

7747

УТВЕРЖДАЮ
Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ
ВОЕНТЕСТ
А.Ю. Кузин
«15» 07 2008 г.

ИНСТРУКЦИЯ

**ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ СЕРИИ РХІ-54ХХ
МОДЕЛЕЙ РХІ-5422, РХІ-5441, РХІ-5421, РХІ-5412
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	4
6	Проведение поверки	5
7	Оформление результатов поверки	12

Настоящая методика поверки распространяется на генераторы сигналов произвольной формы серии PXI-54XX моделей PXI-5422, PXI-5441, PXI-5421, PXI-5412 (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» на поверяемые генераторы.

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 (ввозе импорта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	да	да
2 Опробование	6.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик:	6.3	да	да
3.1 Определение максимальных значений и погрешности установки частоты	6.3.1	да	да
3.2 Определение пределов и погрешности установки уровня выходного напряжения синусоидального сигнала	6.3.2	да	да
3.3 Определение пределов и погрешности установки напряжения смещения постоянной составляющей выходного сигнала	6.3.3	да	да
3.4 Определение относительного уровня гармонических составляющих	6.3.4	да	нет
3.5 Определение основных параметров импульсного сигнала	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 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 поверителя в установленном порядке.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 На поверку представляют генераторы, полностью укомплектованные в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя, совместно с базовым блоком РХІ, 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 нормативной документацией на генераторы и подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

5.3 Поверитель подготавливает генераторы к включению в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя.

5.4 Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 должен быть проведён 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.

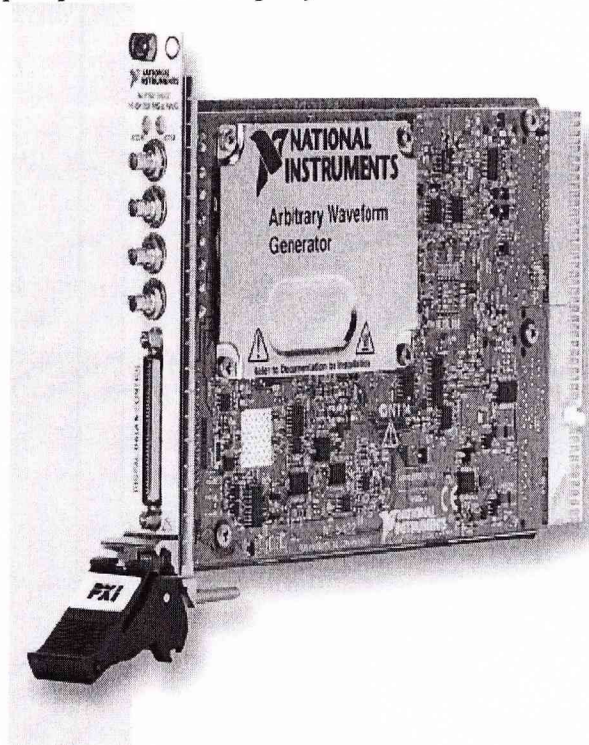


Рисунок 1 - Генератор сигналов произвольной формы PXI-5422

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

ВНИМАНИЕ! При опробовании и определении метрологических характеристик генератора средствами измерений, указанными в таблице 2, или аналогичными другими, необходимо использовать кабель SMB – BNC.

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

СН 0 – аналоговый выход.

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.

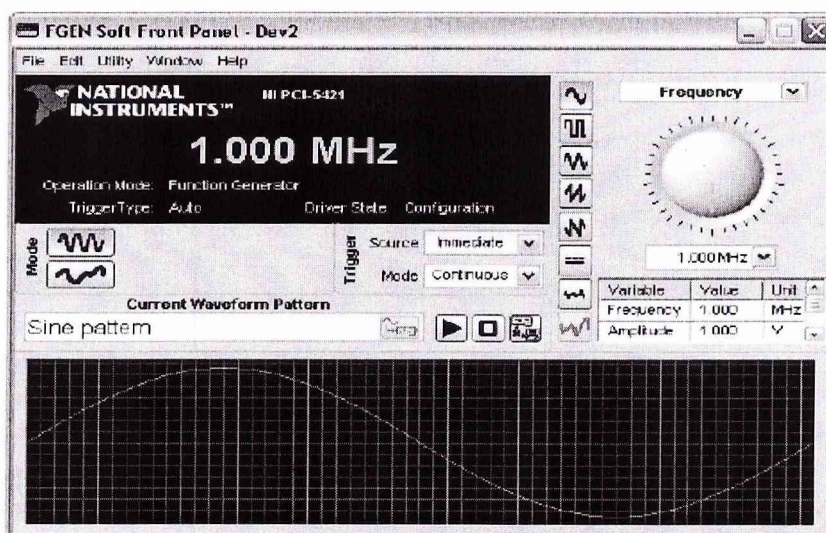


Рисунок 2 - Внешний вид виртуальной панели генератора

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.

