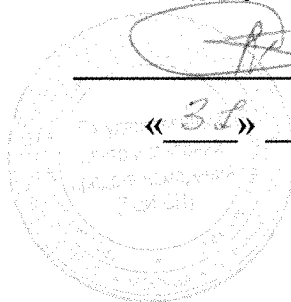


**УТВЕРЖДАЮ**

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

  
\_\_\_\_\_ **А.С. Евдокимов**

«31» \_\_\_\_\_ 08 \_\_\_\_\_ **2011 г.**



**Преобразователи мощности измерительные NI USB-5680, NI USB-5681**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МП РТ 1603-2011**

Начальник лаборатории  
441 ФГУ «Ростест-Москва»



**В.М. Барабанщиков**

Начальник сектора лаборатории  
441 ФГУ «Ростест-Москва»



**Р.А. Осин**

Заместитель генерального директора  
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»



**Д.Р. Васильев**

г. Москва  
2011

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи мощности измерительные NI USB-5680, NI USB-5681 (далее – приборы) компании “National Instruments” (США), 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	7.2	да	да
3	проверка КСВН входа	7.3.1	да	да
4	проверка уровня собственных шумов	7.3.2	да	да
5	проверка погрешности измерения мощности	7.3.3	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении 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
<b>1. Средства измерений</b>				
1.1	<b>измеритель КСВН</b>	7.3.1	относительная погрешность измерения КСВН $\leq 1,25$ на частотах от 10 MHz до 18 GHz не более $\pm 15 \%$	<b>анализатор параметров радиотехнических трактов и сигналов портативный Anritsu MS2028C</b> относительная погрешность измерения КСВН $\leq 1,4$ на частотах от 5 kHz до 18 GHz не более $\pm 7,5 \%$
1.2	<b>генератор сигналов ВЧ</b>	7.3.3	диапазон частот от 10 MHz до 18 GHz; диапазон уровня мощности от $-40$ до $+20$ dBm	<b>генератор сигналов Agilent E8257D с опциями 521, 1E1</b> диапазон частот от 250 kHz до 20 GHz; диапазон уровня мощности от $-135$ до $+28$ dBm
1.3	<b>ваттметр СВЧ проходящей мощности</b>	7.3.3	относительная погрешность измерения уровня мощности от $-40$ до $+20$ dBm частотой от 10 MHz до 18 GHz не более $\pm 0,1$ dB	<b>преобразователь измерительный Rohde &amp; Schwarz NRP-Z28</b> относительная погрешность измерения уровня мощности от $-67$ до $+20$ dBm частотой от 10 MHz до 18 GHz не более $\pm 0,1$ dB

1	2	3	4	5
<b>2. Вспомогательные средства и принадлежности</b>				
2.1	шасси PXI Express	разделы 7.2, 7.3	не менее 2-х слотов	National Instruments PXIe-1075
2.2	модуль контроллера PXI Express	разделы 7.2, 7.3	HDD $\geq 40$ GB, ОЗУ $\geq 512$ MB; интерфейсы USB; шина PXI Express	National Instruments PXIe-8105
2.3	монитор компьютерный с кабелем	разделы 7.2, 7.3	-	-
2.4	клавиатура компьютерная	разделы 7.2, 7.3	интерфейс USB	-
2.5	мышь компьютерная	разделы 7.2, 7.3	интерфейс USB	-
2.6	дисковод CD	разделы 7.2, 7.3	интерфейс USB	-
2.7	адаптер	7.3.3	APC-3.5(m)-N(f)	Agilent p/n 1250-1750
2.8	ноутбук	7.3.3	интерфейс USB	в соответствии с руководством по эксплуатации ваттметра СВЧ

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

2.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, эталонные средства измерений поз. 1.1 – 1.3 таблицы 2 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 поверяемого прибора необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- заземление средств поверки должно производиться посредством заземляющего провода сетевых кабелей;
- запрещается подавать на вход прибора сигнал с уровнем мощности, превышающим максимально допускаемые значения, указанные в документации;
- запрещается работать с испытуемым 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;
- запрещается работать с прибором в случае обнаружения его повреждения.

