

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Анализаторы-генераторы высокочастотных сигналов модульные NI PXIe-5644R, NI PXIe-5645R

#### Назначение средства измерений

Анализаторы-генераторы высокочастотных сигналов модульные NI PXIe-5644R, NI PXIe-5645R предназначены для измерения параметров и генерации высокочастотных сигналов с векторной модуляцией.

#### Описание средства измерений

Анализаторы-генераторы высокочастотных сигналов модульные NI PXIe-5644R, NI PXIe-5645R 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 кварцевого 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 высокочастотного тракта усиления/ослабления входного сигнала. Демодулированные значения квадратурных компонент вектора модуляции I/Q преобразуются с частотой дискретизации 120 МГц в цифровые коды посредством аналого-цифровых преобразователей с разрядностью 16 бит. 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, имеющих частоту дискретизации 120 МГц, и разрядность 16 бит. Высокочастотный сигнал с выхода модулятора масштабируется по уровню в тракте усиления/ослабления, и поступает на выход генератора. Установка параметров 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.

Модель NI PXIe-5645R дополнительно имеет аналоговые каналы входа/выхода модулирующих сигналов “I+”, “I-”, “Q+”, “Q-”, в которых производится аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование квадратурных компонент векторной модуляции. При этом возможно как дифференциальное (симметричное) включение квадратурных каналов, так и несимметричное подключение одного из каналов (при этом на другой вход необходимо установить согласованную нагрузку 50 Ом).

Анализаторы-генераторы высокочастотных сигналов модульные NI PXIe-5644R, NI PXIe-5645R 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 шасси PXI Express. Модель NI PXIe-5644R занимает 3 слота в шасси, модель NI PXIe-5645R – 4 слота.

Общий вид моделей NI PXIe-5644R и NI PXIe-5645R показан на фотографиях 1 и 2.



место пломбирования

Фотография 1. модель NI PXIe-5644R



место пломбирования

Фотография 2. модель NI PXIe-5645R

Пломбирование выполняется путем нанесения специальной краски под винт на боковой экранирующей панели. Знак поверки в виде наклейки размещается в свободной части боковой экранирующей панели.

По условиям эксплуатации анализаторы-генераторы высокочастотных сигналов модульные NI PXIe-5644R, NI PXIe-5645R соответствуют группе 3 ГОСТ 22261-94 с рабочим диапазоном температур от 0 до 55 °С.

### 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. Общие сведения о программном обеспечении приведены в таблице ниже.

класс риска	А по WELMEC 7.2 для категории U	
идентификационное наименование	NI-RFSA	NI-RFSG
идентификационный номер версии	2.7	1.9

### Метрологические и технические характеристики

ОБЩИЕ ЧАСТОТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	
диапазон частот	от 65 МГц до 6 ГГц
полоса частот анализа и модуляции мгновенных параметров на частотах до 109 МГц на частотах от 109 МГц до 6 ГГц	20 МГц 80 МГц
разрешение по частоте	1 Гц
погрешность заводской калибровки (подстройки) частоты внутреннего опорного генератора $\delta_K$ , не более	$\pm 2 \cdot 10^{-7}$
годовой дрейф частоты опорного генератора $\delta_A$ , не более	$\pm 1 \cdot 10^{-9}$
нестабильность частоты опорного генератора в рабочем диапазоне температур $\delta_T$ , не более	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
пределы допускаемой погрешности частоты опорного генератора	$\pm (\delta_K + N \cdot \delta_A + \delta_T)$ , N – количество лет со дня подстройки
параметры входа синхронизации частота уровень мощности входное сопротивление	10 МГц $\pm$ 100 Гц от 1 до 18 дБм <sup>1</sup> 50 Ом
параметры выхода синхронизации частота уровень мощности выходное сопротивление	10 МГц; 120 МГц 8 дБм 50 Ом
уровень фазовых шумов гетеродина при отстройке 20 кГц от центральной частоты, не более фазовая автоподстройка в узкой полосе на частотах менее 3 ГГц на частотах от 3 до 4 ГГц на частотах от 4 до 6 ГГц	 – 99 дБн/Гц <sup>2</sup> – 91 дБн/Гц – 93 дБн/Гц

примечание 1. здесь и далее сокращение «дБм» обозначает уровень мощности в дБ относительно 1 мВт

примечание 2. здесь и далее сокращение «дБн» обозначает уровень мощности в дБ относительно уровня мощности на центральной (несущей) частоте