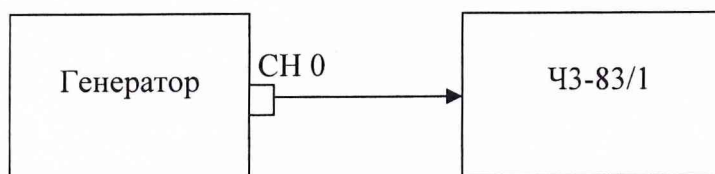


Рисунок 3 - Структурная схема соединения приборов при определении максимальных значений воспроизводимой частоты и погрешности установки частоты

6.3.1.1 Измерения необходимо проводить в следующей последовательности.

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

Последовательно устанавливая на выходе генератора значение частоты (Frequency) выходного синусоидального сигнала ($f_{ном}$) и амплитуду (Amplitude) выходного сигнала в соответствии с таблицей 3.

Измерить частотомером ЧЗ-83/1 значение частоты выходного сигнала ($f_{изм}$).

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

$$\delta f = \frac{f_{изм} - f_{ном}}{f_{ном}} \quad (1)$$

6.3.1.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если максимальные измеренные значения частоты синусоидального сигнала соответствуют приведенным в таблице 3, а значения относительной погрешности установки частоты находятся в пределах $\pm 25 \cdot 10^{-6}$.

Таблица 3

Модель генератора	Максимальные значения частоты воспроизводимых сигналов, МГц/ размах выходного напряжения, В		
	Тракт		
	Прямой тракт	Основной тракт с низким усилением	Основной тракт с высоким усилением
РХИ-5412	прямой тракт отсутствует	20 / 0,5	20 / 10
РХИ-5421, РХИ-5441	43 / 1,5	43 / 0,5	43 / 10
РХИ-5422	80 / 1,5	80 / 0,5	43 / 10

В противном случае генератор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

6.3.2 Определение диапазонов и погрешности установки уровня выходного напряжения синусоидального сигнала

Диапазоны 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 диапазонов и погрешности установки уровня выходного напряжения синусоидального сигнала

На выходе генератора СН0 установить частоту 50 кГц. Значения выходного напряжения сигнала (Amplitude) ($U_{ном}$) устанавливать в соответствии с таблицей 4. При проведении измерений на виртуальной панели автоматически устанавливается номинальное значение тракта выходного сигнала (тракт с низким усилением, тракт с высоким усилением, прямой тракт) в зависимости от значения выходного сигнала.

Вольтметром В7-54/2 измерить действительные значения напряжения на выходе генератора ($U_{изм}$) и полученные результаты измерений занести в таблицу 4.

Таблица 4

Модель генератора	Поверяемые отметки $U_{ном}$ (размах амплитуды), В	Измеренные значения действующего напряжения $U_{изм}$, мВ	Погрешность воспроизведения, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мВ
РХИ-5421, РХИ-5441, РХИ-5422, РХИ-5412	Основной тракт с низким усилением			
	$5,64 \cdot 10^{-3}$			$\pm 1,06$
	0,1			± 2
	1,5			± 16
	2			± 21
	Основной тракт с высоким усилением			
	$33,8 \cdot 10^{-3}$			$\pm 4,38$
	0,5			± 6
6			± 61	
12			± 121	
РХИ-5421, РХИ-5441, РХИ-5422	Прямой тракт			
	0,707			$\pm 8,07$
	1			± 11

Погрешность установки уровня выходного напряжения вычислить как разность расчетных значений действующего напряжения и значений, измеренных вольтметром В7-54/2.

6.3.2.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если:

- диапазон установки уровня выходного напряжения сигнала на нагрузке 50 Ом для основного тракта с низким усилением изменяется в пределах от $5,64 \cdot 10^{-3}$ до 2 В;

- диапазон установки уровня выходного напряжения сигнала на нагрузке 50 Ом для основного тракта с высоким усилением изменяется в пределах от $33,8 \cdot 10^{-3}$ до 12 В;
- диапазон установки уровня выходного напряжения сигнала на нагрузке 50 Ом для прямого тракта от 0,707 до 1 В.
- значения абсолютной погрешности установки уровня выходного напряжения находятся в пределах, приведенных в таблице 4. В противном случае генератор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

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 Собрать схему измерений соответствии с рисунком 5.

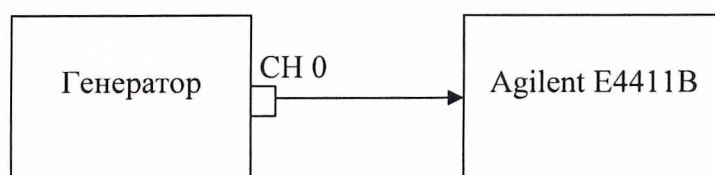


Рисунок 5 - Структурная схема соединения приборов при определении относительного уровня гармонических составляющих по прямому тракту и основному тракту с низким усилением

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

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, 1, 10 В и значения смещения постоянной составляющей (DC offset) $U_{см}$ согласно таблице 5 (положительные и отрицательные значения смещения).

Провести измерения вольтметром универсальным В7-54/2 значений напряжения постоянного тока ($U_{изм}$), занести результаты измерений в таблицу 5.

Таблица 5

Модель генератора	Выходное напряжение U_{p-p} , В	Поверяемые отметки $U_{см}$, В	Измеренные значения $U_{изм}$, В	Погрешность измерений, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мВ	
PXI-5422	0	-6			± 4	
		-3			$\pm 2,5$	
		0			± 1	
		3			$\pm 2,5$	
		6			± 4	
	1	-5,5				$\pm 7,75$
		-3				$\pm 6,5$
		0				± 5
		3				$\pm 6,5$
		5,5				$\pm 7,75$
	10	-1				$\pm 40,5$
		-0,5				$\pm 40,25$
		0				± 41
		0,5				$\pm 40,25$
		1				$\pm 40,5$

Модель генератора	Выходное напряжение U_{p-p} , В	Поверяемые отметки $U_{см}$, В	Измеренные значения $U_{изм}$, В	Погрешность измерений, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мВ
PXI-5441, PXI-5421, PXI-5412	0	-0,5			$\pm 1,25$
		-0,1			$\pm 1,05$
		0			± 1
		0,1			$\pm 1,05$
		0,5			$\pm 1,25$
	10	-3			± 42
		-1			± 41
		0			$\pm 40,5$
		1			± 41
		3			± 42

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

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

6.3.3.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если:

- максимум установки смещения постоянной составляющей $U_{см}$ выходного сигнала на основном тракте с низким усилением составляет ± 1 В для модели PXI-5422, $\pm 0,5$ В для моделей PXI-5441, PXI-5421, PXI-5412;

- максимум установки смещения постоянной составляющей $U_{см}$ выходного сигнала на основном тракте с высоким усилением составляет ± 6 В для модели PXI-5422, ± 3 В для моделей PXI-5441, PXI-5421, PXI-5412;

- значения абсолютной погрешности установки напряжения смещения постоянной составляющей $\Delta_{см}$ находятся в пределах, указанных в таблице 5. В противном случае генератор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

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 E4411B.

Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 5.

6.3.4.1 При определении относительного уровня гармонических составляющих по основному тракту с низким усилением на генераторе установить уровень выходного сигнала 2 В (по прямому тракту – 1 В), значения частоты воспроизводимого сигнала устанавливать в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Модель генератора	Частота, МГц	Относительный уровень гармонических составляющих, дБ, не более		
		Прямой тракт (опорный уровень 1 В)	Основной тракт с низким усилением (опорный уровень 2 В)	Основной тракт с высоким усилением (опорный уровень 10 В)
PXI-5422	1	минус 70	минус 65	минус 66
	5	минус 70	минус 65	минус 58
	10	минус 70	минус 65	минус 52
	20	минус 63	минус 64	минус 49
	30	минус 57	минус 60	минус 43
	40	минус 48	минус 53	минус 39
	50	минус 48	минус 53	—
	60	минус 47	минус 52	—
	70	минус 47	минус 52	—
80	минус 41	минус 52	—	

Модель генератора	Частота, МГц	Относительный уровень гармонических составляющих, дБ, не более		
		Прямой тракт (опорный уровень 1 В)	Основной тракт с низким усилением (опорный уровень 2 В)	Основной тракт с высоким усилением (опорный уровень 10 В)
РХИ-5421	5	минус 67	минус 67	минус 54
	10	минус 63	минус 60	минус 45
	20	минус 54	минус 52	минус 49
	30	минус 48	минус 46	—
	40	минус 45	минус 41	—
	43	минус 44	минус 41	—
РХИ-5441	5	минус 67	минус 67	минус 54
	10	минус 63	минус 60	минус 45
	20	минус 54	минус 52	минус 39
	30	минус 48	минус 46	минус 36
	40	минус 45	минус 41	минус 32
	43	минус 44	минус 41	минус 31
РХИ-5412	1	—	минус 59	минус 51
	10	—	минус 52	минус 40
	20	—	минус 45	минус 37

Уровень гармонических составляющих основного сигнала определять на частотах $f_2, f_n \dots f_{n+1}, f_6$.

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 - Структурная схема соединения приборов при определении относительного уровня гармонических составляющих по основному тракту с высоким усилением

6.3.4.3 На генераторе установить уровень выходного сигнала по основному тракту с высоким усилением 10 В, значения величин измеряемых частот выходного сигнала установить в соответствии с таблицей 6.

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

6.3.4.4 Результаты поверки считать удовлетворительными, если относительный уровень гармонических составляющих не превышает значений, приведенных в таблице 6. В противном случае генератор бракуется и направляется в ремонт.

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 80 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 значения длительности фронта (среза) основного импульса и значения выброса на вершине и в паузе основного импульса не превышают значений приведенных в таблице 7.

Таблица 7

Характеристика	Модель генератора		
	PXI-5421, PXI-5441	PXI-5412	PXI-5422
Длительность фронта/среза, нс, не более	8	20	4,8
Выброс на вершине и в паузе, %, не более	5	5	8

В противном случае генератор бракуется и направляется в ремонт.

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 причин забракования.

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



Р. Родин

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



В. Прокопишин

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



А. Горбачев