

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы-генераторы высокочастотных сигналов модульные NI PXIe-5840

Назначение средства измерений

Анализаторы-генераторы высокочастотных сигналов модульные NI PXIe-5840 (далее – модули) предназначены для измерения параметров и генерации высокочастотных сигналов с векторной модуляцией.

Описание средства измерений

Модули представляют собой совмещенные в одном конструктиве анализатор и генератор векторно-модулированных сигналов с гетеродинами синтезаторного типа и схемами фазовой автоподстройки частоты. Синхронизация обоих гетеродинов осуществляется от общего внутреннего опорного генератора или от внешнего источника.

Анализатор сигналов выполнен по схеме прямого понижающего преобразования частоты. Сигнал с выхода гетеродина подается на вход векторного демодулятора, на другой вход которого поступает сигнал из тракта усиления/ослабления входного сигнала. Демодулированные значения квадратурных компонент вектора модуляции I/Q преобразуются в цифровые коды посредством аналого-цифровых преобразователей. Предварительный усилитель подключается автоматически или по выбору пользователя. На низких частотах (менее 120 МГц) сигнал поступает сразу на аналого-цифровой преобразователь. Спектрограмма сигнала может быть отображена на виртуальной панели RFSA Soft Panel, параметры которой задаются пользователем.

Генератор сигналов выполнен по схеме прямого повышающего преобразования частоты. Сигнал с выхода гетеродина подается на высокочастотный вход векторного модулятора, на квадратурные входы которого поступают компоненты вектора модуляции I/Q, преобразованные из цифровых кодов в цифро-аналоговых преобразователях. Высокочастотный сигнал с выхода модулятора масштабируется по уровню в тракте усиления/ослабления, и поступает на выход генератора. На низких частотах (менее 120 МГц) формирование сигнала производится непосредственно цифро-аналоговым преобразователем. Установка параметров сигналов может осуществляться с помощью виртуальной панели RSFG Soft Panel.

Сигналы гетеродинов выведены на разъем лицевой панели, на которой также имеются входы для внешних гетеродинов, что позволяет создавать многоканальные измерительные системы с когерентной векторной модуляцией и демодуляцией высокочастотных сигналов.

Параметры векторной модуляции в цифровых кодах, управляющие сигналы, и сигналы синхроимпульсов формируются в программируемой логической интегральной схеме.

На лицевую панель выведены разъемы для цифровых входов/выходов векторной модуляции I/Q, синхроимпульсов, и программируемых функциональных двунаправленных интерфейсов PFI, которые используются в качестве триггеров.

Управление модулями осуществляется по шине PXI Express (PXIe).

Модули выполнены в виде экранированной сборки, на которой закреплены лицевая панель с разъемами для присоединения сигнальных кабелей, и разъем интерфейса на задней панели для установки в слоты шасси PXI Express. Модули занимают 2 слота в шасси. На панелях модулей отсутствуют элементы регулировки и подстройки, доступные пользователю.

Общий вид модулей показан на рисунке 1.



Программное обеспечение

Программное обеспечение, состоящее из комплекта драйверов, устанавливается на внешний контроллер с шиной PXI Express. Управление режимами, задание форматов представления измерительной информации могут производиться с виртуальной панели или дистанционно. Драйверы устанавливаются на внешний контроллер с шиной PXIe в базовом блоке (шасси).

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений «низкий» по Р 50.2.077-2014 (класс риска «В» по WELMEC 7.2).

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование	“NI-RFSA”	“NI-RFSG”
Номер версии (идентификационный номер)	16.0.3 и выше	16.0.3 и выше

