

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Генераторы сигналов модульные NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652, NI PXIe-5672, NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E

Назначение средства измерений

Генераторы сигналов модульные NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652, NI PXIe-5672, NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E (далее – генераторы) предназначены для создания радиотехнических сигналов с нормированными метрологическими характеристиками.

Описание средства измерений

Генераторы воспроизводят гармонические сигналы, а также сигналы с частотной модуляцией (модели NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652), векторной модуляцией (модели NI PXIe-5672, NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E), импульсной модуляцией (модели NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E).

Генераторы моделей NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652 выполнены в виде модуля, представляющего собой экранированную печатную плату, на которой установлена лицевая панель с разъемами для присоединения сигнальных кабелей. Общий вид моделей NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652 показан на рисунке 1 слева.



Генераторы модели NI PXIe-5672 состоит из 2-х модулей: модуля повышающего преобразователя NI PXI-5610 и модуля генератора сигналов произвольной формы NI PXIe-5442. Сигнал с выхода CH0 генератора сигналов произвольной формы поступает на вход INPUT повышающего преобразователя, при этом генератор сигналов произвольной формы синхронизируется по входу CLK IN от выхода 10 MHz OUT повышающего преобразователя. Выходной сигнал генератора выводится с разъема RF OUTPUT повышающего преобразователя. Модули NI PXI-5610 и NI PXIe-5442 выполнены в виде экранированной печатной платы, на которой установлены лицевая панель с разъемами для присоединения сигнальных кабелей. Общий вид модели NI PXIe-5672 показан на рисунке 1 в центре.

Генераторы моделей NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E состоят из 3-х модулей: модуля высокочастотного генератора NI PXI-5650, NI PXI-5651 или NI PXI-5652 (в зависимости от диапазона частот генератора NI PXIe-5673), модуля векторного модулятора NI PXIe-5611 и модуля генератора сигналов произвольной формы NI PXIe-5450.

Сигнал с выхода RF OUT высокочастотного генератора поступает на вход LO IN векторного модулятора, на входы I+, I- и Q+, Q- которого подаются модулирующие сигналы с квадратурных выходов I+, I- и Q+, Q- генератора сигналов произвольной формы. Генератор сигналов произвольной формы синхронизируется по входу CLK IN от выхода REF OUT высокочастотного генератора. Выходной сигнал генератора выводится с разъема RF OUT векторного модулятора. Модули NI PXIe-5611 и NI PXIe-5450 выполнены в виде экранированной печатной платы, на которой установлены лицевая панель с разъемами для присоединения сигнальных кабелей.

Модель NI PXIe-5673E представляет собой модификацию модели NI PXIe-5673 с функцией быстрой перестройки генерируемого сигнала по заданной пользователем таблице частот и уровней мощности.

Модули NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652, NI PXI-5610 устанавливаются в стандартные слоты шасси PXI или в гибридные слоты шасси PXI Express компании “National Instruments”. Модули NI PXIe-5611, NI PXIe-5442 и NI PXIe-5450 устанавливаются в стандартные или в гибридные слоты шасси PXI Express.

Программное обеспечение

Программное обеспечение (драйвер) “NI-RFSG” устанавливается на контроллер, который находится в шасси (базовом блоке) PXI (PXIe), выполняет функции управления режимами работы и отображения параметров сигнала на виртуальной панели. Для моделей NI PXIe-5672, NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E дополнительно может быть использована входящая в комплект поставки программа “NI Modulation Toolkit” и предназначеннная для создания сигналов с векторной модуляцией, включая сигналы по телекоммуникационным стандартам GSM, EDGE, WCDMA, WiMAX, WLAN, GPS, DVB-C/H/T, ISDBT, ZigBee и др. Драйвер “NI-RFSG” и программа “NI Modulation Toolkit” могут работать в операционной среде «LabVIEW» компании “National Instruments” или “LabWindows” компании Microsoft Corporation”.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений «низкий» по Р 50.2.077-2014, класс риска “A” по WELMEC 7.2 Issue 5.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
идентификационное наименование	“NI-RFSG”
идентификационный номер версии	1.6.3 и выше