## 5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха  $23 \pm 5$  °С;
- относительная влажность воздуха 30 ... 80 %;
- атмосферное давление 84 ... 106.7 кПа.

## 6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

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

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого прибора, его направляют в ремонт.

### 6.2 Подготовка к поверке

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

6.2.2 Выполнить загрузку программного обеспечения по следующей процедуре:

- 1) установить контроллер в два левых слота шасси PXI Express.
- 2) присоединить монитор, клавиатуру и мышь к соответствующим разъемам контроллера.
- 3) подключить монитор к сети ( $220 \pm 10$ ) V; ( $50 \pm 0.5$ ) Hz.
- 4) подсоединить шасси к сети ( $220 \pm 10$ ) V; ( $50 \pm 0.5$ ) Hz и включить его.
- 5) присоединить дисковод CD с интерфейсом USB к контроллеру.
- 6) вставить входящий в комплект прибора компакт-диск с драйвером **NI-568x** в дисковод CD.
- 7) следуя указаниям программы установки, установить программный пакет **NI-568x** 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.

6.2.3 Соединить входящим в комплект прибора кабелем выходной разъем USB прибора с разъемом USB контроллера.

6.2.4 Включить питание шасси и дождаться загрузки контроллера.

6.2.5 Выдержать поверяемый 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

7.2.1 На контроллере в списке программ выбрать **National Instruments – NI-568x – NI-568x Soft Front Panel**.

Убедиться в том, что:

- не выдано сообщений об ошибках;
- отображается виртуальная панель **Soft Front Panel (SFP)**;
- в левом верхнем углу виртуальной панели **SFP** отображается надпись с номером версии программного обеспечения (Firmware Version): **NI-568x Soft Front Panel 1.X**, где  $X \geq 1$ .

Результаты опробования считать положительными, если они соответствуют критериям проверки, указанным в таблице 7.2.

Таблица 7.2. Опробование

критерий проверки	результат проверки
не выдано сообщений об ошибках	
номер версии на панели <b>SFP 1.X</b> , где $X \geq 1$	

### 7.3 Определение метрологических характеристик

#### 7.3.1 Определение КСВН входа

7.3.1.1 Выполнить подготовку к работе анализатора параметров радиотехнических трактов и сигналов для измерения КСВН в соответствии с его руководством по эксплуатации:

1) Выполнить калибровку **Full S11** в диапазоне частот:

**Start Freq** 50 MHz, **Stop Freq** 6 GHz для модели NI USB-5680;

**Start Freq** 10 MHz, **Stop Freq** 18 GHz для модели NI USB-5681.

2) Сделать установку режимов:

[Measure], S-parameter, S11, **Enter**, Number of Traces, 1; Graph Type SWR, **Enter**,  
Trace Format, Single; Smoothing %, 3, **Enter**

[Sweep], Data Point, 2000, **Enter**, Sweep Averaging, 5, **Enter**

[Scale], Reference Line, **5**, Enter; Reference Value, **1.1**, Enter; Resolution Per Div, **0.05**, Enter  
[Marker], Readout Style, As Graph, **Enter**; Readout Format, Trace

7.3.1.2 Присоединить входной разъем прибора к разъему “Port 1” анализатора параметров радиотехнических трактов и сигналов.

7.3.1.3 Устанавливать на анализаторе параметров радиотехнических трактов и сигналов нижнюю частоту **Start Freq** и верхнюю частоту **Stop Freq** полосы обзора, как указано в столбцах 1 и 2 первой строки таблицы 7.3.1.1 для модели NI USB-5680, таблицы 7.3.1.2 для модели NI USB-5681.