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	2
ОБЩИЕ ЧАСТОТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	
Диапазон частот	от 9 кГц до 6 ГГц
Мгновенная полоса частот анализа и модуляции сигналов на центральных частотах F_c , МГц	
$F_c < 120$ МГц	<120
$120 \text{ МГц} \leq F_c \leq 410 \text{ МГц}$	50
$410 \text{ МГц} < F_c \leq 650 \text{ МГц}$	100
$650 \text{ МГц} < F_c \leq 1,3 \text{ ГГц}$	200
$1,3 \text{ ГГц} < F_c \leq 2,2 \text{ ГГц}$	500
$2,2 \text{ ГГц} < F_c \leq 6 \text{ ГГц}$	1000
Параметры внутреннего опорного генератора частоты 10 МГц	
Относительная погрешность заводской подстройки частоты δ_0 , не более	$\pm 2 \cdot 10^{-7}$
Относительный годовой дрейф частоты δ_A , не более	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
Нестабильность частоты в рабочем диапазоне температур δ_T , не более	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты за N лет после подстройки	$\pm(\delta_0 + N \cdot \delta_A + \delta_T)$
Параметры входа синхронизации	
частота	10 МГц \pm 100 Гц
входное сопротивление, Ом	50
амплитуда синусоидального напряжения, Вп-п	от 0,7 до 3,3
Параметры выхода синхронизации	
частота	10 МГц
выходное сопротивление, Ом	50
амплитуда синусоидального напряжения, Вп-п	1,65
Уровень фазовых шумов гетеродинов при отстройке 20 кГц от центральной частоты F_c , не более, дБн/Гц ¹⁾	
$F_c < 3 \text{ ГГц}$	-102
$3 \text{ ГГц} \leq F_c \leq 4 \text{ ГГц}$	-102
$F_c > 4 \text{ ГГц}$	-96
ПАРАМЕТРЫ АНАЛИЗАТОРА СИГНАЛОВ	
Максимальный измеряемый уровень мощности на частотах F_c , дБм ²⁾	
$F_c < 120 \text{ МГц}$	+15
$F_c \geq 120 \text{ МГц}$	
без предварительного усилителя	+30
с предварительным усилителем	-10
Усредненный уровень собственных шумов, нормализованный к полосе пропускания 1 Гц на частотах F_c , дБм/Гц, не более	
1) здесь и далее сокращение «дБн» обозначает уровень мощности в дБ относительно уровня мощности на центральной (несущей) частоте	
2) здесь и далее сокращение «дБм» обозначает уровень мощности в дБ относительно 1 мВт	

Продолжение таблицы 2

1	2
Усредненный уровень собственных шумов, нормализованный к полосе пропускания 1 Гц на частотах F_c , дБм/Гц, не более ¹⁾	
опорный уровень -50 дБм	
$120 \text{ МГц} < F_c \leq 500 \text{ МГц}$	-161
$500 \text{ МГц} < F_c \leq 3,4 \text{ ГГц}$	-164
$3,4 \text{ ГГц} < F_c \leq 4,5 \text{ ГГц}$	-163
$F_c > 4,5 \text{ ГГц}$	-161
опорный уровень -10 дБм	
$120 \text{ МГц} < F_c \leq 500 \text{ МГц}$	-140
$500 \text{ МГц} < F_c \leq 3,4 \text{ ГГц}$	-150
$3,4 \text{ ГГц} < F_c \leq 4,5 \text{ ГГц}$	-148
$F_c > 4,5 \text{ ГГц}$	-149
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности на частотах F_c в рабочем диапазоне температур, дБ ^{2,3,4)}	
$10 \text{ МГц} \leq F_c < 120 \text{ МГц}$	$\pm 0,75$
$120 \text{ МГц} \leq F_c \leq 500 \text{ МГц}$	$\pm 0,80$
$500 \text{ МГц} < F_c \leq 1,5 \text{ ГГц}$	$\pm 0,70$
$1,5 \text{ ГГц} < F_c \leq 2,3 \text{ ГГц}$	$\pm 0,75$
$2,3 \text{ ГГц} < F_c \leq 2,9 \text{ ГГц}$	$\pm 0,65$
$2,9 \text{ ГГц} < F_c \leq 4,8 \text{ ГГц}$	$\pm 0,75$
$4,8 \text{ ГГц} < F_c \leq 6 \text{ ГГц}$	$\pm 0,90$
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в мгновенной полосе частот F_i при значениях центральной частоты F_c , дБ ^{5,6)}	
$250 \text{ МГц} \leq F_c < 410 \text{ МГц}, F_i = 50 \text{ МГц}$	$\pm 0,90$
$410 \text{ МГц} \leq F_c \leq 650 \text{ МГц}, F_i = 100 \text{ МГц}$	$\pm 0,75$
$650 \text{ МГц} \leq F_c \leq 1,5 \text{ ГГц}, F_i = 200 \text{ МГц}$	$\pm 1,00$
$1,5 \text{ ГГц} < F_c \leq 2,2 \text{ ГГц}, F_i = 200 \text{ МГц}$	$\pm 1,30$
$F_c > 2,2 \text{ ГГц}, F_i = 200 \text{ МГц}$	$\pm 1,00$
$2,2 \text{ ГГц} < F_c \leq 2,9 \text{ ГГц}, F_i = 1 \text{ ГГц}$	$\pm 1,80$ ¹⁾
$2,9 \text{ ГГц} < F_c \leq 4,8 \text{ ГГц}, F_i = 1 \text{ ГГц}$	$\pm 2,00$ ¹⁾
$F_c > 4,8 \text{ ГГц}, F_i = 1 \text{ ГГц}$	$\pm 1,65$ ¹⁾
<p>1) типовые справочные значения</p> <p>2) диапазон опорного уровня ± 30 дБм, однополосный сигнал с подавлением несущей и смещением от центральной частоты 3,75 МГц</p> <p>3) при внутренней температуре в пределах ± 10 °С от температуры во время последней автоподстройки (измеряется размещенным на модуле датчиком)</p> <p>4) автоматический выбор предварительного усилителя</p> <p>5) диапазон опорного уровня ± 30 дБм</p> <p>6) при внутренней температуре в пределах ± 5 °С от температуры во время последней автоподстройки (измеряется размещенным на модуле датчиком)</p>	