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики генераторов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	2
Диапазон частот	
NI PXI-5650	от 500 кГц до 1,3 ГГц
NI PXI-5651	от 500 кГц до 3,3 ГГц
NI PXI-5652	от 500 кГц до 6,6 ГГц
NI PXIe-5672	от 250 кГц до 2,7 ГГц
NI PXIe-5673/5673E p/n 780416	от 85 МГц до 1,3 ГГц
NI PXIe-5673/5673E p/n 780417	от 85 МГц до 3,3 ГГц
NI PXIe-5673/5673E p/n 780418	от 85 МГц до 6,6 ГГц

Продолжение таблицы 2

1	2
Разрешение установки частоты	
NI PXI-5650, NI PXIe-5673/5673E p/n 780416	1 Гц
NI PXI-5651, NI PXIe-5673/5673E p/n 780417	2 Гц
NI PXI-5652, NI PXIe-5673/5673E p/n 780418	4 Гц
NI PXIe-5672	0,355 Гц
Параметры опорного генератора 10 МГц	
NI PXI-565x, NI PXIe-5673/5673E	
пределы основной относительной погрешности частоты при температуре $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$, не более	$\pm 3 \cdot 10^{-6}$
дополнительная погрешность в интервале температур от 15 до 35°C , не более	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
годовой дрейф частоты генератора, не более	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
частота внешней синхронизации	10 МГц ± 100 Гц
уровень сигнала внешней синхронизации, дБм ¹	от 4 до 8
NI PXIe-5672	
пределы основной относительной погрешности частоты при температуре $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$, не более	$\pm 5 \cdot 10^{-8}$
дополнительная относительная погрешность в рабочем диапазоне температур от 0 до 55°C , не более	$\pm 2 \cdot 10^{-8}$
годовой дрейф частоты генератора, не более	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$
частота внешней синхронизации	10 МГц ± 5 Гц
уровень сигнала внешней синхронизации, дБм	от минус 5 до 16
Уровень фазовых шумов при отстройке 10 кГц, не более, дБн/Гц²	
NI PXI-565x, NI PXIe-5673/5673E	
на частоте 1 ГГц	минус 105
на частоте 2 ГГц	минус 98
NI PXIe-5672 (при полосе частот модуляции > 10 МГц)	
на частоте 1 ГГц	минус 96
на частоте 2 ГГц	минус 95
Уровень гармоник выходного сигнала, не более, дБн	
NI PXI-565x (при уровне мощности ≤ 0 дБм)	
на частотах от 500 кГц до 1,3 ГГц	минус
на частотах от 1,3 до 3,3 ГГц	минус
на частотах от 3,3 до 6,6 ГГц	минус
NI PXIe-5672	
(при уровне мощности 0 дБм на частотах более 10 МГц)	минус 40
NI PXIe-5673/5673E	
на частотах от 85 до 100 МГц	минус 10
на частотах от 100 до 250 МГц	минус 23
на частотах от 250 МГц до 1,3 ГГц	минус 28
на частотах от 3,3 до 6,6 ГГц	минус 23
Диапазон уровня выходного сигнала, дБм	
NI PXI-565x	
на частотах от 500 кГц до 10 МГц	от минус 100 до 5
на частотах от 10 до 500 МГц	от минус 100 до 10
на частотах от 500 МГц от 1,6 ГГц	от минус 90 до 10
на частотах от 1,6 до 2,9 ГГц	от минус 80 до 10

