 36939, 36996, 36997, 36998 и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Периодическая поверка генераторов должна проводиться с межповерочным интервалом 1 раз в год.

2 Операции поверки

2.1 При поверке выполнять операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8	да	да
3.1 Определение максимальных значений и абсолютной погрешности установки частоты	8.1	да	да
3.2 Определение диапазона и относительной погрешности установки уровня выходного напряжения синусоидального сигнала	8.2	да	да
3.3 Определение максимального значения и абсолютной погрешности установки напряжения смещения выходного сигнала	8.3	да	да
3.4 Определение относительного уровня гармоник и субгармоник выходного сигнала	8.4	да	да
3.5 Определение диапазона установки коэффициента амплитудной модуляции (АМ) при работе от внутреннего и внешнего источников модуляции	8.5	да	да
3.6 Определение диапазона установки девиации частоты при работе от внутреннего источника модуляции	8.6	да	да
3.7 Определение параметров импульсного сигнала	8.7	да	да
3.8 Определение выходного сопротивления генератора	8.8	да	да

3 Средства поверки

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

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные характеристики средства поверки
8.1	Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64: диапазон измеряемых частот от $5 \cdot 10^{-3}$ до $1,5 \cdot 10^9$ Гц, диапазон напряжений измеряемых сигналов от 0,05 до 10 В, пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного кварцевого генератора $\pm 5 \cdot 10^{-7}$

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные характеристики средства поверки
8.4, 8.6	Анализатор спектра Agilent E4443A: диапазон измеряемых частот от 3 до $6,7 \cdot 10^9$ Гц, средний уровень собственных шумов при полосе разрешения 1 Гц не более минус 155 дБм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня сигнала $\pm 0,7$ дБ
8.2	Вольтметр переменного тока ВЗ-63: диапазон измеряемых частот от 10 до $1,5 \cdot 10^9$ Гц, диапазон измеряемых напряжений от 0,01 до 100 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения $\pm (0,05-2)$ %
8.2, 8.3, 8.8	Вольтметр универсальный В7-54/2: диапазон измеряемых частот от 10 до $1 \cdot 10^6$ Гц, диапазон измеряемых напряжений переменного тока от 1 мВ до 700 В; пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока $\pm 0,1$ %; диапазон измеряемых напряжений постоянного тока от 0,1 мкВ до 1000 В; пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока $\pm (0,0018-0,0033)$ %; диапазон измерений силы переменного тока от 10 мА до 2 А; пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока $\pm 0,25$ %; диапазон измерений сопротивления от 0,1 мОм до 1 ГОм; пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления $\pm (0,0033-0,0043)$ %
8.5, 8.6	Измеритель модуляции вычислительный СКЗ-45: диапазон несущих частот измеряемого сигнала в режиме АМ от $4 \cdot 10^{-4}$ до 500 МГц и ЧМ от $4 \cdot 10^{-4}$ до 1000 МГц, пределы допускаемой погрешности измерений: в режиме АМ $\Delta = \pm (A_0 \cdot M + \Delta M_{ш})$, где A_0 – относительная погрешность измерения; M – значение измеряемого коэффициента (%); $\Delta M_{ш}$ – «шумовой» остаток (%); в режиме ЧМ: $\Delta = \pm (2A_0 \cdot \Delta f + 2\Delta f_{ш})$, где A_0 – относительная погрешность измерений; Δf – значение измеряемой девиации частоты (кГц); $\Delta f_{ш}$ – «шумовой» остаток (кГц)
8.5	Диапазон частот от 10 Гц до 200 кГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты: $\pm (1 + (50/f_{уст}))$ в диапазоне частот от 10 Гц до 20 кГц; $\pm 1,5$ % в диапазоне от 20 до 200 кГц, где $f_{уст}$ – установленное на генераторе значение частоты
7.2, 8.7	Установка измерительная К2-76: полоса пропускания от 0 до 18 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений временных интервалов $\pm (0,005 \cdot T_x)$, где T_x – измеряемый интервал времени

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

3.3 Вышеуказанные средства измерений должны быть поверены органами государственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд.3) и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

4.2 Поверка генераторов должна осуществляться лицами, изучившими эксплуатационную, нормативно-техническую документацию.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки генератора необходимо соблюдение следующих требований к условиям внешней среды:

- температура окружающей среды $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность $(65 \pm 15) \%$;
- атмосферное давление (750 ± 30) мм рт. ст.;
- напряжение питающей сети (220 ± 5) В;
- частота питающей сети $(50 \pm 0,5)$ Гц.