Продолжение таблицы 2

1	2
Уровень негармонических помех, связанных с входом, при значениях центральной частоты F_c и отстройке от центральной частоты ΔF_c , дБн, не более ^{1,2)}	
$120 \text{ МГц} < F_c \leq 410 \text{ МГц}, \Delta F_c < 1 \text{ МГц}$	-64
$120 \text{ МГц} < F_c \leq 410 \text{ МГц}, \Delta F_c \geq 1 \text{ МГц}$	-60
$410 \text{ МГц} < F_c \leq 750 \text{ МГц}, \Delta F_c < 1 \text{ МГц}$	-65
$410 \text{ МГц} < F_c \leq 750 \text{ МГц}, \Delta F_c \geq 1 \text{ МГц}$	-66
$750 \text{ МГц} < F_c \leq 2,2 \text{ ГГц}, \Delta F_c < 1 \text{ МГц}$	-63
$750 \text{ МГц} < F_c \leq 2,2 \text{ ГГц}, \Delta F_c \geq 1 \text{ МГц}$	-72
$2,2 \text{ ГГц} < F_c \leq 4,5 \text{ ГГц}, \Delta F_c < 1 \text{ МГц}$	-60
$2,2 \text{ ГГц} < F_c \leq 4,5 \text{ ГГц}, \Delta F_c \geq 1 \text{ МГц}$	-68
$F_c > 4,5 \text{ ГГц}, \Delta F_c < 1 \text{ МГц}$	-50
$F_c > 4,5 \text{ ГГц}, \Delta F_c \geq 1 \text{ МГц}$	-63
ПАРАМЕТРЫ ГЕНЕРАТОРА СИГНАЛОВ	
Максимальный нормированный уровень средней выходной мощности гармонического сигнала на частотах F_c в мгновенной полосе частот F_i , дБм ³⁾	
$F_c < 120 \text{ МГц}, F_i < 120 \text{ МГц}$	+5
$120 \text{ МГц} \leq F_c \leq 4 \text{ ГГц}, F_i \leq 200 \text{ МГц}$	+18
$F_c > 4 \text{ ГГц}, F_i \leq 200 \text{ МГц}$	+15
$2,2 \text{ ГГц} \leq F_c \leq 4 \text{ ГГц}, 200 \text{ МГц} < F_i \leq 1 \text{ ГГц}$	+18
$F_c > 4 \text{ ГГц}, 200 \text{ МГц} < F_i \leq 1 \text{ ГГц}$	+10
Разрешение установки уровня мощности, дБ	$\leq 0,1$
Пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности на частотах F_c в рабочем диапазоне температур, дБ ^{4,5,6)}	
$200 \text{ МГц} < F_c \leq 500 \text{ МГц}$	$\pm 0,80$
$500 \text{ МГц} < F_c \leq 2,9 \text{ ГГц}$	$\pm 0,70$
$2,9 \text{ ГГц} < F_c \leq 4,8 \text{ ГГц}$	$\pm 0,85$
$F_c > 4,8 \text{ ГГц}$	$\pm 0,90$
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в мгновенной полосе частот F_i при значениях центральной частоты F_c , дБ ^{5,6)}	
$250 \text{ МГц} \leq F_c < 410 \text{ МГц}, F_i = 50 \text{ МГц}$	$\pm 0,90$
$410 \text{ МГц} \leq F_c \leq 650 \text{ МГц}, F_i = 100 \text{ МГц}$	$\pm 1,10$
$650 \text{ МГц} \leq F_c \leq 1,5 \text{ ГГц}, F_i = 200 \text{ МГц}$	$\pm 2,00$
$1,5 \text{ ГГц} < F_c \leq 2,9 \text{ ГГц}, F_i = 200 \text{ МГц}$	$\pm 1,40$
$F_c > 2,9 \text{ ГГц}, F_i = 200 \text{ МГц}$	$\pm 2,20$
<p>1) типовые справочные значения</p> <p>2) опорный уровень 0 дБм, уровень сигнала на входе на 6 дБ ниже опорного уровня, без предварительного усилителя</p> <p>3) для модулированного сигнала указанные значения ниже на величину отношения пиковой мощности к средней мощности</p> <p>4) однополосный сигнал с подавлением несущей и смещением 3,75 МГц от несущей частоты</p> <p>5) при внутренней температуре в пределах ± 10 °С от температуры во время последней автоподстройки (измеряется размещенным на модуле датчиком)</p> <p>6) уровень мощности от -30 до +15 дБм на частотах $F_c \leq 2,2$ ГГц, от -50 до +15 дБм на частотах $F_c > 2,2$ ГГц</p>	

