

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель ГЦИ СИ,
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»**



А.С. Евдокимов

05 2014 г.

**Генераторы сигналов произвольной формы модульные
NI PXI-5406, NI PXI-5412, NI PXI-5421, NI PXI-5422, NI PXI-5441, NI PXIe-5442**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП РТ 2103-2014**

**Начальник лаборатории
441 ФБУ «Ростест-Москва»**

С.Э. Баринов

**Заместитель начальника лаборатории
441 ФБУ «Ростест-Москва»**

С.В. Подколзин

**Заместитель генерального директора
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»**

Д.Р. Васильев

**г. Москва
2014**

Настоящая методика поверки распространяется на генераторы сигналов произвольной формы модульные NI PXI-5406, NI PXI-5412, NI PXI-5421, NI PXI-5422, NI PXI-5441, NI PXIe-5442 (далее – приборы), изготавливаемые компанией “National Instruments Corporation”, США и компанией “National Instruments Corporation”, Венгрия, и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1. Операции поверки

№	наименование операции	номер пункта методики	проведение операции при поверке	
			первичной	периодической
1	внешний осмотр и подготовка к поверке	6	да	да
2	опробование и функциональное тестирование	7.2	да	да
3	определение погрешности установки амплитуды синусоидального напряжения частотой 50 кГц	7.3	да	да
4	определение погрешности установки постоянного напряжения смещения	7.4	да	да
5	определение погрешности установки частоты	7.5	да	да
6	определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	7.6	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Для поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2. Средства поверки

№	наименование средства поверки	номер пункта методики	требуемые технические характеристики	рекомендуемый тип средства поверки и его технические характеристики
1	2	3	4	5
1. Средства измерений				
1.1	вольтметр переменного напряжения	7.3	погрешность измерения переменного напряжения U_{\sim} (rms) от 4 mV до 10 V частотой 50 kHz не более $\pm (0.002 \cdot U_{\sim} + 0.1 \text{ mV})$	мультиметр цифровой Keithley 2001 погрешность измерения переменного напряжения U_{\sim} (rms) от 4 mV до 10 V частотой 50 kHz в режиме “Analog Mode” не более $\pm (0.001 \cdot U_{\sim} + 0.00015 \cdot R)$, где R – предел диапазонов 200 mV, 2 V, 20 V

1	2	3	4	5
1.2	вольтметр постоянного напряжения	7.4	погрешность измерения постоянного напряжения U_{\pm} от 0 до 5 V не более $\pm (0.0001 \cdot U_{\pm} + 0.1 \text{ mV})$	<u>мультиметр цифровой Keithley 2001</u> погрешность измерения постоянного напряжения U_{\pm} от 0 до 10 V не более $\pm (0.000037 \cdot U_{\pm} + 0.000006 \cdot R)$, где R – предел диапазонов 200 mV, 2 V, 20 V
1.3	частотомер	7.5	относительная погрешность измерения частоты 10 MHz не более $\pm 5 \cdot 10^{-6}$	<u>частотомер универсальный Tektronix FCA3000</u> относительная погрешность измерения частоты 10 MHz не более $\pm 7 \cdot 10^{-6}$
1.4	осциллограф цифровой	7.6	полоса пропускания не менее 300 MHz; относительная погрешность коэффициента отклонения не более $\pm 3 \%$	<u>осциллограф цифровой Tektronix TDS3032B</u> полоса пропускания 300 MHz; относительная погрешность коэффициента отклонения не более $\pm 2 \%$
2. Вспомогательные средства и принадлежности				
1.1	шасси PXI Express с модулем контроллера	7.2 – 7.6	не менее 4-х слотов; HDD $\geq 40 \text{ GB}$, ОЗУ $\geq 512 \text{ MB}$; слоты USB	шасси National Instruments PXIe-1075 с модулем контроллера PXIe-8133
2.2	монитор компьютерный	7.2 – 7.6	интерфейс VGA/DVI	-
2.3	клавиатура компьютерная	7.2 – 7.6	интерфейс USB	-
2.4	мышь компьютерная	7.2 – 7.6	интерфейс USB	-
2.5	дисковод CD	7.2	интерфейс USB	-
2.6	кабель ВЧ	7.2 – 7.6	BNC(m,m) для NI PXI-5406 SMB(m)-BNC(f) для остальных моделей	- -
2.7	адаптер	7.3, 7.4	BNC(f)-banana(m,m)	-
2. Программное обеспечение				
3.1	драйвер	раздел 7	управление режимами	NI-FGEN версии 2.7 и выше
3.2	операционная система	раздел 7	управление режимами	Windows; NI LabVIEW

2.2 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие требуемые технические характеристики.