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать приборы в условиях, указанных в п. 5 в течение не менее 1 ч;
- выполнить операции, оговоренные в руководстве по эксплуатации на поверяемый генератор по его подготовке к поверке;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие генератора следующим требованиям:

- наружная поверхность не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу генератора;
- разъемы должны быть чистыми;
- соединительные провода должны быть исправными;
- комплектность генератора должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя.

7.1.2 Генератор, не удовлетворяющий данным требованиям, бракуется и направляется в ремонт.

7.2 Опробование

7.2.1 Подготовить генератор к работе в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации;

проверить работоспособность с помощью установки измерительной К2-76 с соответствующей полосой пропускания, для чего, включив питание и прогрев генератор в течение 30 минут и поочередно нажимать кнопки включения сигналов прямоугольной, треугольной и синусоидальной формы, на экране установки должны наблюдаться соответствующие сигналы.

7.2.2 Генератор, не удовлетворяющий данным требованиям, бракуется и направляется в ремонт.

8. Определение метрологических характеристик

8.1 Определение максимальных значений и абсолютной погрешности установки частоты

Определение верхних пределов и абсолютной погрешности воспроизводимой частоты проводить методом прямых измерений частоты выходного синусоидального сигнала генератора.

Структурная схема соединения приборов приведена на рисунке 1.

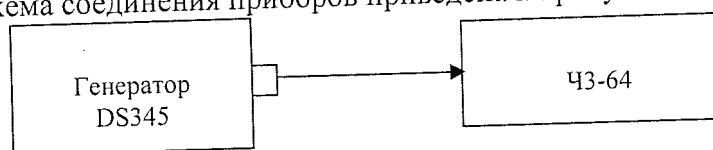


Рисунок 1

8.1.1 Измерения необходимо проводить в следующей последовательности.

Соединить выход генератора со входом частотомера электронно-счетного ЧЗ-64 в соответствии с рисунком 1.

Установить на выходе генератора значение частоты выходного синусоидального сигнала ($f_{уст}$) 30,2 МГц и амплитуду 500 мВ. Измерить частотомером значение частоты выходного сигнала ($f_{изм}$). Рассчитать абсолютную погрешность установки частоты выходного сигнала генератора в соответствии с формулой (1).

$$\Delta f = f_{уст} - f_{изм} \quad (1)$$

8.1.2 При измерении сигналов прямоугольной, пилообразной и треугольной формы измерить период колебаний с вычислением абсолютной погрешности измерений по формуле (2):

$$\Delta_f = \frac{T_{изм} - T_{ном}}{T_{изм} \cdot T_{ном}} \quad (2)$$

где $T_{изм}$ – период, измеренный частотомером, с;

$T_{ном} = 1/f_{ном}$, с; – период, установленный на генераторе.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если максимальные значения частоты измеренного сигнала составляют, МГц:

синусоидальной формы	30,2;
прямоугольной формы	30,2;
пилообразной формы	0,1;
треугольной формы	0,1;
произвольной формы	10;

значения относительной погрешности установки частоты находятся в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-7} \cdot f_{уст}$.

8.2 Определение диапазона и относительной погрешности установки уровня выходного напряжения синусоидального сигнала

Диапазон и относительную погрешность установки уровня выходного напряжения синусоидального сигнала определять методом прямых измерений с помощью вольтметра переменного тока ВЗ-63.

8.2.1 Измерения проводить в следующей последовательности.

Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 2.