Продолжение таблицы 2

1	2
$2,2 \text{ ГГц} < F_c \leq 2,9 \text{ ГГц}, F_i = 1 \text{ ГГц}$	$\pm 2,00$ ¹⁾
$2,9 \text{ ГГц} < F_c \leq 4,8 \text{ ГГц}, F_i = 1 \text{ ГГц}$	$\pm 2,30$ ¹⁾
$F_c > 4,8 \text{ ГГц}, F_i = 1 \text{ ГГц}$	$\pm 3,00$ ¹⁾
Уровень второй гармоники на частотах F_c , дБн, не более ^{1,2,4)}	
$10 \text{ МГц} \leq F_c \leq 120 \text{ МГц}$	-50
$120 \text{ МГц} < F_c \leq 1,4 \text{ ГГц}$	-34
$1,4 \text{ ГГц} < F_c \leq 2,7 \text{ ГГц}$	-30
$F_c > 2,7 \text{ ГГц}$	-39
Уровень негармонических помех на частотах F_c при отстройке ΔF , дБн, не более ^{1,5)}	
$120 \text{ МГц} < F_c \leq 460 \text{ МГц}, \Delta F_c < 1 \text{ МГц}$	-80
$120 \text{ МГц} < F_c \leq 460 \text{ МГц}, \Delta F_c \geq 1 \text{ МГц}$	-60
$460 \text{ МГц} < F_c \leq 1,35 \text{ ГГц}, \Delta F_c < 1 \text{ МГц}$	-75
$460 \text{ МГц} < F_c \leq 1,35 \text{ ГГц}, \Delta F_c \geq 1 \text{ МГц}$	-65
$1,35 \text{ ГГц} < F_c \leq 2,25 \text{ ГГц}, \Delta F_c < 1 \text{ МГц}$	-70
$1,35 \text{ ГГц} < F_c \leq 2,25 \text{ ГГц}, \Delta F_c \geq 1 \text{ МГц}$	-63
$2,25 \text{ ГГц} < F_c \leq 4,5 \text{ ГГц}, \Delta F_c < 1 \text{ МГц}$	-63
$2,25 \text{ ГГц} < F_c \leq 4,5 \text{ ГГц}, \Delta F_c \geq 1 \text{ МГц}$	-62
$F_c > 4,5 \text{ ГГц}, \Delta F_c < 1 \text{ МГц}$	-56
$F_c > 4,5 \text{ ГГц}, \Delta F_c \geq 1 \text{ МГц}$	-61
Уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка на частотах F_c , дБн, не более ^{3,6)}	
при уровне сигналов -6 дБн	
$1 \text{ МГц} < F_c \leq 100 \text{ МГц}$	-75
$100 \text{ МГц} < F_c \leq 2,0 \text{ ГГц}$	-45
$2,0 \text{ ГГц} < F_c \leq 2,7 \text{ ГГц}$	-49
$2,7 \text{ ГГц} < F_c \leq 4,0 \text{ ГГц}$	-46
$4,0 \text{ ГГц} < F_c \leq 5,0 \text{ ГГц}$	-42
$F_c > 5,0 \text{ ГГц}$	-50
при уровне сигналов -36 дБн	
$1 \text{ МГц} < F_c \leq 100 \text{ МГц}$	-71
$100 \text{ МГц} < F_c \leq 1,0 \text{ ГГц}$	-52
$1,0 \text{ ГГц} < F_c \leq 2,7 \text{ ГГц}$	-56
$2,7 \text{ ГГц} < F_c \leq 5,0 \text{ ГГц}$	-54
$F_c > 5,0 \text{ ГГц}$	-53
<p>1) типовые справочные значения 2) уровень пиковой мощности от -30 до +15 дБм 3) при внутренней температуре в пределах ± 5 °С от температуры во время последней автоподстройки (измеряется размещенным на модуле датчиком) 4) уровень мощности +6 дБм 5) уровень мощности 0 дБм 6) двухтональный гармонический сигнал с разностью тональных частот 700 кГц</p>	