Продолжение таблицы 2

1	2
на частотах от 2,9 до 3,3 ГГц	от минус 70 до 10
на частотах от 3,3 до 3,7 ГГц	от минус 60 до 7
на частотах от 3,7 до 5,0 ГГц	от минус 50 до 7
на частотах от 5,0 до 6,6 ГГц	от минус 50 до 0
NI PXIe-5672	от минус 145 до 10
NI PXIe-5673/5673Е	от минус 156 до 10
Пределы основной относительной погрешности установки уровня сигнала, дБ, при температуре (25 ± 10) °C	
NI PXI-565x	
на частотах до 3,3 ГГц и уровне выше минус 40 дБм	$\pm 0,75$
на частотах до 3,3 ГГц и уровне до минус 40 дБм	$\pm 1,8$
на частотах выше 3,3 ГГц и уровне выше минус 40 дБм	$\pm 1,0$
на частотах выше 3,3 ГГц и уровне до минус 40 дБм	$\pm 2,0$
NI PXIe-5672	
на частотах менее 10 МГц и уровне от минус 30 до + 7 дБм	$\pm 1,2$
на частотах менее 10 МГц и уровне от минус 80 до минус 30 дБм	$\pm 1,3$
на частотах от 10 МГц и уровне выше 30 до + 7 дБм	$\pm 0,7$
на частотах от 10 МГц и уровне от минус 80 до минус 30 дБм	$\pm 0,8$
NI PXIe-5673/5673Е при уровне от минус 90 до + 5 дБм	$\pm 0,75$
Дополнительная относительная погрешность установки уровня сигнала, дБ, в рабочем диапазоне температур от 0 до 55 °C, не более	
NI PXI-5650x	не нормируется
NI PXIe-5672, типовое значение	$\pm 0,45$
NI PXIe-5673/5673Е, типовое значение	$\pm 0,25$
КСВН выхода, типовые значения, не более	
NI PXI-565x	
на частотах до 3,3 ГГц	1,8
на частотах выше 3,3 ГГц	2,0
NI PXIe-5672	
на частотах до 2,3 ГГц	1,6
на частотах выше 2,3 ГГц	1,7
NI PXIe-5673/5673Е	
при уровне выходной мощности + 10 дБм	2,2
при уровне выходной мощности менее минус 10 дБм	1,9
Параметры частотной модуляции (NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652)	
Частотная модуляция непрерывным сигналом ³	
диапазон частот модуляции, кГц	от 1 до 100
максимальная девиация частоты	
на частотах от 500 кГц до 50 МГц	500 кГц
на частотах выше 50 до 100 МГц	125 кГц
на частотах выше 100 до 200 МГц	250 кГц
на частотах выше 200 до 400 МГц	500 кГц
на частотах выше 400 до 800 МГц	1 МГц
на частотах выше 800 МГц до 1,6 ГГц	2 МГц
на частотах выше 1,6 до 3,3 ГГц	4 МГц
на частотах выше 3,3 до 6,6 ГГц	8 МГц

Продолжение таблицы 2

1	2
относительная погрешность девиации частоты, типовое значение при температуре 25 ± 10 °C, частоте модуляции 1 кГц и девиации частоты не более 10 % от максимального значения, не более	$\pm 3,5$ %
Частотная модуляция 2-FSK ⁴	
диапазон скорости переключения	от 763 Гц до 100 кГц
максимальная девиация частоты	
на частотах от 500 кГц до 50 МГц	250 кГц
на частотах выше 50 до 100 МГц	31,25 кГц
на частотах выше 100 до 200 МГц	62,5 кГц
на частотах выше 200 до 400 МГц	125 кГц
на частотах выше 400 до 800 МГц	250 кГц
на частотах выше 800 МГц до 1,6 ГГц	500 кГц
на частотах выше 1,6 до 3,3 ГГц	1 МГц
на частотах выше 3,3 до 6,6 ГГц	2 МГц
относительная погрешность девиации частоты, типовое значение при скорости переключения 100 кГц и девиации частоты не более 10 % от максимального значения, не более	± 10 %
Частотная модуляция ООК ⁵	
диапазон скорости переключения	от 153 Гц до 100 кГц
Параметры векторной модуляции (NI PXIe-5672, NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E)	
полоса частот модуляции, не менее	
NI PXIe-5672	20 МГц
NI PXIe-5673/5673E	100 МГц
подавление сигнала на зеркальной частоте в полосе частот модуляции 2 МГц, типовые значения для NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E, дБн, не менее	
на частотах от 85 до 400 МГц	43
на частотах выше 400 МГц до 2,5 ГГц	50
на частотах выше 2,5 до 5,5 ГГц	46
на частотах выше 5,5 до 6,6 ГГц	43
подавление сигнала на несущей частоте в полосе частот модуляции 2 МГц, типовые значения для NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E, дБн, не менее	
на частотах от 85 МГц до 5,5 ГГц	44
на частотах выше 5,5 до 6,6 ГГц	41
Параметры импульсной модуляции (NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E)	
длительность фронта и спада импульсов по уровням 10/90 %, типовые значения, не более	5 нс
максимальная частота повторения импульсов	50 МГц
номинальное значение уровня напряжения TTL	3,3 В
отношение уровней в состояниях выключено/включено, типовые значения, дБн	
на частотах до 1 ГГц	минус 50
на частотах выше 1 до 3 ГГц	минус 43
на частотах выше 3 до 6,6 ГГц	минус 30
Общие характеристики	
Тип высокочастотных соединителей	SMA(f), 50 Ом
Потребляемая мощность (от шасси), не более, Вт	
NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652	25
NI PXIe-5672	47
NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E	65

Продолжение таблицы 2

1	2
Габаритные размеры модулей, входящих в состав генераторов, мм	
NI PXI-565x, NI PXIe-5442, NI PXIe-5611	
высота	216
глубина	130
толщина	20
NI PXIe-5450, NI PXI-5610	
высота	216
глубина	130
толщина	40
Масса, не более, г	
NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652	415
NI PXIe-5672 (в сборе)	1510
NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E (в сборе)	1458
Рабочие условия применения	
температура окружающей среды, °С	от 0 до + 55
относительная влажность воздуха, %	от 10 до 90
предельная высота над уровнем моря	2000 м
Условия транспортирования и хранения	
температура окружающей среды, °С	от минус 20 до + 70 °С
относительная влажность воздуха, %	от 5 до 95
предельная высота над уровнем моря	2000 м

Примечания к таблице 2

- 1 Здесь и далее дБм – уровень в дБ относительно 1 мВт.
- 2 Здесь и далее дБн – уровень в дБ относительно уровня сигнала на несущей частоте.
- 3 Внутренняя модуляция синусоидальной, прямоугольной и треугольной формы.
- 4 FSK – Frequency Shift Keying.
- 5 OOK – On Off Keying.

Знак утверждения типа

наносится на боковую панель корпуса в виде наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Комплектность генераторов приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Комплектность

Наименование и обозначение	Кол-во, шт.
1	2
Модели NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652	
Генератор сигналов модульный NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652	1
Компакт-диск с драйвером “NI-RFSG” и документацией	1
Дополнительные принадлежности	по заказу
Руководство пользователя на русском языке	1
Методика поверки МП РТ 1470-2010	1

Продолжение таблицы 3

1	2
Модель NI PXIe-5672	
Модуль повышающего преобразователя NI PXI-5610	1
Модуль генератора сигналов произвольной формы NI PXIe-5442	1
Кабель коаксиальный полужесткий SMA(m)-SMB(m)	2
Компакт-диск с драйвером “NI-RFSG” и документацией	1
Компакт-диск с программным обеспечением “NI Modulation Toolkit”	1
Дополнительные принадлежности	по заказу
Руководство пользователя на русском языке	1
Методика поверки МП РТ 1470-2010	1
Модели NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E	
Модуль высокочастотного генератора (в зависимости от диапазона частот) NI PXI-5650 (диапазон частот до 1,3 ГГц) NI PXI-5651 (диапазон частот до 3,3 ГГц) NI PXI-5652 (диапазон частот до 6,6 ГГц)	1 по заказу
Модуль векторного модулятора NI PXIe-5611	1
Модуль генератора сигналов произвольной формы NI PXIe-5450	1
Кабель коаксиальный полужесткий SMA(m)-SMA(m)	6
Компакт-диск с драйвером “NI-RFSG” и документацией	1
Компакт-диск с программным обеспечением “NI Modulation Toolkit”	1
Дополнительные принадлежности	по заказу
Руководство пользователя на русском языке	1
Методика поверки МП РТ 1470-2010	1

Проверка

осуществляется по документу МП РТ 1470-2010 «ГСИ. Генераторы сигналов модульные NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652, NI PXIe-5672, NI PXIe-5673, NI PXIe-5673E. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУ «Ростест-Москва», 2010 г.

