

УТВЕРЖДАЮ

**Генеральный директор
ООО «КИА»**

В.Н. Викулин

2016 г.



Инструкция

Генераторы сигналов NI PXIe-5654

Методика поверки

2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Введение	3
2 Операции поверки	3
3 Средства поверки	3
4 Требования безопасности	4
5 Условия поверки	4
6 Подготовка к поверке	4
7 Проведение поверки	4
8 Оформление результатов поверки	13

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки (МП) устанавливает порядок проведения и оформления результатов поверки генераторов сигналов NI PXIe-5654 (далее – генераторы) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	№ пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
3 Опробование генератора и проверка цифрового идентификатора программного обеспечения	7.2	да	да
4 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты	7.3	да	да
5 Определение максимального уровня мощности и относительной погрешности установки уровня мощности	7.4	да	да
6 Определение относительного уровня гармонических составляющих	7.5	да	нет

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Средства поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта МП	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
7.3	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66: диапазон рабочих частот от 10 Гц до 37,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$
7.4	Ваттметр N1914A с преобразователями измерительными N8487A, N8485A, 8485D: диапазон рабочих частот от 9 кГц до 26,5 ГГц, диапазон измерений мощности от минус 70 до 44 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm(4-6) \%$
7.5	Анализатор спектра E4447A: опция 226, диапазон рабочих частот от 3 Гц до 42,98 ГГц, предел допустимой погрешности измерений уровня мощности на базовой частоте 50 МГц $\pm 0,24$ дБ
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
7.2, 7.3, 7.4, 7.5	Измеритель комбинированный «TESTO 622»: диапазон измерений температуры от минус 10 до 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,4$ °С; диапазон измерений атмосферного давления от 300 до 1200 гПа; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ± 3 гПа; диапазон измерений относительной влажности от 0 до 100 %; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений влажности $\pm 2 \%$
7.2, 7.3, 7.4, 7.5	Шасси (базовый блок) NI PXIe с контроллером, не менее 8 слотов.

3.2 При проведении поверки допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности и диапазону измерений требованиям настоящей МП.

3.3 При поверке должны использоваться средства измерений утвержденных типов.

3.4 Используемые при поверке рабочие эталоны должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (знак поверки).

3.5 Рабочие эталоны должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала поверки.

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), ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.2.091-94 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

4.2 К поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации на анализаторы, знающие принцип действия используемых средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке.

4.3 К поверке допускаются лица, освоившие работу с приборами и используемыми эталонами, изучившие настоящую МП, аттестованные в установленном порядке и имеющие достаточную квалификацию.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
 температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
 относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %от 30 до 80;
 атмосферное давление, мм рт. ст. (кПа)от 730 до 785 (от 97,3 до 104,6).

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 При подготовке к поверке на анализаторах должны быть выполнены все предусмотренные регламентные работы и сделаны соответствующие отметки в эксплуатационных документах.

6.2 Рабочее место должно обеспечивать возможность размещения необходимых средств поверки, удобство и безопасность работы с ними.

6.3 Проверить наличие свидетельств о поверке (знаков поверки) рабочих эталонов.

6.4 Подготовка к работе средств поверки (рабочих эталонов), перечисленных в таблице 2, производится в соответствии с инструкциями и руководствами по их эксплуатации.

6.5 Перед началом поверки измерить и занести в протокол поверки значения параметров условий окружающей среды (температура, влажность воздуха и атмосферное давление).

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- наличие и четкость обозначения товарного знака изготовителя, типа и заводского номера модуля.
- отсутствие механических повреждений корпуса и элементов на корпусе, влияющих на работу;

- чистоту и исправность разъемов, целостность соединительных кабелей.

7.1.2 Результаты осмотра считать положительными, если выполняются вышеперечисленные требования. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

7.2 Опробование генератора и проверка цифрового идентификатора программного обеспечения

7.2.1 Установить генератор в шасси NI PXIe и осуществить необходимые соединения в соответствии с руководством по эксплуатации генераторов. Включить питание шасси. После автоматической установки драйверов шасси и генераторов двойным щелчком указателя мыши на ярлыке «NI MAX» на рабочем столе ПК запустить на выполнение программу «Measurement & Automation Explorer».

7.2.3 В окне программы в меню «Software» выбрать «NI-RFSG». Убедиться в том, что в правом поле окна в соответствующих столбцах отображаются наименование ПО (инструментального драйвера) «NI-RFSG» и номер его версии.

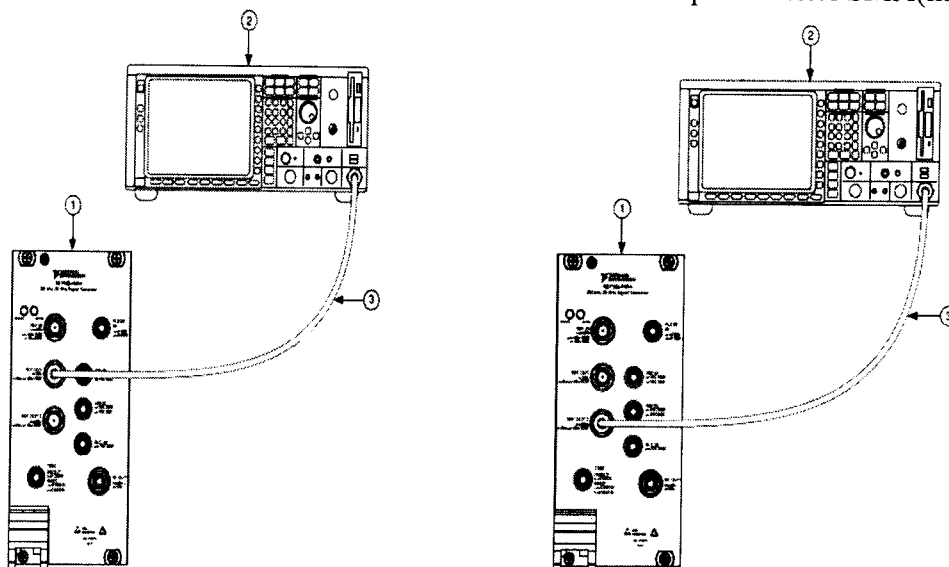
7.2.4 В меню «Devices and Interfaces» выбрать тип шасси, в выпадающем списке выбрать NI PXIe-5654, в нем модуль NI PXIe-5654. В открывшейся соседней панели нажатием кнопки «Self-Test» запустить процедуру самодиагностики модуля, после завершения которой должно появиться сообщение «The self test completed successfully».

7.2.5 Выполнить операции по п. 4.11.3 для модуля NI PXIe-5696.

7.2.6 Генератор считать работоспособным, если выполняются требования п.п. 7.2.3 – 7.2.4.

7.3 Определение диапазона частот и относительной погрешности установки частоты

7.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1 (слева). Выход REF OUT 10 MHz модуля NI PXIe-5654 соединить со входом А частотомера кабелем SMA(m) - BNC.



1 –; 2 – частотомер ЧЗ-66; 3 – кабель (SMA(m) - BNC)

Рисунок 1

7.3.2 В программе «Measurement & Automation Explorer» выбрать генератор NI PXIe-5654 и запустить на выполнение виртуальную панель «NI-RFSG» (Рисунок 2). Установить частоту (RF frequency) 4 ГГц, уровень мощности (Power level) 0 дБм. Программно подключить опорный генератор 10 МГц на выход REF OUT 10 MHz генератора.

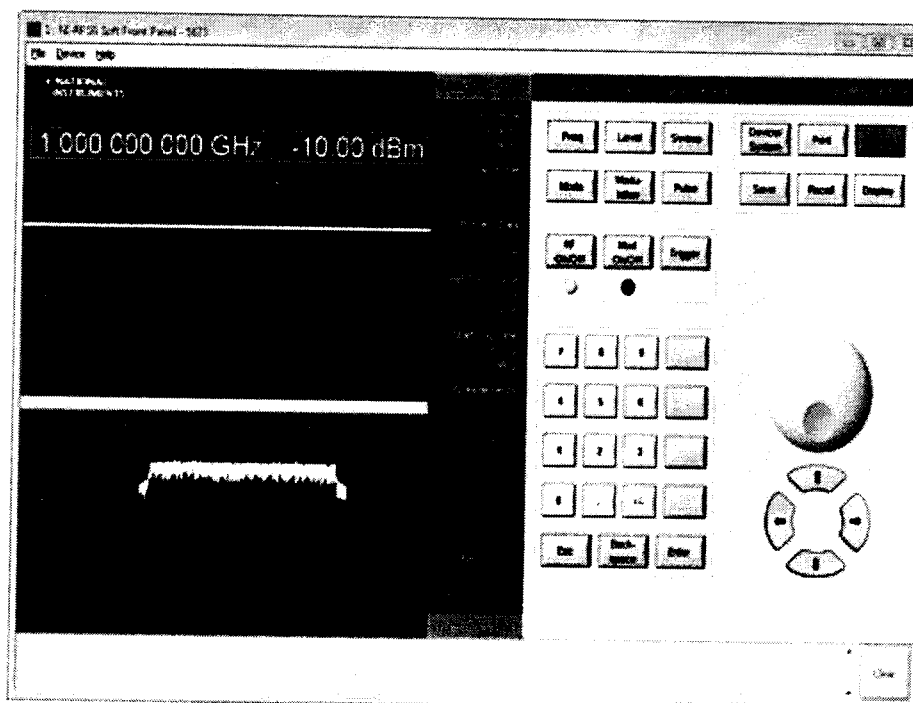


Рисунок 2

7.3.3 Измерить с помощью частотомера частоту выходного сигнала опорного генератора 10 МГц генератора NI PXIe-5654. Значение относительной погрешности установки частоты δ_F вычислить по формуле (1):

$$\delta_F = \frac{F_{изм} - 10}{10}, \quad (1)$$

где $F_{изм}$ – измеренное значение частоты, МГц.

7.3.4 Собрать схему в соответствии с рисунком 1 (справа). Выход REF OUT 100 MHz модуля NI PXIe-5654 соединить со входом А частотомера кабелем SMA(m) - BNC. Программно подключить опорный генератор 100 МГц на выход REF OUT 100 MHz генератора.

7.3.5 Измерить с помощью частотомера частоту выходного сигнала опорного генератора 100 МГц генератора NI PXIe-5654. Значение относительной погрешности установки частоты δ_F вычислить по формуле (2).

$$\delta_F = \frac{F_{изм} - 100}{100}. \quad (2)$$

7.3.6 Собрать схему в соответствии с рисунком 2. Слева схема подключения для генератора NI PXIe-5654, справа для генератора NI PXIe-5654 с NI PXIe-5696.

7.3.6 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения погрешности установки частоты опорного кварцевого генератора δ_F находятся в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-7}$. В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

7.4 Определение средней спектральной плотности собственных шумов

7.4.1 На разъем RF IN (1) на передней панели анализатора (рисунок 1) установить заглушку 50 Ом.

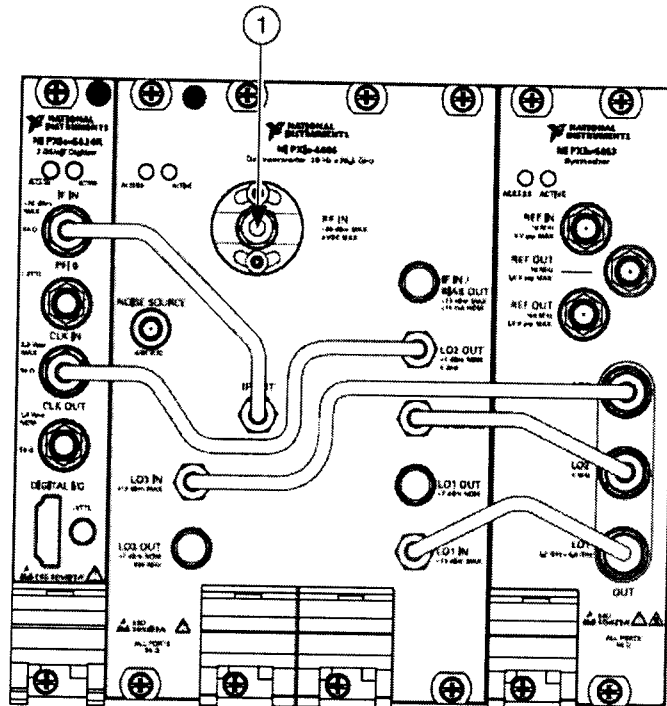


Рисунок 1

7.4.2 Запустить на выполнение виртуальную панель «NI-RFSA». Установить в соответствующих вкладках панели следующие значения параметров измерений:

- Acquisition Type: *Spectrum*
- Averaging Mode: *RMS averages*
- Channel Coupling: *AC coupled*
- Digital IF Equalization Enabled: *TRUE*
- Digitizer Dither Enabled: *Enabled*
- Number of Averages: *20*
- Ref Clock Source: *PXI_Clk*
- Power Spectrum Units: *Volts squared*
- Preamp Enabled: *Disabled*
- Resolution Bandwidth Type: *ENBW*
- Reference Level: *-50 dBm*
- Resolution Bandwidth: *1 kHz*
- Device Instantaneous Bandwidth: *300 kHz*
- Span: *100 kHz*
- RF Attenuation: *0 dB*
- FFT Window Type: *Flat Top*
- Preselector Enabled: *Disabled* (для NI 5668R 26.5 GHz VSA)

7.4.3 Последовательно провести измерения мощности шума в полосе частот, дБм, устанавливая центральную частоту от 10 МГц до 90 МГц с шагом 20 МГц и от 100 МГц до верхнего предела частотного диапазона анализатора (14 или 26,5 ГГц) с шагом 500 МГц. Рассчитать для каждого измеренного значения мощности значение средней спектральной плотности собственных шумов, дБм/Гц.

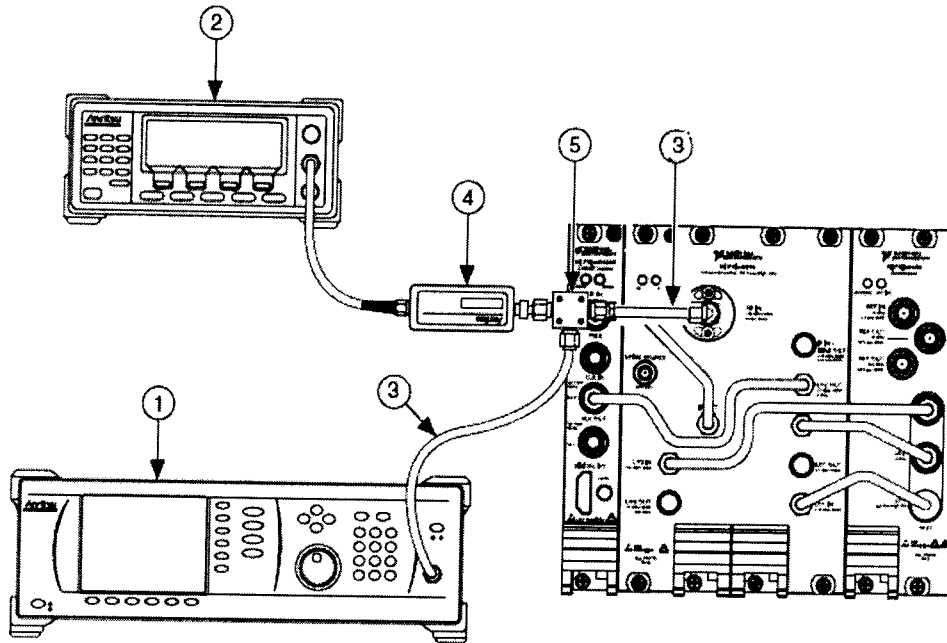
7.4.4 Результаты проверки считать удовлетворительными, если значения средней спектральной плотности собственных шумов, дБм/Гц, не превышают:

в диапазоне частот от 10 до 100 МГц.....	минус 153;
в диапазоне частот свыше 100 до 300 МГц.....	минус 155;
в диапазоне частот свыше 300 МГц до 1,7 ГГц.....	минус 154;
в диапазоне частот свыше 1,7 до 2,8 ГГц.....	минус 151;
в диапазоне частот свыше 2,8 до 3,6 ГГц.....	минус 148;
в диапазоне частот свыше 3,6 до 5 ГГц.....	минус 155;

в диапазоне частот свыше 5 до 14 ГГц..... минус 154;
 в диапазоне частот свыше 14 до 17 ГГц..... минус 146;
 в диапазоне частот свыше 17 до 24 ГГц..... минус 149;
 в диапазоне частот свыше 24 до 26,5 ГГц..... минус 147.
 В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

7.5 Определение относительной погрешности измерений уровня входного сигнала

7.5.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.



1 – генератор; 2 – ваттметр; 3 – кабель (2,92 мм – 2,92 мм);
 4 – измерительный преобразователь ваттметра; 5 – разветвитель мощности;

Рисунок 2.

7.5.2 Запустить на выполнение виртуальную панель «NI-RFSA». Установить в соответствующих вкладках панели следующие значения параметров измерений:

- Acquisition Type: **Spectrum**
- Averaging Mode: **RMS averaging**
- Number of Averages: **20**
- Digital IF Equalization Enabled: **TRUE**
- Digitizer Dither Enabled: **Enabled**
- Ref Clock Source: **PXI_Clk**
- Channel Coupling: **AC coupled**
- Span: **100 kHz**
- Resolution Bandwidth: **1 kHz**
- Preamp Enabled: **Disabled**
- Preselector enabled: **Disabled** (для NI 5668R 26,5 GHz VSA)
- Device Instantaneous Bandwidth: **300 kHz**

7.5.3 Установить центральную частоту анализа «Center frequency» 612,5 МГц. и опорный уровень мощности «Reference level» минус 50 дБм (-50 dBm).

7.5.4 Подавать с выхода генератора сигнал на частоте 612,5 МГц с уровнями мощности в соответствии с таблицей 7.1, устанавливая аналогичный опорный уровень мощности

анализатора «Reference level». Провести одновременные измерения уровня мощности с помощью ваттметра и поверяемого анализатора, занести результаты измерений в таблицу 7.1.

Таблица 7.1

Уровень мощности на выходе генератора, дБм	Измеренное значение уровня мощности, дБм		Относительная погрешность измерений, дБ	Допускаемые значения погрешности, дБ
	NI-5668R	Ваттметр		
-50				± 0,75
-40				± 0,75
-30				± 0,75
-20				± 0,75
-10				± 0,75
0				± 0,75
10				± 0,75

7.5.5 Рассчитать для каждого измеренного значения относительную погрешность измерений в дБ как разность значений уровня мощности (дБм), измеренных ваттметром и анализатором.

7.5.6 Последовательно подавать с выхода генератора сигнал с уровнем мощности минус 10 дБм (-10 dBm) на частотах в соответствии с таблицей 7.2. Опорный уровень мощности анализатора «Reference level» установить минус 10 дБм, центральную частоту анализа «Center frequency» устанавливать равной частоте выходного сигнала генератора.

Таблица 7.2

Частота сигнала генератора, МГц	Измеренное значение уровня мощности, дБм		Относительная погрешность измерений, дБ	Допускаемые значения погрешности, дБ
	NI-5668R	Ваттметр		
10				± 0,85
60				± 0,85
100				± 0,85
200				± 0,87
300				± 0,87
800				± 0,96
1700				± 0,96
2200				± 0,87
2800				± 0,87
3200				± 1,29
3600				± 1,29
4300				± 1,70
5000				± 1,70
8500				± 1,70
12000				± 2,08
14000				± 2,08
16000				± 1,98
17000				± 1,98
19000				± 2,32
20000				± 2,32
23000				± 2,99
26500				± 2,99

7.5.8 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений уровня входного сигнала находятся в пределах, указанных в таблицах 7.1 и 7.2. В противном случае анализатор бракуется и направляется в ремонт или для проведения настройки.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 8.1 Результаты поверки заносятся в протокол поверки.
8.2 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке.
8.3 При отрицательных результатах поверки применение анализатора запрещается, оформляется извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Главный метролог ООО «КИА»



В.В. Супрунюк