7.3.1.4 Используя маркер анализатора параметров радиотехнических трактов и сигналов, найти максимальное значение отображаемого КСВН, и записать его в столбец 3 таблицы 7.3.1.1 для модели NI USB-5680, таблицы 7.3.1.2 для модели NI USB-5681.

7.3.1.5 Выполнить действия по пунктам 7.3.1.3, 7.3.1.4 для остальных значений нижней частоты **Start Freq** и верхней частоты **Stop Freq**, указанных в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.1.1 для модели NI USB-5680, таблицы 7.3.1.2 для модели NI USB-5681.

Таблица 7.3.1.1. КСВН входа NI USB-5680

Начальная частота (Start Freq)	Конечная частота (Stop Freq)	Максимальное измеренное значение КСВН	Верхний предел допускаемых значений КСВН
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
50 MHz	2 GHz		1.1
2 GHz	6 GHz		1.2

Таблица 7.3.1.2. КСВН входа NI USB-5681

Начальная частота (Start Freq)	Конечная частота (Stop Freq)	Максимальное измеренное значение КСВН	Верхний предел допускаемых значений КСВН
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
10 MHz	150 MHz		1.17
150 MHz	2 GHz		1.12
2 GHz	12 GHz		1.2
12 GHz	18 GHz		1.25

7.3.1.6 Отсоединить входной разъем прибора от разъема “Port 1” анализатора параметров радиотехнических трактов и сигналов.

## 7.3.2 Проверка уровня собственных шумов

7.3.2.1 На виртуальной панели **SFP** нажать клавишу **ZERO**.

7.3.2.2 В секторе “General Settings” виртуальной панели прибора:

- 1) выбрать диапазон в окне “Range” **Range 1**
- 2) ввести в окне “Frequency (GHz)” первое значение частоты, указанное в столбце 1 таблицы 7.3.2.1 для модели NI USB-5680, таблицы 7.3.2.2 для модели NI USB-5681.
- 3) нажать клавишу **Apply Settings**.

7.3.2.3 Записать отображаемое максимальное значение уровня мощности (с округлением до 1 дБ) в столбец 2 таблицы 7.3.2.1 для модели NI USB-5680, таблицы 7.3.2.2 для модели NI USB-5681.

7.3.2.4. Выполнить действия по шагам 2 и 3 пункта 7.3.2.2 и пункту 7.3.2.3 для остальных значений частоты, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.2.1 для модели NI USB-5680, таблицы 7.3.2.2 для модели NI USB-5681.

7.3.2.5. Выполнить действия по пунктам 7.3.2.2 – 7.3.2.4 для диапазона **Range 2**.

Таблица 7.3.2.1. Уровень собственных шумов NI USB-5680

Частота	Измеренное значение уровня шумов, dBm	Верхний предел допускаемых значений уровня шумов, dBm
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<b>Range 1: (– 5 ... + 23) dBm</b>		
50 MHz	<	– 28
1 GHz	<	– 28
6 GHz	<	– 28
<b>Range 2: (– 40 ... – 5) dBm</b>		
50 MHz	<	– 59
1 GHz	<	– 59
6 GHz	<	– 59

Таблица 7.3.2.2. Уровень собственных шумов NI USB-5681

Частота	Измеренное значение уровня шумов, dBm	Верхний предел допускаемых значений уровня шумов, dBm
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<b>Range 1: (– 7 ... + 20) dBm</b>		
10 MHz	<	– 21
1 GHz	<	– 21
6 GHz	<	– 21
12 GHz	<	– 21
18 GHz	<	– 21
<b>Range 2: (– 40 ... – 7) dBm</b>		
10 MHz	<	– 44
1 GHz	<	– 44
6 GHz	<	– 44
12 GHz	<	– 44
18 GHz	<	– 44

### 7.3.3 Проверка погрешности измерения мощности

7.3.3.1 Используя адаптер APC-3.5(m)-N(f), присоединить на выход генератора ВЧ разъем высокочастотного кабеля эталонного ваттметра СВЧ проходящей мощности.