2.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, эталонные средства измерений поверены и иметь свидетельства о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, и аттестованные в соответствии с ПР50.2.012-94.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения прибора необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение шасси с прибором к сети должно производиться с помощью сетевого адаптера из комплекта шасси;
- заземление шасси или компьютера с прибором и средств поверки должно производиться посредством заземляющего провода сетевых кабелей;
- запрещается работать с прибором при снятых панелях;
- запрещается работать с прибором в условиях температуры и влажности, выходящих за пределы рабочего диапазона, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура воздуха 23 ± 5 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 кПа.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- чистота и исправность разъемов;
- отсутствие механических повреждений прибора;
- комплектность прибора.

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации прибора, его следует направить в сервисный центр изготовителя для ремонта.

6.2 Подготовка к поверке

6.2.1 Перед началом работы поверитель должен изучить руководство по эксплуатации прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.2 Выполнить загрузку программного обеспечения и установку прибора по следующей процедуре:

- 1) установить контроллер в два левых слота шасси.
- 2) присоединить монитор, клавиатуру и мышь к соответствующим разъемам контроллера.
- 3) подключить монитор к сети (220 ± 10) V; (50 ± 0.5) Hz.
- 4) подсоединить шасси к сети (220 ± 10) V; (50 ± 0.5) Hz.

- 5) присоединить дисковод CD с интерфейсом USB к контроллеру.
- 6) вставить входящий в комплект прибора компакт-диск в дисковод CD.
- 7) следуя указаниям программы установки, установить программный пакет NI-FGEN на контроллер.
- 8) дождаться завершения программы установки, о чем будет свидетельствовать появление диалогового окна, предлагающего перезагрузить или выключить контроллер.
- 9) остановить работу контроллера и выключить питание шасси.
- 10) выполнить установку прибора в свободный гибридный слот шасси PXI Express справа от контроллера.
- 11) включить питание шасси и дождаться загрузки контроллера.

6.2.3 Выдержать прибор и средства поверки во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева прибора 30 min.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Общие указания по проведению поверки

В процессе выполнения операций результаты измерений заносятся в протокол поверки. Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах настоящего раздела документа.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию.

При повторном отрицательном результате прибор следует направить в сервисный центр для проведения регулировки и/или ремонта.

7.2 Опробование и функциональное тестирование

7.2.1 Запустить программу “Measurement & Automation Explorer”, в меню “Devices & Interfaces” выбрать наименование шасси, и затем наименование прибора.

Убедиться в том, что в окне отображается информация, содержащая серийный номер прибора, и номер слота шасси, в которое он установлен.

Записать результат проверки в таблицу 7.2.

7.2.2 Запустить процедуру тестирования “Self-Test”.

После завершения процедуры тестирования должно появиться сообщение “The self-test completed successfully”.

Записать результат проверки в таблицу 7.2.

7.2.3 Запустить процедуру автоподстройки “Self-Calibrate”. По завершении процедуры (несколько минут) должно появиться сообщение “The device was calibrated successfully”.

Записать результат проверки в таблицу 7.2.

7.2.4 Выбрать из списка папку “Software”, открыть вложенную папку “NI-FGEN” и кликнуть на “FGEN Soft Front Panel”. В окне должен отобразиться номер версии (Version) программного обеспечения (драйвера NI-FGEN).

7.2.5 Запустить программу “NI-FGEN” кликом на значке “Launch NI-FGEN Soft Front Panel” в левом верхнем углу окна.

После загрузки программы должна появиться панель “NI-FGEN Soft Front Panel”, и отсутствовать сообщения об ошибках.

Записать результат проверки в таблицу 7.2.

Таблица 7.2. Опробование и функциональное тестирование

содержание проверки	результат проверки	критерии проверки
отображение серийного номера прибора		правильно отображается серийный номер прибора
отображение номера слота шасси, в который установлен прибор		правильно отображается номер слота шасси
процедура “Self-Test”		сообщение “The self-test completed successfully”
процедура “Self-Calibrate”		сообщение “The device was calibrated successfully”
идентификация ПО		FGEN Soft Front Panel 2.7 и выше
запуск “NI-FGEN Soft Front Panel”		отображение панели “NI-FGEN Soft Front Panel”

7.3 Определение погрешности установки амплитуды синусоидального напряжения частотой 50 кГц

7.3.1 Используя кабель BNC(m,m) для модели NI PXI-5406, SMB(m)-BNC(f) для остальных моделей, и адаптер BNC(f)-banana(m,m), соединить выходной разъем канала CH0 с входными гнездами мультиметра таким образом, чтобы центральный проводник кабеля был соединен с клеммой “HI”, а экранированный проводник – с клеммой “LOW”.

7.3.2 Установить мультиметр в режим ACV с автоматическим выбором предела измерения.

7.3.3 В верхней строке меню панели прибора кликнуть на “Edit”, в окне “Device Configuration” выбрать:

Output Impedance “50 Ω ”

Load Impedance “> 1 M Ω ”

7.3.4 Установить на приборе частоту (Frequency) 50 kHz.

Таблица 7.4.1. Амплитуда напряжения 50 кГц; NI PXI-5406, NI PXI-5421, NI PXI-5422

установленное значение амплитуды	нижний предел допускаемых значений	измеренное мультиметром значение (rms)	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
11.27 mV	3.591 mV		4.378 mV
200 mV	69.650 mV		71.772 mV
500 mV	0.17465 V		0.17890 V
1 V	0.34967 V		0.35745 V
2 V	0.69969 V		0.71454 V
4 V	1.3997 V		1.4287 V
10 V	3.4998 V		3.5713 V
следующие значения для NI PXI-5406 не применимы			
14 V	4.8999 V		4.9997 V
20 V	7.0008 V		7.1422 V
24 V	8.4002 V		8.5706 V

Таблица 7.4.2. Амплитуда напряжения 50 кГц; NI PXI-5412, NI PXI-5441, NI PXIe-5442

установленное значение амплитуды	нижний предел допускаемых значений	измеренное мультиметром значение (rms)	верхний предел допускаемых значений
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
11.27 mV	3.591 mV		4.418 mV
200 mV	69.650 mV		72.479 mV
500 mV	0.17465 V		0.18067 V
1 V	0.35322 V		0.36099 V
2 V	0.69968 V		0.72161 V
4 V	1.3997 V		1.4715 V
следующие значения для NI PXIe-5442 не применимы			
10 V	3.4998 V		3.6067 V
14 V	4.8999 V		5.0491 V
20 V	7.0001 V		7.2129 V
24 V	8.4002 V		8.6555 V

7.3.5 Нажать на панели прибора клавишу RUN (►).

Устанавливать на панели прибора значения амплитуды сигнала (Amplitude), как указано в столбце 1 таблицы 7.4.

Записывать отсчеты мультиметра в столбец 3 таблицы 7.4.

7.4 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения

Схема соединения оборудования и установки прибора – по предыдущей операции.

7.4.1 Установить мультиметр в режим DCV с автоматическим выбором предела измерения.

7.4.2 Установить на приборе частоту (Frequency) 1 MHz.

Таблица 7.4.1. Напряжение смещения. NI PXI-5406

установленные значения напряжения		нижний предел допускаемых значений	измеренное значение напряжения смещения	верхний предел допускаемых значений
амплитуда	смещение			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
11.27 mV	– 4 V	– 4.0221 V		– 3.9779 V
	0 mV	– 2.057 mV		+ 2.057 mV
	+ 4 V	+ 3.9779 V		+ 4.0221 V
1 V	– 200 mV	– 0.2080 V		– 0.1920 V
	0 mV	– 7.0 mV		+ 7.0 mV
	+ 200 mV	+ 0.1920 V		+ 0.2080 V
5 V	– 2 V	– 2.037 V		– 1.963 V
	0 mV	– 27.0 mV		+ 27.0 mV
	+ 2 V	+ 1.963 V		+ 2.037 V
18 V	– 1 V	– 1.097 V		– 0.903 V
	0 mV	– 92.0 mV		+ 92.0 mV
	+ 1 V	+ 0.903 V		+ 1.097 V

Таблица 7.4.2. Напряжение смещения.