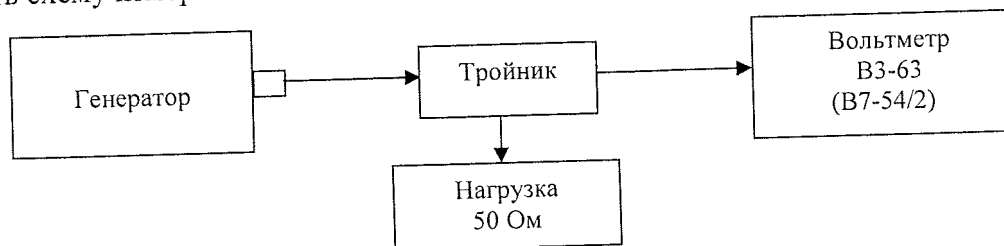


Рисунок 2

На генераторе установить сигнал частотой 10 Гц и выходным напряжением 10 мВ. Провести измерения вольтметром универсальным В7-54/2. В соответствии с таблицей 8.1 провести измерения остальных значений напряжений выходного сигнала.

При выполнении измерений на частотах 5, 10 и 20 МГц применять вольтметр переменного тока В3-63.

При выполнении измерений на высокоомной нагрузке (Hi-Z) не применять нагрузку 50 Ом.

Таблица 8.1

Напряжение генератора $U_{уст}$, В	Напряжение, измеренное вольтметром $U_{уст}$, В					
	для номинальных значений частоты измеряемого сигнала $f_{уст}$, Гц					
	10	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$	$20 \cdot 10^6$	$30,2 \cdot 10^6$
0,01						
0,1						
1						
5						
10						

Вычислить погрешность установки уровня выходного напряжения (дБ) по формуле (3):

$$\delta_U = 20 \cdot \lg \frac{U_{изм}}{U_{уст}}, \quad (3)$$

где $U_{уст}$ - значение напряжения, установленное на выходе генератора, В;
 $U_{изм}$ - значение напряжения, измеренное вольтметром, В.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если:
 диапазон установки уровня выходного напряжения (U_{pp}) при нагрузке сопротивлением 50 Ом изменяется от 0,01 до 10 В, при высокоомной нагрузке (Hi-Z) от 0,01 до 20 В;
 значения относительной погрешности установки уровня выходного напряжения синусоидального сигнала находятся в пределах, дБ:

- а) при уровне выходного напряжения от 0,01 до 5 В;
 - в диапазоне частот от 1 Гц до 20 МГц $\pm 0,4$;
 - в диапазоне частот от 20 до 30,2 МГц $\pm 0,5$;
- б) при уровне выходного напряжения 5 до 10 В;
 - в диапазоне частот от 1 Гц до 20 МГц $\pm 0,2$;
 - в диапазоне частот от 20 до 30,2 МГц $\pm 0,3$.

8.3 Определение максимального значения и абсолютной погрешности установки напряжения смещения выходного сигнала

Измерение максимальных значений установки напряжения смещения выходного сигнала проводить методом прямых измерений.

Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 2 (вместо вольтметра В3-63 использовать вольтметр В7-54/2).

Перевести В7-54/2 в режим измерения напряжения постоянного тока.

Выбрать режим генерирования синусоидального сигнала частотой 1 кГц. Последовательно установить на выходе генератора значения размаха выходного напряжения (U_{p-p}) (Amplitude) 0; 1; 10 В и значения смещения выходного сигнала (DC offset) $U_{см}$ согласно таблице 8.2 (положительные и отрицательные значения смещения).

Провести измерения вольтметром универсальным В7-54/2 значений напряжения постоянного тока ($U_{изм}$), занести результаты измерений в таблицу 8.2.

Таблица 8.2

Выходное напряжение U_{p-p} , В	Поверяемые отметки $U_{см}$, В	Измеренные значения $U_{изм}$, В	Абсолютная погрешность измерений, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мВ
0	- 5			$\pm 75,2$
	- 1			$\pm 15,2$
	0			± 2
	1			$\pm 15,2$
	5			$\pm 75,2$
5	-5			$\pm 75,2$
	-1			$\pm 15,2$
	0			± 2
	1			$\pm 15,2$
	5			$\pm 75,2$

Абсолютную погрешность установки напряжения смещения выходного сигнала вычислить по формуле (4).

$$\Delta_{см} = U_{изм} - U_{см} \quad (4)$$

где: $U_{изм}$ – измеренное напряжение смещения постоянной составляющей;

$U_{см}$ – установленное на генераторе напряжение смещения выходного сигнала.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если:

диапазон максимальных значений установки напряжения смещения ($U_{см}$) выходного сигнала составляет ± 5 В;

значения абсолютной погрешности установки напряжения смещения выходного сигнала $\Delta_{см}$ находятся в пределах, указанных в таблице 8.2.

8.4 Определение относительного уровня гармоник и субгармоник выходного сигнала

Проверка относительного уровня гармоник по отношению к уровню сигнала несущей частоты провести анализатором спектра ВЧ и СВЧ диапазонов Agilent E4443B.

Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 3.

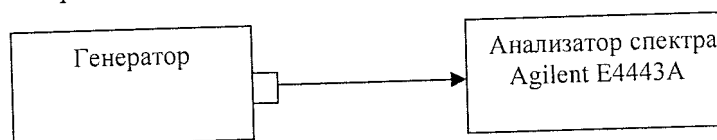


Рисунок 3

Провести измерения гармоник относительно основного сигнала. На генераторе установить уровень выходного сигнала 707 мВ. Измерения проводить на частотах основного сигнала 100, 1000 Гц; 1000 кГц и 10, 30 МГц. Анализатором спектра последовательно настраиваться на частоту основного сигнала и ее гармоник.

$2 \cdot f_0, 3 \cdot f_0, \dots, n \cdot f_0$, где f_0 – частота основного сигнала. Измерить их уровень.

Уровень гармоник (ΔD) относительно уровня мощности основного сигнала рассчитать по формуле (5):

$$\Delta D = D_0 - D_{изм} \quad (5),$$

где $D_{изм}$ – измеренное значение уровня n -ой гармоники максимальной по отношению к другим, дБ;

D_0 – измеренное значение уровня выходного сигнала основной частоты, дБ.

Уровень субгармоник относительно уровня мощности основного сигнала измерить на частотах $0,25 \cdot f_0, 0,5 \cdot f_0, 1,5 \cdot f_0$. По формуле (5) рассчитать относительный уровень субгармоник, где $D_{изм}$ – измеренное значение уровня n -ой субгармоники, дБ.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если:

а) относительный уровень гармоник выходного синусоидального сигнала, дБ, не более, в диапазоне частот:

- от 0,1 до 1 МГц.....минус 45;
 - от 1 до 10 МГц.....минус 35;

- от 10 до 30 МГц.....минус 25.

б) относительный уровень субгармоник выходного синусоидального сигнала составляет не более минус 50 дБ.

8.5 Определение диапазона установки коэффициента АМ при работе от внутреннего и внешнего источников модуляции

8.5.1 Для проведения измерений коэффициента АМ при работе генератора от внутреннего источника модуляции собрать схему в соответствии с рисунком 4 (генератор сигналов НЧ ГЗ-118 не подключен). На испытываемом генераторе установить режим внутренней АМ. Установить частоту внутреннего модулирующего генератора 1 кГц, уровень выходной мощности 707 мВ. На измерителе модуляции установить режим измерений АМ и полосу НЧ от 0,02 до 20 кГц.

Провести измерения полного диапазона установки коэффициента АМ. Измерения проводить на частотах 10 и 30 МГц. Коэффициент амплитудной модуляции изменять от 0 до 100 % с шагом 10. Фиксировать пиковые значения M_v и M_n коэффициента АМ.

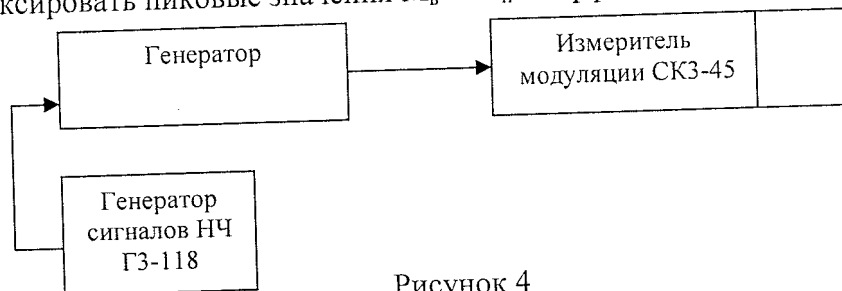


Рисунок 4

8.5.2 Для проведения измерений коэффициента АМ от внешнего источника модуляции собрать схему в соответствии с рисунком 4. К входу испытываемого генератора подключить генератор сигналов низкочастотный ГЗ-118 с установленными параметрами модулирующего напряжения 500 мВ и частотой 1 кГц. На испытываемом генераторе установить режим генерирования АМ сигнала от внешнего источника модуляции. Провести измерения коэффициента АМ на частотах основного сигнала 10, 50 и 30 МГц. Коэффициент амплитудной модуляции установить 10 и 100 %.

По результатам измерений рассчитать измеренное значение коэффициента АМ ($M_{изм}$) по формуле (6):

$$M_{изм} = \frac{M_v + M_n}{2} \quad (6)$$

где M_v и M_n – измеренные значения коэффициента АМ, %.

Результаты поверки считать положительными, если коэффициент АМ при генерации от внутреннего и внешнего источников модуляции изменяется в диапазоне от 0 до 100 %.

8.6 Проверка диапазона установки девиации частоты при работе от внутреннего источника модуляции

При измерении девиации частоты до 1 МГц измерения проводить с помощью измерителя модуляции СКЗ-45. При выполнении измерений девиации частоты от 1 до 30 МГц измерения проводить анализатором спектра Agilent E4443A в соответствии со схемой подключения, указанной на рисунке 3.

Для проведения измерений диапазона установки девиации частоты при работе генератора от внутреннего источника модуляции собрать схему в соответствии с рисунком 4 (генератор сигналов НЧ ГЗ-118 не подключен). На испытываемом генераторе установить режим внутренней ЧМ. Установить частоту внутреннего модулирующего генератора 1 кГц, уровень выходного напряжения 707 мВ. На измерителе модуляции установить режим измерений ЧМ и полосу НЧ от 0,02 до 20 кГц. Измерения значений девиации частоты провести следующих частотах основного сигнала: 0,1; 1; 10; 30 МГц.

При измерении девиации частоты 10 и 30 МГц измерения проводить анализатором спектра. На анализаторе выполнить следующие установки:

- полоса обзора ПО = 60 МГц;
- полоса пропускания ПП = 100 кГц;
- полоса видеофильтра ВФ = 100 кГц;

За измеренную величину девиации $w_{изм}$ принимается половина ширины спектра наблюдаемого на анализаторе ЧМ сигнала. Маркером М отсчитывается ширина спектра от несущей до крайних значений боковых частот ЧМ сигнала.

Результаты поверки считать положительными, если диапазон установки девиации частоты для выходного синусоидального сигнала составляет от 0,001 до $30,2 \cdot 10^3$ кГц.

8.7 Проверка параметров импульсного сигнала

Проверку параметров импульсного сигнала, длительности фронта и среза импульса, выброса на вершине и в паузе импульса проводить установкой измерительной К2-76 на частотах сигнала 1, 10 и 30 МГц.

На генераторе выполнить следующие установки:

- режим генерирования прямоугольных импульсов положительной полярности;
- длительность импульса 0,5 мкс;
- амплитуда 1 В.

Аналоговый фильтр отключен. Длительность фронта и среза импульса измерить по уровню 0,1; 0,9 от полного размаха импульса.

Результаты поверки считать положительными, если параметры импульсного модулирующего сигнала не превышают следующих значений:

- длительность фронта/среза импульса 15 нс;
- выброс на вершине и в паузе импульса 5 %.

8.8 Определение выходного сопротивления генератора

Определение выходного сопротивления генератора провести с помощью вольтметра универсального В7-54/2.

Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 5.

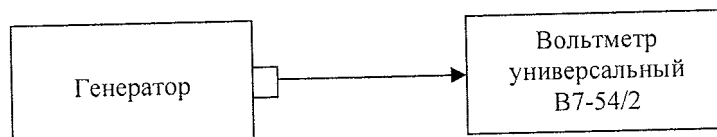


Рисунок 5

Провести измерения вольтметром универсальным В7-54/2.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если выходное сопротивление генератора составляет (50 ± 1) Ом.

9 Оформление результатов проведения поверки

9.1 При положительных результатах поверки на генератор (техническую документацию) наносится оттиск поверительного клейма или выдается свидетельство установленной формы.

9.2 Значения характеристик, определенные в процессе поверки, заносятся в документацию.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки применение генератора запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Заместитель начальника отдела
ГЦИ СИ "Воентест" 32 ГНИИ МО РФ

Научный сотрудник
ГЦИ СИ "Воентест" 32 ГНИИ МО РФ

Р.А. Родин

В.Н. Прокопишин

УТВЕРЖДАЮ

**Начальник ГЦИ СИ "Воентест"
32 ГНИИ МО РФ**



С.И. Донченко

«12» декабря 2008 г.

Инструкция

Генераторы сигналов произвольной формы DS345

фирмы «Stanford Research Systems, Inc.», США

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи, 2008 г.

- полоса обзора ПО = 60 МГц;
- полоса пропускания ПП = 100 кГц;
- полоса видеофильтра ВФ = 100 кГц;

За измеренную величину девиации $w_{изм}$ принимается половина ширины спектра наблюдаемого на анализаторе ЧМ сигнала. Маркером М отсчитывается ширина спектра от несущей до крайних значений боковых частот ЧМ сигнала.

Результаты поверки считать положительными, если диапазон установки девиации частоты для выходного синусоидального сигнала составляет от 0,001 до $30,2 \cdot 10^3$ кГц.

8.7 Проверка параметров импульсного сигнала

Проверку параметров импульсного сигнала, длительности фронта и среза импульса, выброса на вершине и в паузе импульса проводить установкой измерительной К2-76 на частотах сигнала 1, 10 и 30 МГц.

На генераторе выполнить следующие установки:

- режим генерирования прямоугольных импульсов положительной полярности;
- длительность импульса 0,5 мкс;
- амплитуда 1 В.

Аналоговый фильтр отключен. Длительность фронта и среза импульса измерить по уровню 0,1; 0,9 от полного размаха импульса.

Результаты поверки считать положительными, если параметры импульсного модулирующего сигнала не превышают следующих значений:

- длительность фронта/среза импульса 15 нс;
- выброс на вершине и в паузе импульса 5 %.

8.8 Определение выходного сопротивления генератора

Определение выходного сопротивления генератора провести с помощью вольтметра универсального В7-54/2.

Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 5.

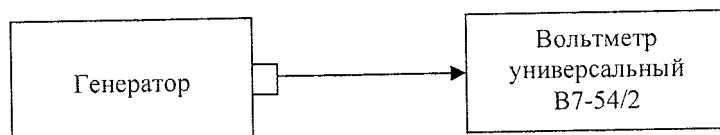


Рисунок 5

Провести измерения вольтметром универсальным В7-54/2.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если выходное сопротивление генератора составляет (50 ± 1) Ом.

9 Оформление результатов проведения поверки

9.1 При положительных результатах поверки на генератор (техническую документацию) наносится оттиск поверительного клейма или выдается свидетельство установленной формы.

9.2 Значения характеристик, определенные в процессе поверки, заносятся в документацию.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки применение генератора запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Заместитель начальника отдела
ГЦИ СИ "Воентест" 32 ГНИИ МО РФ

Научный сотрудник
ГЦИ СИ "Воентест" 32 ГНИИ МО РФ

Р.А. Родин

В.Н. Прокопишин