Необходимые средства поверки, требования к их основным метрологическим характеристикам и рекомендуемые средства поверки утвержденного типа указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Средства поверки

Средство поверки и требования к его метрологическим характеристикам	Рекомендуемое средство поверки и его метрологические характеристики
1	2
Стандарт частоты: относительная погрешность частоты 10 МГц не более $\pm 1 \cdot 10^{-8}$; уровень сигнала от 4 до 8 дБм	Стандарт частоты рубидиевый Stanford Research Systems FS725: годовой дрейф частоты 10 МГц не более $\pm 5 \cdot 10^{-10}$; уровень сигнала 7 дБм
Генератор сигналов высокочастотный: диапазон частот от 10 МГц до 6.6 ГГц; диапазон установки уровня от минус 60 до 10 дБм; уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке на 10 кГц не более минус 115 дБн/Гц	Генератор сигналов измерительный Anritsu MG3691B с опциями 2, 3, 4: диапазон частот от 10 МГц до 10 ГГц; диапазон установки уровня от минус 105 до 18 дБм; уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке на 10 кГц не более минус 121 дБн/Гц

Продолжение таблицы 4

1	2
Ваттметр СВЧ: диапазон частот от 10 МГц до 6,6 ГГц; динамический диапазон от минус 60 до + 10 дБм; относительная погрешность измерений мощности не более $\pm 0,4$ дБ	Ваттметр СВЧ Rohde & Schwarz NRP с измерительным преобразователем NRP-Z11: диапазон частот от 10 МГц до 8 ГГц; относительная погрешность измерения мощности от минус 60 до + 10 дБм не более $\pm 0,2$ дБ
Осциллограф (для NI PXIe-5672): относительная погрешность измерения амплитуды напряжения 316 мВ на частотах до 5 МГц не более ± 3 %	Осциллограф цифровой Tektronix TDS3012B: относительная погрешность измерения амплитуды напряжения 316 мВ с функцией “Offset” на частотах до 5 МГц не более ± 1 %

Сведения о методиках (методах) измерений

Методы измерений изложены в главах 2, 4, 5 документа «Генераторы сигналов модульные NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652, NI PXI/PXIe-5670/5671/5672, NI PXIe-5673. Руководство пользователя».

Нормативные документы, устанавливающие требования к генераторам сигналов модульным NI PXI-5650, NI PXI-5651, NI PXI-5652, NI PXIe-5672, NI PXIe-5673, NI PXIe-5673Е

ГОСТ 22261-94. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

ГОСТ Р 8.562-2007. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений мощности и напряжения переменного тока синусоидальных электромагнитных колебаний.

ГОСТ 8.129-2013. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты.

Изготовитель

Компания “National Instruments”, США;

Адрес: 11500 North Morac Expway, Austin, Texas, 78759-3504, USA, тел. 1-512-683-0100,
факс 1-512-683-9411, e-mail info@ni.com

Заявитель

Закрытое акционерное общество «АКТИ-Мастер» (ЗАО «АКТИ-Мастер»);

Адрес: 127254, Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5

тел./факс (495)926-71-85; e-mail: post@actimaster.ru

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Москве» (ФБУ «Ростест-Москва»);

Адрес: 117418 Москва, Нахимовский пр., 31;

тел. (499)129-19-11, факс (499)129-99-96;

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30010-10 от 15.03.2010 г.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства
по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. [«_____»](http://www.rosstandart.ru) 2015 г.