

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Генеральный директор**  
**ООО «КИА»**

**В.Н. Викулин**

**2017 г.**

**М.п.**



## **Инструкция**

**Генераторы сигналов NI PXIe-5654**

**Методика поверки**

**Изменение №1**

**Москва, 2017 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	10

## 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	да

## 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 $\pm 3$ 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 5 слотов.
7.3, 7.4, 7.5	Кабели измерительные: SMA(m) - SMA(m), 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 эталоны должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (знак поверки).

3.5 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 генераторы, 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 .....  $20 \pm 5$ ;  
 относительная влажность воздуха, %, не более ..... 80;  
 атмосферное давление, кПа .....  $100 \pm 4$ .

Параметры электропитания:

напряжение переменного тока, В .....  $220 \pm 4,4$ ;  
 частота переменного тока, Гц .....  $50 \pm 1$ .

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

#### 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 При подготовке к поверке на генераторах 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) эталонов.

6.4 Подготовка к работе средств поверки (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 поверки 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».

7.2.2 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.

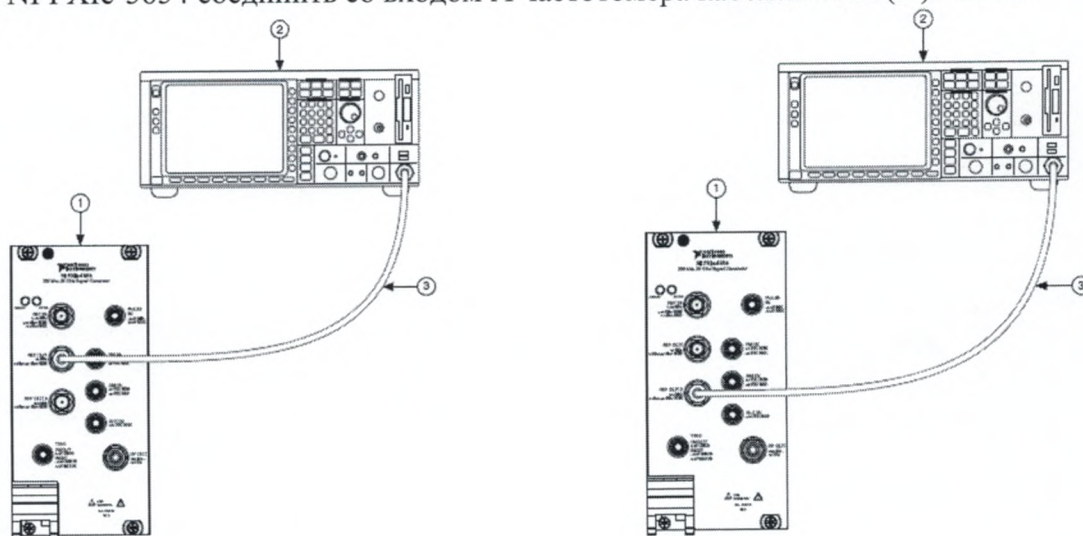
7.2.3 В меню «Devices and Interfaces» выбрать тип шасси, в выпадающем списке выбрать NI PXIe-5654, в нем модуль NI PXIe-5654. В открывшейся соседней панели нажатием кнопки «Self-Test» запустить процедуру самодиагностики модуля, после завершения которой должно появиться сообщение «The self-test completed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

7.2.4 Выполнить операции по п. 7.2.3 для модуля NI PXIe-5696.

7.2.6 Результаты поверки считать положительными, если выполняются требования п.п. 7.2.3 - 7.2.4 и номер версии ПО (инструментального драйвера NI-RFSG) не ниже 14.5.

### 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 – модуль NI PXIe-5654; 2 – частотомер ЧЗ-66; 3 – кабель (SMA(m) - BNC)

Рисунок 1



7.3.2 На частотомере установить время счета не менее  $10^7$  мкс.

7.3.3 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.

7.3.4 Измерить с помощью частотомера частоту выходного сигнала опорного генератора 10 МГц генератора NI PXIe-5654. Значение относительной погрешности установки частоты  $\delta_F$  вычислить по формуле (1).

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

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

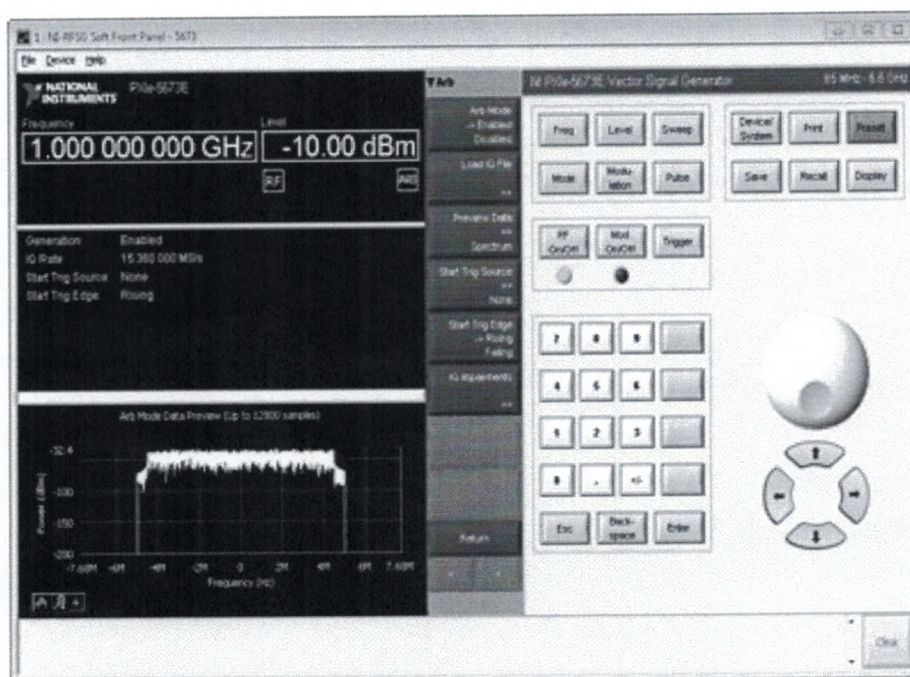


Рисунок 2

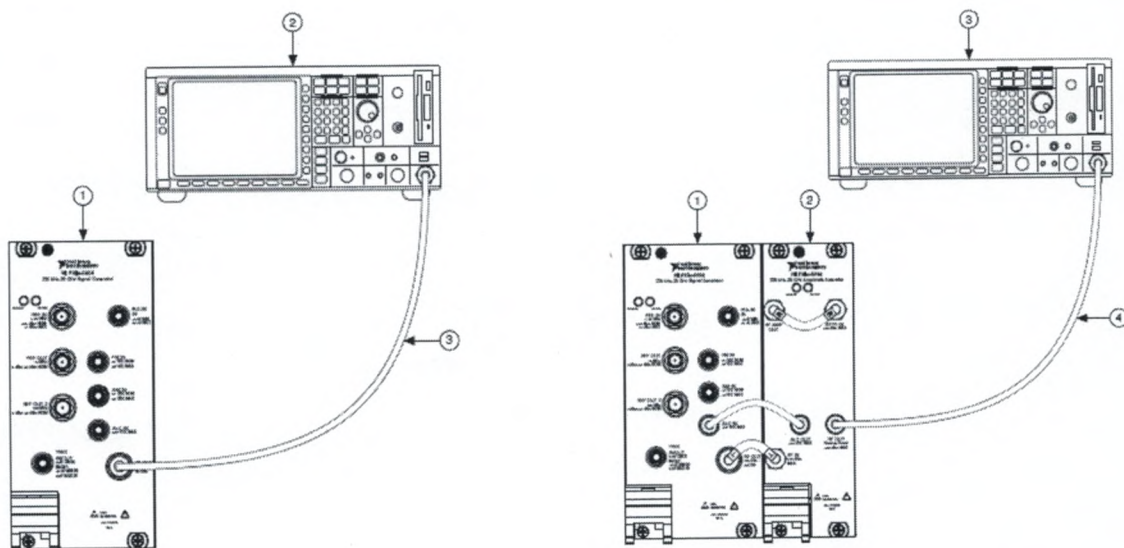
7.3.5 Собрать схему в соответствии с рисунком 1 (справа). Выход REF OUT 100 MHz модуля NI PXIe-5654 соединить со входом А частотомера кабелем SMA(m) - BNC. Программно подключить опорный генератор 100 МГц на выход REF OUT 100 MHz генератора.

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

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

7.3.7 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.





1 – модуль NI PXIe-5654;  
2 – частотомер ЧЗ-66;  
3 – кабель (SMA(m) - BNC)

1 – модуль NI PXIe-5654;  
2 – модуль NI PXIe-5696;  
3 – частотомер ЧЗ-66;  
4 – кабель (SMA(m) - BNC)

Рисунок 3

7.3.8 Установить частоту выходного сигнала 250 кГц, уровень мощности 0 дБм. Запустить режим генерирования сигнала. Измерить с помощью частотомера частоту выходного сигнала генератора. Значение относительной погрешности установки частоты  $\delta_F$  вычислить по формуле (3).

$$\delta_F = \frac{F_{изм} - F_{уст}}{F_{уст}}, \quad (3)$$

где  $F_{изм}$  – измеренное значение частоты, Гц;  
 $F_{уст}$  – установленное значение частоты, Гц.

7.3.9 Повторить измерения по п. 7.3.9, устанавливая частоту выходного сигнала генератора от 1 до 20 ГГц с шагом в 1 ГГц.

7.3.10 Результаты испытаний считать положительными, если значения погрешности установки частоты опорных генераторов 10 и 100 МГц и частоты выходного сигнала генератора в диапазоне рабочих частот  $\delta_F$  находятся в пределах  $\pm 2 \cdot 10^{-6}$ . В противном случае генератор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

7.4 Определение максимального уровня мощности и относительной погрешности установки уровня мощности

7.4.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 4. Слева схема подключения для генератора NI PXIe-5654, справа для генератора NI PXIe-5654 с NI PXIe-5696.

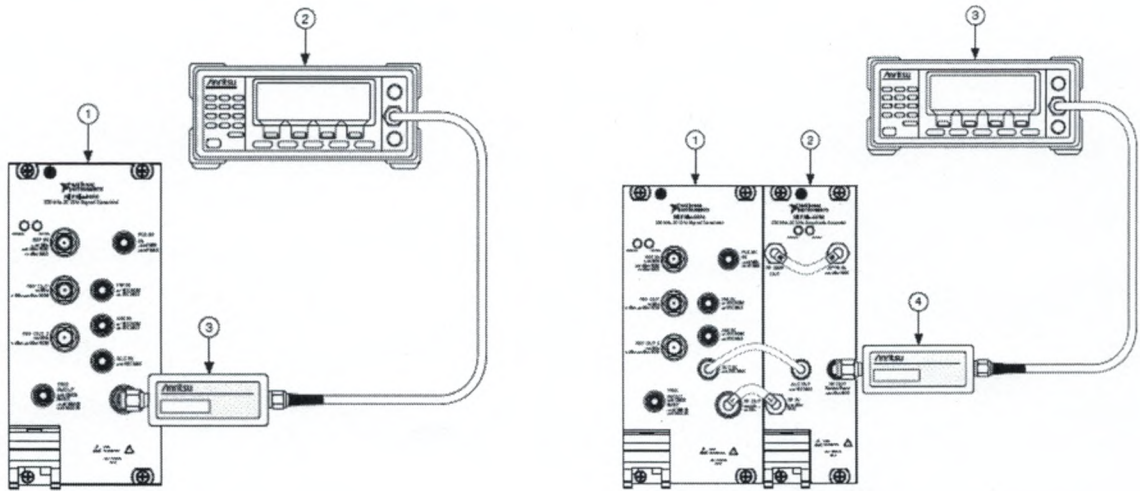
Вход частотомера выбирается в соответствии с установленной частотой (от 250 кГц до 100 МГц - вход А; свыше 100 МГц до 2 ГГц - вход Б; свыше 2 ГГц до 20 ГГц - вход В).

7.4.2 Запустить на выполнение виртуальную панель «NI-RFSG».

7.4.3 Последовательно устанавливая частоту и уровень выходного сигнала генератора в соответствии с таблицей 7.1 (значения максимальных уровней выделены жирным шрифтом), провести измерения уровня мощности с помощью ваттметра N1914A с преобразователями измерительными N8487A, N8485A, 8485D (выбираются в зависимости от установленной частоты).

**ПРИМЕЧАНИЕ:** При поверке генератора NI PXIe-5654 с NI PXIe-5696 автоматический контроль уровня (ACL) должен быть включен.





- 1 – модуль NI PXIe-5654;  
 2 – ваттметр N1914A;  
 3 – преобразователь измерительный ваттметра

- 1 – модуль NI PXIe-5654;  
 2 – модуль NI PXIe-5696;  
 3 – ваттметр N1914A;  
 4 – преобразователь измерительный ваттметра

Рисунок 4.

7.4.4 Рассчитать для каждого измеренного значения относительную погрешность измерений в дБ как разность значений уровня мощности (дБм), измеренного ваттметром (дБм) и программно установленного на выходе генератора (дБм).

Таблица 7.1.

Частота сигнала генератора, МГц	Уровень мощности выходного сигнала генератора, дБм													
	При поверке генератора NI PXIe-5654					При поверке генератора NI PXIe-5654 с NI PXIe-5696								
0,25	-10	0	+10	+7	<b>+10</b>	-70	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	<b>+13</b>
250	-10	0	+10	+7	<b>+10</b>	-70	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	<b>+13</b>
1000	-7	0	+10	+7	<b>+14</b>	-70	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	<b>+23</b>
3000	-7	0	+10	+7	<b>+14</b>	-70	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	<b>+27</b>
6000	-7	0	+10	+7	<b>+15</b>	-70	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	<b>+26</b>
8000	-7	0	+10	+7	<b>+15</b>	-70	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	<b>+25</b>
12000	-7	0	+10	+7	<b>+14</b>	-70	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	<b>+22</b>
15000	-7	0	+10	+7	<b>+15</b>	-70	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	<b>+21</b>
18000	-7	0	+10	+7	<b>+15</b>	-70	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	<b>+21</b>
20000	-7	0	+10	+7	<b>+14</b>	-70	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	<b>+20</b>

7.4.5 Результаты испытаний считать положительными, если значения максимальных уровней мощности не менее указанных в таблице 7.1, и значения относительной погрешности измерений уровня входного сигнала находятся в пределах, указанных в таблице:

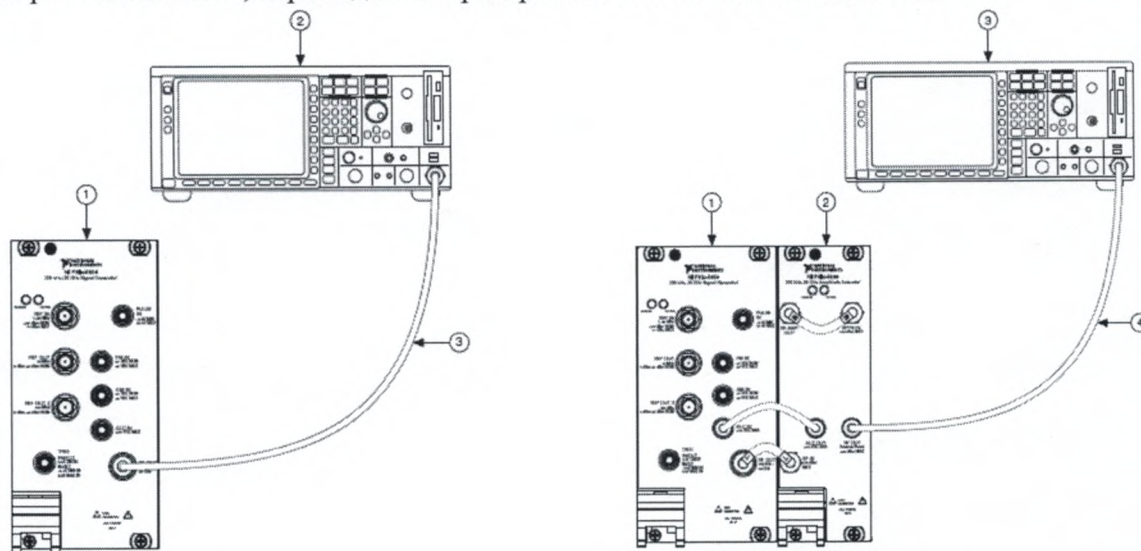
относительная погрешность измерений уровня входного сигнала, дБ:	Значение	
	NI PXIe-5654	NI PXIe-5654 с NI PXIe-5696
(автоматический контроль уровня (ACL) отключен) в диапазоне частот от $2,5 \cdot 10^5$ до $2,5 \cdot 10^6$ Гц включ. в диапазоне св. $2,5 \cdot 10^6$ до $2 \cdot 10^{10}$ Гц	$\pm 2,5$ $\pm 2,0$	-
(автоматический контроль уровня (ACL) включен) в диапазоне от -70 до -40 дБм включ. в диапазоне св. -40 до -10 дБм включ. в диапазоне св. -10 до +13 дБм включ. в диапазоне св. +13 до $U_{\text{макс}}$ дБм	-	$\pm 1,5$ $\pm 1,2$ $\pm 0,8$ $\pm 1,3$



В противном случае генератор бракуется и направляется в ремонт или для проведения настройки.

## 7.5 Определение относительного уровня гармонических составляющих

7.5.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 5. Слева схема подключения для генератора NI PXIe-5654, справа для генератора NI PXIe-5654 с NI PXIe-5696



1 – модуль NI PXIe-5654;  
2 – анализатор спектра E4447A;  
3 – кабель (SMA(m) - SMA(m))

1 – модуль NI PXIe-5654;  
2 – модуль NI PXIe-5696;  
3 – анализатор спектра E4447A;  
4 – кабель (SMA(m) - SMA(m))

Рисунок 5

7.5.2 Установить уровень мощности выходного сигнала  $A_{уст}$  равным +10 дБм для генератора NI PXIe-5654 (+ 8 дБм для генератора NI PXIe-5654 с NI PXIe-5696).

7.5.3 Устанавливая частоту выходного сигнала генератора в соответствии с таблицей 4.2, провести с помощью анализатора спектра измерения максимального из уровней 2 и 3 гармоник  $A_{макс}$  (дБм). Занести измеренные значения в таблицу 4.2.

7.5.4 Рассчитать относительный уровень гармонических составляющих  $\delta_A$  (дБ) по формуле 4.

$$\delta_A = A_{макс} - A_{уст}. \quad (4)$$

Таблица 4.2

Частота сигнала генератора, МГц	При поверке генератора NI PXIe-5654			При поверке генератора NI PXIe-5654 с NI PXIe-5696		
	$A_{макс}$ , дБм	$\delta_A$ , дБ	Допускаемые значения $\delta_A$ , дБ	$A_{макс}$ , дБм	$\delta_A$ , дБ	Допускаемые значения $\delta_A$ , дБ
0,25			-20			-20
200			-20			-20
250			-25			-25
1000			-30			-30
2000			-40			-55
6000			-40			-55
8000			-40			-55
12000			-40			-50
15000			-40			-50
18000			-40			-50
20000			-40			-50

7.5.5 Результаты испытаний считать положительными, если значения относительных уровней гармонических составляющих находятся в пределах, указанных в таблице 4.2. В противном случае генератор бракуется и направляется в ремонт или для проведения настройки.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При поверке вести протокол произвольной формы.

8.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г. При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке. При отрицательных результатах поверки анализатор к применению не допускается и на него выдается извещение о непригодности с указанием причин забракования.

Главный метролог ООО «КИА»



В.В. Супрунюк