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Тип разъемов на лицевой панели	
RF IN, RF OUT	SMA(f)
CAL IN, CAL OUT, REF IN, REF OUT	MMPX(f)
DIGITAL I/O	DIGITAL I/O Nano-Pitch 42 pin
Потребляемая мощность от шасси PXI Express, Вт, не более	68
Габаритные размеры, мм	
высота	129
глубина	211
ширина	41
Масса, г, не более	794
Рабочие условия применения	
температура окружающего воздуха, °С	от 0 до 45
относительная влажность воздуха, %	от 10 до 90 (без конденсата)
Электромагнитная совместимость	по ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014

Знак утверждения типа

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

Комплектность средства измерений

представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Комплектность модулей

Наименование и обозначение	Кол-во
Анализатор-генератор высокочастотных сигналов модульный NI PXIe-5840	1 шт.
Отвертка р/п 772006-01	1 шт.
Ключ под разъем SMA(m) р/п 780895-01	1 шт.
Программное обеспечение (на компакт-диске)	1 шт.
Руководство по эксплуатации 376560В-01R (на компакт-диске)	1 шт.
Методика поверки NI5840/МП-2018	1 шт.
Принадлежности	по заказу

Поверка

осуществляется по документу NI5840/МП-2018 «ГСИ. Анализаторы-генераторы высокочастотных сигналов модульные NI PXIe-5840. Методика поверки», утвержденному ЗАО «АКТИ-Мастер» 10.08.2018 г.

Основные средства поверки:

- стандарт частоты рубидиевый Stanford Research Systems FS725, регистрационный номер 31222-06;
- генератор сигналов Rohde & Schwarz SMB-100A, регистрационный номер 50188-12;
- анализатор спектра Rohde & Schwarz FSV13, регистрационный номер 42593-09;
- преобразователь измерительный Rohde & Schwarz NRP-Z21, регистрационный номер 37008-08;
- ваттметр проходящей СВЧ мощности Rohde & Schwarz NRP-Z28, регистрационный номер 43643-10.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

Знак поверки наносится лицевую панель корпуса модулей в виде наклейки (место нанесения показано на рисунке 1) и/или на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в документе «376560В-01R. NI PXIe-5840. Руководство по эксплуатации».

Нормативные документы, устанавливающие требования к анализаторам-генераторам высокочастотных сигналов модульным NI PXIe-5840

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

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

ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014. Оборудование электрическое для измерения, управления и лабораторного применения. Требования электромагнитной совместимости. Часть 1. Общие требования

Изготовитель

Компания “National Instruments Corporation”, 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

Компания “National Instruments Corporation”, Венгрия
Адрес: H-4031 Debrecen, Hatar ut I/A, Hungary
Тел./факс: 36-52-515-400
E-mail: info@ni.com

Компания “National Instruments Malaysia Sdn. Bhd.”, Малайзия
Адрес: No. 8, Lebuh Batu, Bayan Lepas, 11960 Penang, Malaysia
Тел.: 604-344-6900, факс: 604-626-3436
E-mail: info@ni.com

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью «НЭШНЛ ИНСТРУМЕНТС РУС»
(ООО «ЭнАй Рус»)
Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 42, офис 1201
Тел.: +7 (495) 783-68-51, факс: +7 (495) 783-68-52
E-mail: ni.russia@ni.com

Испытательный центр

Закрытое акционерное общество «АКТИ-Мастер» (ЗАО «АКТИ-Мастер»)
Адрес: 127254, г. Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5
Тел./факс: +7 (495) 926-71-85
Web-сайт: <http://www.actimaster.ru>
E-mail: post@actimaster.ru

Аттестат аккредитации ЗАО «АКТИ-Мастер» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311824 от 14.10.2016 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов