

1742

УТВЕРЖДАЮ
Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ



А.Ю. Кузин

«15» 07 2008 г.

ИНСТРУКЦИЯ

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ PXI-5406
ФИРМЫ «NATIONAL INSTRUMENTS», США

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи
2008 г.

Содержание

1.	Операции поверки	3
2.	Средства поверки	3
3.	Условия поверки	4
4.	Требования к безопасности и квалификации персонала	4
5.	Подготовка к поверке	5
6.	Проведение поверки	5
7.	Оформление результатов поверки	10

Настоящая методика поверки распространяется на генераторы сигналов PXI-5406 (далее по тексту - генераторы), изготавливаемые фирмой «National Instruments», США, и устанавливает порядок проведения и оформления результатов их первичной и периодической поверки.

Межповерочный интервал 1 год.

Перед проведением поверки необходимо предварительно ознакомиться с «Руководством по эксплуатации» (РЭ).

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки генераторов должны выполняться операции, приведённые в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	да	да
2 Опробование	6.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик:	6.3	да	да
4 Определение максимальных значений и погрешности установки частоты	6.3.1	да	да
5 Определение пределов и погрешности установки уровня выходного напряжения синусоидального сигнала	6.3.2	да	да
6 Определение пределов и погрешности установки напряжения смещения постоянной составляющей выходного сигнала	6.3.3	да	да
7 Определение относительного уровня гармонических составляющих	6.3.4	да	нет
8 Определение основных параметров импульсных сигналов	6.3.5	да	нет

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть применены следующие средства измерений и вспомогательные устройства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.3.1	Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-83/1 (диапазон измерений частоты непрерывных сигналов от 0,1 Гц до 2,4 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-6}$, уровень входных сигналов от 0,03 до 10 В)

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.3.2, 6.3.3	Вольтметр универсальный В7-54/2 (диапазон рабочих частот от 10 Гц до 1 МГц, диапазон измерений напряжения постоянного тока от 1 мкВ до 1000 В, пределы допускаемой погрешности измерений напряжения постоянного тока $\pm (0,0053-0,0073) \%$, диапазон измерений напряжения переменного тока от 1 мВ до 700 В, пределы допускаемой погрешности измерений напряжения переменного тока $\pm 0,25 \%$).
6.3.4	Анализатор спектра ВЧ и СВЧ диапазонов Agilent E4411B (диапазон рабочих частот от 9 кГц до 1,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений уровня на частоте 1 ГГц $\pm 1,1$ дБ).
6.3.5	Установка измерительная К2-76 (полоса пропускания от 0 до 18 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений временных интервалов $\pm 0,5 \%$).

2.2 Все средства измерений должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующий документ о поверке.

2.3 Допускается применение других средств измерений, удовлетворяющих требованиям настоящей методики и обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой погрешностью.

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С.....от 10 до 25;
- относительная влажность воздуха, %от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.).....от 84 до 106,7 (от 650 до 800).

Параметры электропитания:

- напряжение переменного тока, В.....от 209 до 231;
- частота переменного тока, Гц.....от 49,5 до 50,5.

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.

4 ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

4.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

4.2 К выполнению операций поверки и обработке результатов наблюдений могут быть допущены только лица, аттестованные в качестве поверителей в установленном порядке.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 На поверку представляют генераторы, полностью укомплектованные в соответствии с РЭ, совместно с базовым блоком PXI, управляющим компьютером и установленным программным обеспечением.

При периодической поверке представляют дополнительно свидетельство и протокол о предыдущей поверке.

5.2 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с РЭ на генераторы и подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

5.3 Поверитель подготавливает генераторы к включению в соответствии с РЭ.

5.4 Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 должен быть проведен перед началом поверки, а затем периодически, но не реже одного раза в час.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

Внешний вид генератора представлен на рисунке 1.

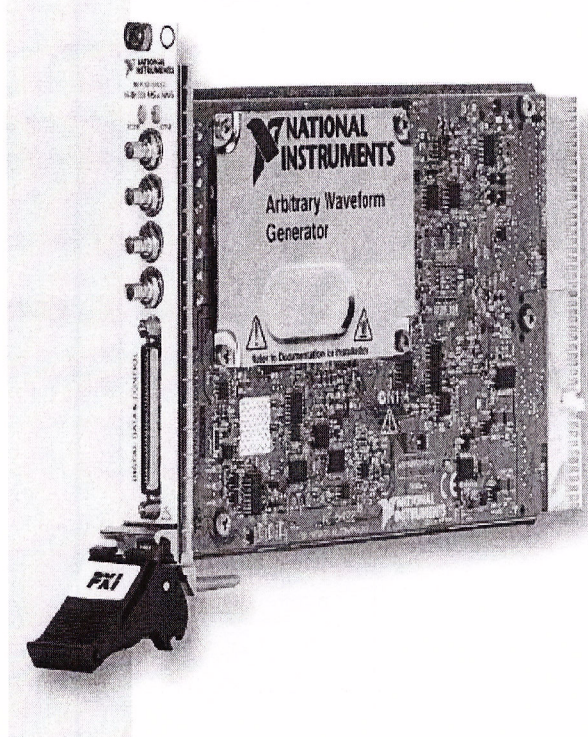


Рисунок 1 - Генератор сигналов произвольной формы PXI-5406

6.1.1 При проведении внешнего осмотра установить:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации;
- отсутствие механических и электрических повреждений, влияющих на работу;
- наличие маркировки с указанием типа и заводского номера;
- отсутствие повреждений в соединениях, а также выполнение условий поверки, установленных в разделе 3 и защитного заземления базового блока;
- отсутствие неудовлетворительного крепления разъемов;
- четкость изображения имеющихся надписей;
- состояние лакокрасочного покрытия.

Результаты поверки считать положительными, если внешний вид генераторов соответствует требованиям технической документации фирмы-изготовителя.

6.2 Опробование

Провести опробование работы генератора для оценки его исправности в следующей последовательности.

Включить базовый блок PXI в сеть.

Запустить на выполнение виртуальную панель NI-FGEN.

Убедиться в правильности прохождения тестовой программы и в отсутствии индицируемых ошибок. Тестовая программа выполняется автоматически после включения питания и запуска виртуальной панели. Опробование режимов работы, видов генерируемых сигналов, возможности регулирования частоты, амплитуды и смещения постоянной составляющей производится путем регистрации сигналов на экране K2-76.

Неисправные генераторы бракуются и направляются в ремонт.

6.3 Определение метрологических характеристик

Установку воспроизводимых генератором значений параметров выходного сигнала (форма сигнала, частота, уровень и т.д.) осуществлять вводом с клавиатуры ПК необходимых значений в соответствующие диалоговые окна виртуальной панели NI-FGEN. Все измерения проводить с установленным выходным сопротивлением 50 Ом (Edit→device→Output impedance→50 Ом). Аналоговый фильтр при измерении параметров несинусоидальных сигналов должен быть отключен (Edit→device→Analog filter→off). Выбор формы сигнала проводить с помощью соответствующих иконок на виртуальной панели. Выбор задаваемого параметра проводить с помощью манипулятора «мышь» установкой галочки в диалоговом окне. Значения соответствующего параметра установить с помощью «мыши» (поворотом виртуальной ручки-регулятора) или с клавиатуры в соответствующем окне значений. Значение амплитуды, задаваемые с виртуальной панели, соответствуют размаху напряжения (от пика до пика), поэтому далее по тексту под амплитудой выходного напряжения понимается полный размах выходного напряжения.

Внешний вид виртуальной панели представлен на рисунке 2.

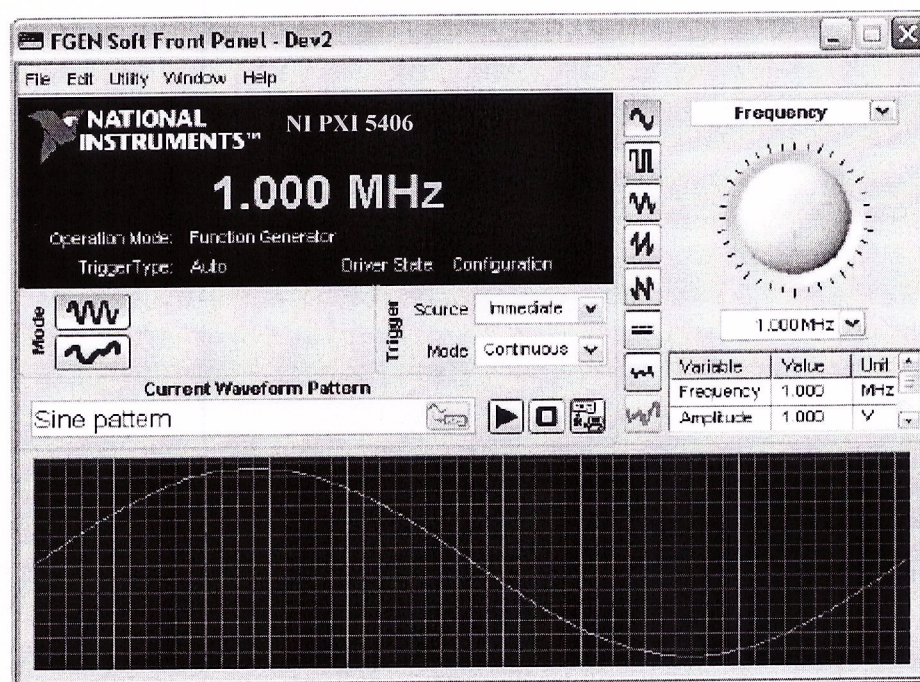


Рисунок 2 - Внешний вид виртуальной панели генератора

6.3.1 Определение максимальных значений частоты воспроизводимых сигналов и относительной погрешности установки частоты

Определение максимальных значений воспроизводимой частоты и относительной погрешности установки частоты проводить методом прямых измерений частоты выходного синусоидального сигнала генератора.

Структурная схема соединения приборов приведена на рисунке 3.

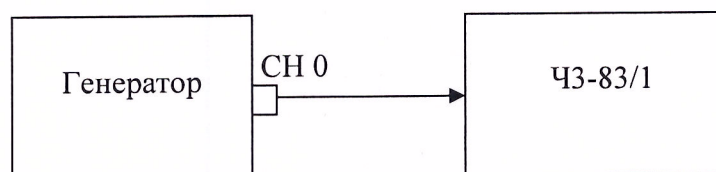


Рисунок 3 - Структурная схема соединения приборов при определении верхних пределов воспроизводимой частоты и погрешности установки частоты

6.3.1.1 Измерения необходимо проводить в следующей последовательности.

Соединить выход 0 (CH 0) генератора со входом частотомера электронно-счетного ЧЗ-64 в соответствии с рисунком 3.

Установить на выходе генератора значение частоты (Frequency) выходного синусоидального сигнала ($F_{\text{ном}}$) 40 МГц и амплитуду (Amplitude) выходного сигнала 500 мВ. Измерить частотомером ЧЗ-64 значение частоты выходного сигнала ($F_{\text{изм}}$).

Рассчитать погрешность установки максимальных значений частоты выходного сигнала в соответствии с формулой (1):

$$\delta f = \frac{f_{\text{изм.}} - f_{\text{уст.}}}{f_{\text{уст.}}} . \quad (1)$$

6.3.1.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если:

- максимальное измеренное значение частоты синусоидального сигнала во всех трактах составляет 40 МГц;
- значения относительной погрешности установки частоты находятся в пределах $\pm 25 \cdot 10^{-6}$.

6.3.2 Определение диапазонов и погрешности установки уровня выходного напряжения синусоидального сигнала

Диапазон и погрешность установки уровня выходного напряжения синусоидального сигнала определять методом прямых измерений вольтметром универсальным В7-54/2.

6.3.2.1 Измерения проводить в следующей последовательности.

Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 4



Рисунок 4 - Схема измерений пределов и погрешности установки уровня выходного напряжения синусоидального сигнала

На выходе генератора СНО установить частоту 50 кГц. Значения выходного напряжения сигнала (Amplitude) ($U_{\text{ном}}$) устанавливать в соответствии с таблицей 3.1.

Вольтметром В7-54/2 измерить действительные значения напряжения на выходе генератора ($U_{\text{изм}}$) и полученные результаты измерений занести таблицу 3.1.

Таблица 3.1

Поверяемые отметки $U_{\text{ном}}$ (размах амплитуды), В	Измеренные значения действующего напряжения $U_{\text{изм}}$, мВ	Погрешность воспроизведения, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мВ
с нагрузкой 50 Ом			
$5,64 \cdot 10^{-3}$			$\pm 1,06$
0,1			± 2
1			± 11
2			± 21
4			± 41
6			± 61
8			± 81
10			± 101
с высокоомной нагрузкой			
$11,28 \cdot 10^{-3}$			$\pm 1,11$
3			± 6
6			± 61
12			± 121
15			± 151
17			± 171
20			± 201

Пределы действительных значений погрешности установки выходного напряжения вычислить как разность расчетных значений действующего напряжения и значений, измеренных вольтметром В7-54/2.

5.4.2.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если:

- диапазон установки уровня выходного напряжения сигнала на нагрузке 50 Ом изменяется в пределах от $5,64 \cdot 10^{-3}$ до 10 В;
- диапазон установки уровня выходного напряжения сигнала с высокоомной нагрузкой изменяется в пределах от $11,28 \cdot 10^{-3}$ до 20 В;
- пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходного напряжения находится в пределах, приведенных в таблице 3.1.

6.3.3 Определение максимальных значений и погрешности установки напряжения смещения постоянной составляющей выходного сигнала

Измерение максимальных значений и расчет погрешности установки напряжения смещения постоянной составляющей определить методом прямых измерений.

6.3.3.1 Выбрать на виртуальной панели режим генерации синусоидального сигнала на частоте 50 кГц. Последовательно установить на выходе генератора значения размаха выходного напряжения (U_{p-p}) (Amplitude) 0, 10, 20 В и значения смещения постоянной составляющей (DC offset) $U_{\text{см}}$ согласно таблице 3.2 (положительные и отрицательные значения смещения).

Провести измерения вольтметром универсальным В7-54/2 значений напряжения постоянного тока ($U_{\text{изм}}$), занести результаты измерений в таблицу 3.2.

Таблица 3.2

Выходное напряжение U_{p-p} , В	Поверяемые отметки U_{cm} , В	Измеренные значения $U_{изм}$, В	Погрешность измерений, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мВ
0	- 5			$\pm 4,5$
	- 1			$\pm 2,5$
	0			± 2
	1			$\pm 2,5$
	5			$\pm 4,5$
10	- 5			$\pm 44,5$
	-1			$\pm 42,5$
	0			± 42
	1			$\pm 42,5$
	5			$\pm 44,5$
20	- 5			$\pm 84,5$
	-1			$\pm 82,5$
	0			± 82
	1			$\pm 82,5$
	5			$\pm 84,5$

Абсолютную погрешность установки напряжения смещения постоянной составляющей вычислить по формуле (2).

$$\Delta_{cm} = U_{изм} - U_{cm} \quad (2)$$

6.3.3.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если:

- максимум установки смещения постоянной составляющей U_{cm} выходного сигнала составляет ± 5 В;
- значения абсолютной погрешности установки напряжения смещения постоянной составляющей Δ_{cm} находятся в пределах, указанных в таблице 3.2.

6.3.4 Определение относительного уровня гармонических составляющих

Определение относительного уровня гармонических составляющих (со 2 по 6) по отношению к уровню сигнала несущей частоты провести анализатором спектра ВЧ и СВЧ диапазонов Agilent E4408B.

Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 5.

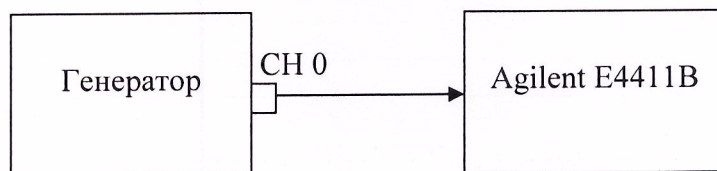


Рисунок 5 - Структурная схема соединения приборов при определении относительного уровня гармонических составляющих по прямому тракту и основному тракту с низким усилением

6.3.4.1 Определение относительного уровня гармонических составляющих проводить при установке уровня выходного сигнала 1 В.

Уровень гармонических составляющих основного сигнала определять на частотах $f_2, f_n \dots f_{n+1}, f_6$, при частоте установки основного сигнала 1, 10 и 40 МГц.

Относительный уровень гармонических составляющих спектра сигнала определить в соответствии с формулой (3):

$$\Delta A = A_0 - A_{fn}, \quad (3)$$

где ΔA – относительный уровень гармонических составляющих, дБ;

A_0 – уровень основного выходного сигнала генератора, дБ;

A_{fn} – максимальный уровень одной из n гармоник, дБ.

6.3.4.2 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 6.

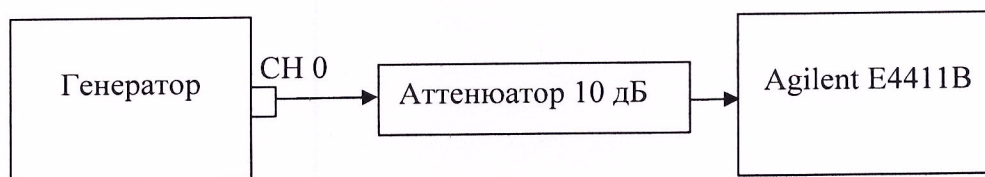


Рисунок 6 – Схема измерений при проверке относительного уровня гармонических составляющих по основному тракту с высоким усилением

5.4.4.3 Определение относительного уровня гармонических составляющих определять при установке уровня выходного сигнала 10 В.

Относительный уровень гармонических составляющих спектра сигнала определять в соответствии с формулой (3).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения относительного уровня гармонических составляющих в диапазоне частот от 1 до 40 МГц при уровнях выходного напряжения:

- не более 1,66 В составляет не более минус 41 дБ;
- более 1,66 В составляет не более минус 32 дБ.

6.3.5 Определение основных параметров импульсного сигнала

6.3.5.1 Определение параметров импульсного сигнала, длительности фронта и среза импульса, выброса на вершине и в паузе основного импульса проводить установкой измерительной К2-76 на частотах модулируемого сигнала 1, 10 и 43 МГц.

Выполнить на генераторе следующие установки:

- режим генерации прямоугольных импульсов положительной полярности;
- длительность импульса 0,05 мкс;
- амплитуда 1 В.

6.3.5.2 Измерения проводить в режиме включения основного тракта с низким усилением. Аналоговый фильтр отключен. Длительность фронта и среза импульса измерить по уровню 0,1; 0,9 от размаха импульса.

Результаты поверки считать положительными, если:

- длительность фронта/среза основного импульса, составляет не более 12 нс;
- выброс на вершине и в паузе основного импульса, составляет не более 5 %.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При поверке ведут протокол произвольной формы.

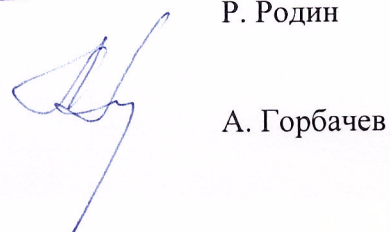
7.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке.

7.3 При отрицательных результатах поверки генератор к применению не допускается и на него выдается извещение о непригодности с указанием причины.

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

Старший научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ


Р. Родин


А. Горбачев

$$\Delta A = A_0 - A_{fn}, \quad (3)$$

где ΔA – относительный уровень гармонических составляющих, дБ;

A_0 – уровень основного выходного сигнала генератора, дБ;

A_{fn} – максимальный уровень одной из n гармоник, дБ.

6.3.4.2 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 6.

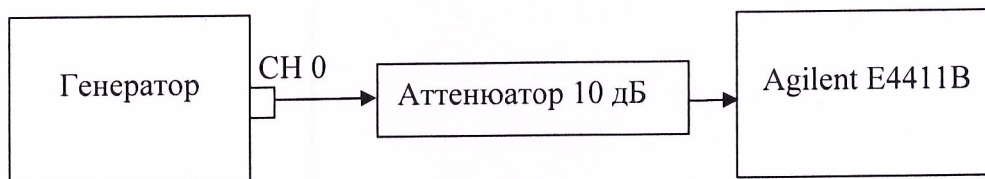


Рисунок 6 – Схема измерений при проверке относительного уровня гармонических составляющих по основному тракту с высоким усилением

5.4.4.3 Определение относительного уровня гармонических составляющих определять при установке уровня выходного сигнала 10 В.

Относительный уровень гармонических составляющих спектра сигнала определять в соответствии с формулой (3).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения относительного уровня гармонических составляющих в диапазоне частот от 1 до 40 МГц при уровнях выходного напряжения:

- не более 1,66 В составляет не более минус 41 дБ;
- более 1,66 В составляет не более минус 32 дБ.

6.3.5 Определение основных параметров импульсного сигнала

6.3.5.1 Определение параметров импульсного сигнала, длительности фронта и среза импульса, выброса на вершине и в паузе основного импульса проводить установкой измерительной К2-76 на частотах модулируемого сигнала 1, 10 и 43 МГц.

Выполнить на генераторе следующие установки:

- режим генерации прямоугольных импульсов положительной полярности;
- длительность импульса 0,05 мкс;
- амплитуда 1 В.

6.3.5.2 Измерения проводить в режиме включения основного тракта с низким усилением. Аналоговый фильтр отключен. Длительность фронта и среза импульса измерить по уровню 0,1; 0,9 от размаха импульса.

Результаты поверки считать положительными, если:

- длительность фронта/среза основного импульса, составляет не более 12 нс;
- выброс на вершине и в паузе основного импульса, составляет не более 5 %.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При поверке ведут протокол произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке.

7.3 При отрицательных результатах поверки генератор к применению не допускается и на него выдается извещение о непригодности с указанием причины.

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

Старший научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ


Р. Родин


А. Горбачев

$$\Delta A = A_0 - A_{fn}, \quad (3)$$

где ΔA – относительный уровень гармонических составляющих, дБ;

A_0 – уровень основного выходного сигнала генератора, дБ;

A_{fn} – максимальный уровень одной из n гармоник, дБ.

6.3.4.2 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 6.

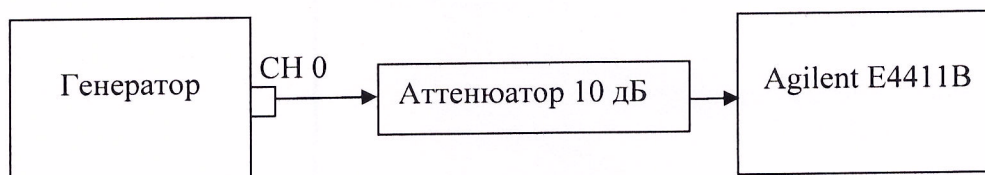


Рисунок 6 – Схема измерений при проверке относительного уровня гармонических составляющих по основному тракту с высоким усилением

5.4.4.3 Определение относительного уровня гармонических составляющих определять при установке уровня выходного сигнала 10 В.

Относительный уровень гармонических составляющих спектра сигнала определять в соответствии с формулой (3).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения относительного уровня гармонических составляющих в диапазоне частот от 1 до 40 МГц при уровнях выходного напряжения:

- не более 1,66 В составляет не более минус 41 дБ;
- более 1,66 В составляет не более минус 32 дБ.

6.3.5 Определение основных параметров импульсного сигнала

6.3.5.1 Определение параметров импульсного сигнала, длительности фронта и среза импульса, выброса на вершине и в паузе основного импульса проводить установкой измерительной К2-76 на частотах модулируемого сигнала 1, 10 и 43 МГц.

Выполнить на генераторе следующие установки:

- режим генерации прямоугольных импульсов положительной полярности;
- длительность импульса 0,05 мкс;
- амплитуда 1 В.

6.3.5.2 Измерения проводить в режиме включения основного тракта с низким усилением. Аналоговый фильтр отключен. Длительность фронта и среза импульса измерить по уровню 0,1; 0,9 от размаха импульса.

Результаты поверки считать положительными, если:

- длительность фронта/среза основного импульса, составляет не более 12 нс;
- выброс на вершине и в паузе основного импульса, составляет не более 5 %.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

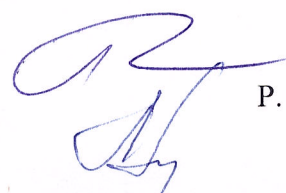
7.1 При поверке ведут протокол произвольной формы.

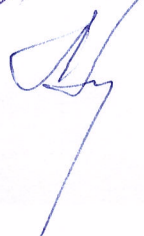
7.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке.

7.3 При отрицательных результатах поверки генератор к применению не допускается и на него выдается извещение о непригодности с указанием причины.

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

Старший научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ


Р. Родин


А. Горбачев

$$\Delta A = A_0 - A_{fn}, \quad (3)$$

где ΔA – относительный уровень гармонических составляющих, дБ;

A_0 – уровень основного выходного сигнала генератора, дБ;

A_{fn} – максимальный уровень одной из n гармоник, дБ.

6.3.4.2 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 6.

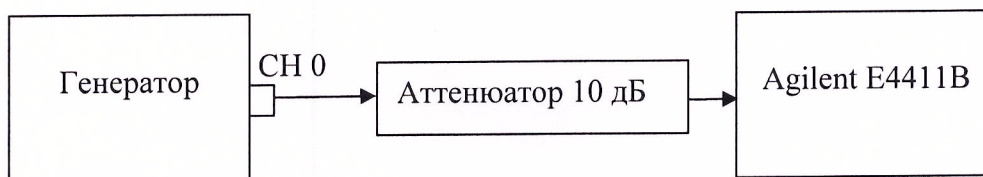


Рисунок 6 – Схема измерений при проверке относительного уровня гармонических составляющих по основному тракту с высоким усилением

5.4.4.3 Определение относительного уровня гармонических составляющих определять при установке уровня выходного сигнала 10 В.

Относительный уровень гармонических составляющих спектра сигнала определять в соответствии с формулой (3).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения относительного уровня гармонических составляющих в диапазоне частот от 1 до 40 МГц при уровнях выходного напряжения:

- не более 1,66 В составляет не более минус 41 дБ;
- более 1,66 В составляет не более минус 32 дБ.

6.3.5 Определение основных параметров импульсного сигнала

6.3.5.1 Определение параметров импульсного сигнала, длительности фронта и среза импульса, выброса на вершине и в паузе основного импульса проводить установкой измерительной К2-76 на частотах модулируемого сигнала 1, 10 и 43 МГц.

Выполнить на генераторе следующие установки:

- режим генерации прямоугольных импульсов положительной полярности;
- длительность импульса 0,05 мкс;
- амплитуда 1 В.

6.3.5.2 Измерения проводить в режиме включения основного тракта с низким усилением. Аналоговый фильтр отключен. Длительность фронта и среза импульса измерить по уровню 0,1; 0,9 от размаха импульса.

Результаты поверки считать положительными, если:

- длительность фронта/среза основного импульса, составляет не более 12 нс;
- выброс на вершине и в паузе основного импульса, составляет не более 5 %.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При поверке ведут протокол произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке.

7.3 При отрицательных результатах поверки генератор к применению не допускается и на него выдается извещение о непригодности с указанием причины.

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

Старший научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ


Р. Родин


А. Горбачев