

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель
генерального директора –
заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Анализаторы спектра NI PXIe-5668R

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-15-62 МП

нр 62973-15

г.п. Менделеево
2015 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	5
8 Оформление результатов поверки	9

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки (МП) устанавливает порядок проведения и оформления результатов поверки анализаторов спектра NI PXIe-5668R (далее – анализаторы) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	№ пункта МП	Проведение операции при	
		первичной проверке	периодической проверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
3 Опробование анализатора и проверка цифрового идентификатора программного обеспечения	7.2	да	да
4 Определение относительной погрешности частоты опорного кварцевого генератора	7.3	да	да
5 Определение средней спектральной плотности собственных шумов	7.4	да	да
6 Определение относительной погрешности измерений уровня входного сигнала	7.5	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Средства поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2

<i>Номер пункта МП</i>	<i>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</i>
7.3	Стандарт частоты Ч1-81: номинальное значение частоты выходного сигнала 5 МГц, относительная погрешность по частоте в интервале времени 1 год $\pm 1 \cdot 10^{-9}$
7.3	Частотомер электронно-счетный Ч3-66: диапазон рабочих частот от 10 Гц до 37,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$
7.5	Генератор сигналов Е8257D (опция 532) диапазон частот от 250 кГц до 31,8 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $7,5 \cdot 10^{-8}$.
7.5	Ваттметр N1914A с преобразователями измерительными N8487A, 8485A, 8485D, диапазон частот от 9 кГц до 26,5 ГГц, диапазон измерений мощности от минус 70 до 44 дБ, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm (4 - 6) \%$
<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 °C, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$; диапазон измерений атмосферного давления от 300 до 1200 гПа; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 3 \text{ гПа}$; 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.
7.2, 7.3	Заглушка SMA(m): сопротивление 50 Ом
7.5	Разветвитель мощности высокочастотный (splitter): диапазон рабочих частот от 0 до 26,5 ГГц
7.3, 7.5	Кабели измерительные: SMA(m) - SMA(m) (2 шт.), SMA(m) – BNC

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), а также 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, °C (К) от 15 до 25 (от 288 до 298);
 относительная влажность воздуха при температуре 25 °C, % от 30 до 80;
 атмосферное давление, мм рт. ст. (кПа) от 730 до 785 (от 97,3 до 104,6);
 напряжение питания однофазной сети переменного тока при частоте
 (50 ± 1) Гц, В от 215,6 до 224,4.

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 анализатора и проверка цифрового идентификатора программного обеспечения

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

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

7.2.3 В меню «Devices and Interfaces» выбрать тип шасси, в выпадающем списке выбрать NI PXIe-5668R, в нем модуль NI PXIe-5606. В открывшейся соседней панели нажатием кнопки «Self-Test» запустить процедуру самодиагностики модуля, после завершения которой должно появиться сообщение «The self test completed successfully».

7.2.4 Выполнить операции по п. 7.2.3 для модулей NI PXIe-5653 и NI PXIe-5624R.

7.2.5 Выбрать модуль NI PXIe-5624R и нажатием кнопки «Self-Calibrate» запустить процедуру самокалибровки, после завершения которой должно появиться сообщение «The device was calibrated successfully».

7.2.6 На вход RF-IN анализатора установить заглушку (терминатор) 50 Ом. Запустить виртуальную панель «NI-RFSA», выбрать режим самокалибровки анализатора. Самокалибровка анализатора должна завершиться без сбоев.

7.2.7 Результаты опробования и проверки цифрового идентификатора ПО считать положительными, если номер версии ПО «NI-RFSA» не ниже 14.1 и выполняются требования п.п. 7.2.3- 7.2.6. В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт или для проведения настройки.

7.3 Определение относительной погрешности частоты опорного кварцевого генератора

7.3.1 С выхода синтезатора частоты Ч1-81 подать сигнал на вход внешнего опорного сигнала частотомера Ч3-66.

7.3.2 На частотомере установить время счета не менее 10^7 мкс, перевести его в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 5 МГц.

Примечание: до проведения измерений Ч1-81 должен быть прогрет не менее 2 часов.

7.3.3 Выход REF OUT 10 MHz модуля синтезатора частоты NI PXIe-5653 соединить со входом А частотомера кабелем SMA (m) - BNC.

7.3.4 В программе «Measurement & Automation Explorer» выбрать модуль NI PXIe-5653 и запустить тестовую панель. Установить частоту (RF frequency) 4 ГГц и запустить режим генерирования сигнала.

7.3.5 Измерить с помощью частотомера частоту выходного сигнала модуля синтезатора частоты NI PXIe-5653. Значение относительной погрешности установки частоты δ_f вычислить по формуле (1).

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

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

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.

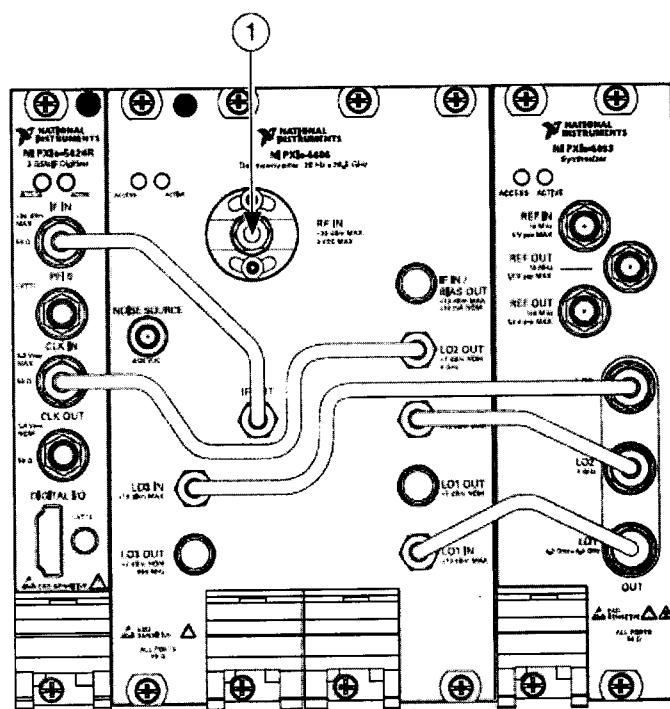


Рисунок 1

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.

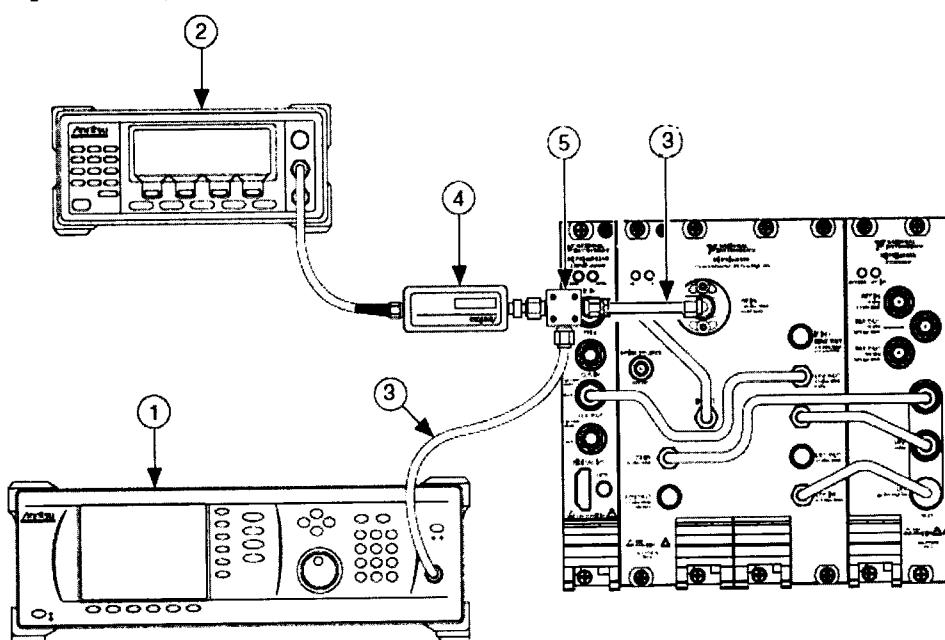
7.4.4 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения средней спектральной плотности собственных шумов, дБм/Гц, не превышают:

в диапазоне частот от 10 до 100 МГц	минус 153;
в диапазоне частот выше 100 до 300 МГц.....	минус 155;
в диапазоне частот выше 300 МГц до 1,7 ГГц.....	минус 154;
в диапазоне частот выше 1,7 до 2,8 ГГц.....	минус 151;
в диапазоне частот выше 2,8 до 3,6 ГГц.....	минус 148;
в диапазоне частот выше 3,6 до 5 ГГц.....	минус 155;
в диапазоне частот выше 5 до 14 ГГц.....	минус 154;
в диапазоне частот выше 14 до 17 ГГц.....	минус 146;
в диапазоне частот выше 17 до 24 ГГц.....	минус 149;
в диапазоне частот выше 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

Частота сигнала генератора, МГц	Измеренное значение уровня мощности, дБм		Относительная погрешность измерений, дБ	Допускаемые значения погрешности, дБ
	NI-5668R	Ваттметр		
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.

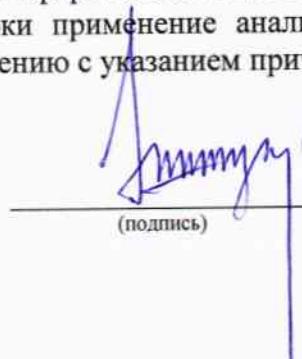
8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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.

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский

(подпись)