Соединить разъем на корпусе эталонного ваттметра СВЧ проходящей мощности с входным разъемом прибора.

Подготовить ваттметр СВЧ проходящей мощности к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.3.3.2 В секторе “General Settings” виртуальной панели прибора:

1) выбрать диапазон в окне “Range” **Auto**

2) установить количество усреднений “Averages” **200**

3) ввести в окне “Frequency (GHz)” первое значение частоты, указанное в столбце 2 таблицы 7.3.3 (50 MHz для NI USB-5680, 10 MHz для NI USB-5681)

4) нажать клавишу **Apply Settings**.

7.3.3.3 Установить на генераторе первые значения частоты и уровня, указанные в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.3.

Подстроить уровень на генераторе таким образом, чтобы отчет эталонного ваттметра СВЧ проходящей мощности на данной частоте был в пределах  $\pm 0.02$  dB от номинального значения, указанного в столбце 2 таблицы.

7.3.3.4 Записать отчет прибора в столбец 4 таблицы 7.3.3.

7.3.3.5 Выполнить действия по шагам 3 и 4 пункта 7.3.3.2, пунктам 7.3.3.3, 7.3.3.4 для остальных значений частоты и уровня, указанных в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.3.

Для прибора модели NI USB-5680 после измерений на частоте 6 GHz перейти к следующему пункту.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** При больших флуктуациях отсчетов прибора при уровне  $-40$  dBm в секторе “Continuous Mode” виртуальной панели прибора следует устанавливать временную апертуру в окне “Aperture Time (ms)” **200**, после чего нажимать клавишу **Apply Settings**. При этом потребуется выждать время завершения цикла измерения. Для уровней мощности  $\geq -30$  dBm рекомендуется использовать установленную по умолчанию апертуру “Aperture Time (ms)” **20**.

Таблица 7.3.3 Погрешность измерения мощности

Частота	Установленный по NRP-Z28 уровень, dB	Нижний предел допускаемых значений, dBm	Измеренный NI USB-568x уровень, dB	Верхний предел допускаемых значений, dBm
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
10 MHz (NI USB-5681)	- 40.00	- 40.25		- 39.75
	- 20.00	- 20.25		- 19.75
	0.00	- 0.25		+ 0.25
	+ 10.00	+ 9.75		+ 10.25
50 MHz (NI USB-5680)	- 40.00	- 40.25		- 39.75
	- 20.00	- 20.25		- 19.75
	0.00	- 0.25		+ 0.25
	+ 10.00	+ 9.75		+ 10.25



<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
100 MHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
300 MHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
500 MHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
1 GHz	- 40.00	- 40.25		- 39.75
	- 20.00	- 20.25		- 19.75
	0.00	- 0.25		+ 0.25
	+ 10.00	+ 9.75		+ 10.25
2 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
3 GHz	- 40.00	- 40.25		- 39.75
	- 20.00	- 20.25		- 19.75
	0.00	- 0.25		+ 0.25
	+ 20.00	+ 19.75		+ 20.25
4 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
5 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
6 GHz	- 40.00	- 40.25		- 39.75
	- 20.00	- 20.25		- 19.75
	0.00	- 0.25		+ 0.25
	+ 20.00	+ 19.75		+ 20.25
следующие значения только для модели NI USB-5681				
7 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
8 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
9 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
10 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
11 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
12 GHz	- 40.00	- 40.25		- 39.75
	- 20.00	- 20.25		- 19.75
	0.00	- 0.25		+ 0.25
	+ 20.00	+ 19.75		+ 20.25
13 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
14 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
15 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
16 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
17 GHz	0.00	- 0.25		+ 0.25
18 GHz	- 40.00	- 40.25		- 39.75
	- 20.00	- 20.25		- 19.75
	0.00	- 0.25		+ 0.25
	+ 10.00	+ 9.75		+ 10.25

7.3.3.6 Разобрать все соединения, выключить оборудование, остановить работу контроллера.

## 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.