NI PXI-5412, NI PXI-5421, NI PXI-5422, NI PXI-5441, NI PXIe-5442

установленные значения напряжения		нижний предел допускаемых значений	измеренное значение напряжения смещения	верхний предел допускаемых значений
амплитуда	смещение			
1	2	3	4	5
11.270 mV	0 mV	– 0.523 mV		+ 0.523 mV
1 V	– 200 mV	– 202.6 mV		– 197.4 mV
	0 mV	– 2.50 mV		+ 2.50 mV
	+ 200 mV	+ 197.4 mV		+ 202.6 mV
следующие значения для NI PXIe-5442 не применимы				
10 V	– 2 V	– 2.0215 V		– 1.9785 V
	0 mV	– 20.5 mV		+ 20.5 mV
	+ 2 V	+ 1.9785 V		+ 2.0215 V
16 V	– 5 V	– 5.0350 V		– 4.9650 V
	– 1.5 V	– 1.5333 V		– 1.4667 V
	0 mV	– 32.5		+ 32.5
	+ 1.5 V	+ 1.4667 V		+ 1.5333 V
	+ 5 V	+ 4.9650 V		+ 5.0350 V

7.4.3 Устанавливать на панели прибора значения амплитуды сигнала (Amplitude) и напряжения смещения (DC Offset), как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.4.

Записывать отсчеты мультиметра в столбец 4 таблицы 7.4.

7.4.4 Отсоединить кабель и адаптер от мультиметра.

7.5 Определение погрешности установки частоты

7.5.1 Соединить кабелем BNC(m,m) для модели NI PXI-5406, SMB(m)-BNC(f) для остальных моделей выходной разъем канала CH0 с входным разъемом частотомера.

7.5.2 Установить частотомер в режим измерения частоты с автоматическим выбором.

7.5.3 В верхней строке меню панели прибора кликнуть на “Edit”, в окне “Device Configuration” выбрать:

Output Impedance “50 Ω”

Load Impedance “Same as Output”

7.3.4 Установить на приборе частоту (Frequency) 10 MHz, амплитуду сигнала (Amplitude) 1 V и напряжение смещения (DC Offset) 0 mV.

7.3.5 Записать отсчет частотомера в столбец 3 таблицы 7.5.

7.3.6 Отсоединить кабель от частотомера.

Таблица 7.5. Частота

установленное значение, MHz	нижний предел допускаемых значений, MHz	измеренное значение, MHz	верхний предел допускаемых значений, MHz
1	2	3	4
10	9.999 750		10.000 250

7.6 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

7.6.1 Соединить кабелем BNC(m,m) для модели NI PXI-5406, SMB(m)-BNC(f) для остальных моделей выходной разъем канала CH0 с входным разъемом CH1 осциллографа.

7.6.2 Проверить сделанную в предыдущей операции установку на панели прибора (“Edit”, “Device Configuration”):

Output Impedance “50 Ω ”

Load Impedance “Same as Output”

7.6.3 Установить на панели прибора частоту (Frequency) 50 kHz, амплитуду (Amplitude) синусоидального сигнала 5 V.

7.6.4 Нажать на панели прибора клавишу RUN (▶).

7.6.5 Выполнить установки на осциллографе:

CH1 Impedance 50 Ω

Autoset

Acquire, Average 64

Measure: Amplitude

7.6.6 Зафиксировать отсчет амплитуды на осциллографе как U(50k). В дальнейшем этот отсчет будет использоваться как опорное значение.

7.6.7 Устанавливать на панели прибора значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 7.6.

Нажимать на осциллографе дважды клавишу RUN/STOP, и подстраивать коэффициент развертки таким образом, чтобы на дисплее наблюдалось несколько периодов сигнала.

Фиксировать отсчеты амплитуды на осциллографе на установленной частоте как U(F).

Вычислять разность значений $U(F) - U(50k)$, где U(50k) – значение амплитуды сигнала на частоте 50 kHz, зафиксированное в пункте 7.6.6, и записывать вычисленное значение разности в столбец 3 таблицы 7.6.

ПРИМЕЧАНИЕ: в столбце 5 таблицы 7.6 указаны значения неравномерности АЧХ в логарифмических единицах [dB], которым соответствуют значения пределов допускаемых значений разности отсчетов $U(F) - U(50k)$ в столбце 4 таблицы 7.6.

7.6.8 Нажать на панели прибора клавишу STOP.

7.6.9 Отсоединить кабели от оборудования.

Таблица 7.6.1. Неравномерность АЧХ. NI PXI-5406

установленное значение частоты	отсчет амплитуды на осциллографе	разность отсчетов $U(F) - U(50k)$	пределы допускаемых значений разности отсчетов $U(F) - U(50k)$	
			[V]	[dB] (по спецификации)
1	2	3	4	5
50 kHz	U(50k)	-	-	-
10 MHz			- 0.226 ... + 0.236	± 0.4 dB
20 MHz			- 0.226 ... + 0.236	± 0.4 dB
30 MHz			- 0.226 ... + 0.236	± 0.4 dB
40 MHz			- 0.226 ... + 0.236	± 0.4 dB

Таблица 7.6.2. Неравномерность АЧХ. NI PXI-5412

установленное значение частоты	отсчет амплитуды на осциллографе	разность отсчетов $U(F) - U(50k)$	пределы допускаемых значений разности отсчетов $U(F) - U(50k)$	
			[V]	[dB] (по спецификации)
1	2	3	4	5
50 kHz	U(50k)	-	-	-
2 MHz			- 0.545 ... + 0.610	± 1.0 dB
4 MHz			- 0.545 ... + 0.610	± 1.0 dB
5 MHz			- 0.545 ... + 0.610	± 1.0 dB
6 MHz			- 0.545 ... + 0.610	± 1.0 dB

Таблица 7.6.3. Неравномерность АЧХ. NI PXI-5421, NI PXI-5441

установленное значение частоты	отсчет амплитуды на осциллографе	разность отсчетов $U(F) - U(50k)$	пределы допускаемых значений разности отсчетов $U(F) - U(50k)$	
			[V]	[dB] (по спецификации)
1	2	3	4	5
50 kHz	U(50k)	-	-	-
5 MHz			- 0.646 ... + 0.297	- 1.2 dB; + 0.5 dB
10 MHz			- 0.646 ... + 0.297	- 1.2 dB; + 0.5 dB
15 MHz			- 0.646 ... + 0.297	- 1.2 dB; + 0.5 dB
20 MHz			- 0.646 ... + 0.297	- 1.2 dB; + 0.5 dB

Таблица 7.6.4. Неравномерность АЧХ. NI PXI-5422

установленное значение частоты	отсчет амплитуды на осциллографе	разность отсчетов $U(F) - U(50k)$	пределы допускаемых значений разности отсчетов $U(F) - U(50k)$	
			[V]	[dB] (по спецификации)
1	2	3	4	5
50 kHz	U(50k)	-	-	-
10 MHz			- 0.595 ... + 0.117	- 1.1 dB; + 0.2 dB
20 MHz			- 0.595 ... + 0.117	- 1.1 dB; + 0.2 dB
30 MHz			- 0.595 ... + 0.117	- 1.1 dB; + 0.2 dB
40 MHz			- 0.595 ... + 0.117	- 1.1 dB; + 0.2 dB

Таблица 7.6.5. Неравномерность АЧХ. NI PXI-5442

установленное значение частоты	отсчет амплитуды на осциллографе	разность отсчетов $U(F) - U(50k)$	пределы допускаемых значений разности отсчетов $U(F) - U(50k)$	
			[V]	[dB] (по спецификации)
1	2	3	4	5
50 kHz	U(50k)	-	-	-
5 MHz			- 0.646 ... + 0.297	- 1.2 dB; + 0.5 dB
10 MHz			- 0.646 ... + 0.297	- 1.2 dB; + 0.5 dB
15 MHz			- 0.646 ... + 0.297	- 1.2 dB; + 0.5 dB
20 MHz			- 0.646 ... + 0.297	- 1.2 dB; + 0.5 dB

ПОВЕРКА ПРИБОРА ЗАКОНЧЕНА!

Следует правильно оформить результаты поверки.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Протокол поверки

При выполнении операций поверки оформляется протокол в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения, установленные опции;
 - заводской (серийный) номер;
 - обозначение документа, по которому выполнена поверка;
 - наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
 - температура и влажность в помещении;
 - фамилия лица, проводившего поверку;
 - результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7.

8.2 Свидетельство о поверке

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

Поверительное клеймо наносится в соответствии с ПР50.2.007-2001.

8.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.