фазовая автоподстройка в средней полосе на частотах менее 3 ГГц на частотах от 3 до 4 ГГц на частотах от 4 до 6 ГГц	– 99 дБн/Гц – 93 дБн/Гц – 93 дБн/Гц
фазовая автоподстройка в широкой полосе на частотах менее 3 ГГц на частотах от 3 до 4 ГГц на частотах от 4 до 6 ГГц	– 94 дБн/Гц – 91 дБн/Гц – 87 дБн/Гц
<b>ПАРАМЕТРЫ АНАЛИЗАТОРА СИГНАЛОВ</b>	
максимальный уровень мощности на входе	+ 30 дБм
усредненный уровень собственных шумов, нормализованный к полосе пропускания 1 Гц, не более	
опорный уровень – 50 дБм на частотах от 65 МГц до 4 ГГц на частотах от 4 до 6 ГГц	– 159 дБм – 156 дБм
опорный уровень – 10 дБм на частотах от 65 МГц до 4 ГГц на частотах от 4 до 6 ГГц	– 145 дБм – 144 дБм
пределы основной допускаемой погрешности измерения мощности однополосного сигнала с подавлением несущей при температуре от 15 до 35 °С (диапазон опорного уровня ± 30 дБм, смещение от центральной частоты 3,75 МГц)	
центральная частота от 65 до 375 МГц	± 0,75 дБ
центральная частота от 375 МГц до 2 ГГц	± 0,70 дБ
центральная частота от 2 до 4 ГГц	± 0,75 дБ
центральная частота от 4 до 6 ГГц	± 0,95 дБ
пределы дополнительной допускаемой погрешности измерения мощности в рабочем диапазоне температур	± 0,05 дБ
неравномерность амплитудно-частотной характеристики в полосе частот анализа (диапазон опорного уровня ± 30 дБм)	
центральная частота от 109 до 375 МГц, полоса частот анализа 20 МГц	± 0,50 дБ
центральная частота от 375 МГц до 6 ГГц, полоса частот анализа 80 МГц	± 0,50 дБ
уровень негармонических помех, связанных с входом (опорный уровень ≥ – 30 дБм, уровень на входе на 1 дБ ниже опорного уровня), не более	
при отстройке от 0,1 до 1 МГц на частотах от 65 МГц до 3 ГГц на частотах от 3 до 6 ГГц	– 60 дБн – 55 дБн
при отстройке более 1 МГц на частотах от 65 МГц до 3 ГГц на частотах от 3 до 6 ГГц	– 75 дБн – 70 дБн
остаточный уровень мощности гетеродина на центральной частоте (относительно опорного уровня) для однополосного сигнала с подавлением несущей, не более	
центральная частота до 109 МГц	– 62 дБ
центральная частота от 109 МГц до 2 ГГц	– 58 дБ
центральная частота от 2 до 3 ГГц	– 55 дБ
центральная частота от 3 до 6 ГГц	– 45 дБ

остаточный уровень мощности на зеркальной частоте для однополосного сигнала с подавлением несущей (относительно уровня входного сигнала), не более	
центральная частота до 500 МГц	– 40 дБ
центральная частота от 500 МГц до 3 ГГц	– 65 дБ
центральная частота от 3 до 5 ГГц	– 55 дБ
центральная частота от 5 до 6 ГГц	– 60 дБ
<b>ПАРАМЕТРЫ ГЕНЕРАТОРА СИГНАЛОВ</b>	
максимальный нормированный уровень средней выходной мощности	
гармонический сигнал	
на частотах до 4 ГГц	+ 10 дБм <sup>3</sup>
на частотах от 4 до 6 ГГц	+ 7 дБм <sup>3</sup>
модулированный сигнал	
на частотах до 4 ГГц	+ 6 дБм
на частотах от 4 до 6 ГГц	+ 3 дБм
разрешение установки уровня, не хуже	0,1 дБ
пределы основной допускаемой погрешности установки уровня однополосного сигнала с подавлением несущей в диапазоне от – 70 до + 10 дБм при температуре от 15 до 35 °С (смещение от центральной частоты 3,75 МГц)	
центральная частота от 65 до 375 МГц	± 0,70 дБ <sup>4</sup>
центральная частота от 375 МГц до 4 ГГц	± 0,75 дБ
центральная частота от 4 до 6 ГГц	± 1,00 дБ
пределы дополнительной допускаемой погрешности установки уровня в рабочем диапазоне температур	
центральная частота от 65 до 375 МГц	± 0,20 дБ
центральная частота от 375 МГц до 6 ГГц	± 0,15 дБ
неравномерность амплитудно-частотной характеристики в полосе модуляции	
центральная частота от 109 до 375 МГц, полоса модуляции 20 МГц	± 0,50 дБ
центральная частота от 375 МГц до 6 ГГц, полоса модуляции 80 МГц	± 0,50 дБ
уровень собственных шумов при отстройке 4 МГц от центральной частоты, не более	
уровень выходного сигнала ≤ 0 дБм	
на частотах от 65 МГц до 2,9 ГГц	– 150 дБм/Гц
на частотах от 2,9 до 6 ГГц	– 140 дБм/Гц
уровень выходного сигнала + 10 дБм	
на частотах от 65 до 500 МГц	– 136 дБм/Гц
на частотах от 500 МГц до 2,5 ГГц	– 141 дБм/Гц
на частотах от 2,5 до 3,5 ГГц	– 139 дБм/Гц
на частотах от 3,5 до 6 ГГц	– 136 дБм/Гц
уровень второй гармоники однополосного сигнала с подавлением несущей (смещение от несущей частоты 1 МГц, выходная мощность + 6 дБм), не более	
на частотах от 65 МГц до 3,5 ГГц	– 27 дБн
на частотах от 3,5 МГц до 4,5 ГГц	– 25 дБн
на частотах от 4,5 до 6 ГГц	– 29 дБн

примечание 3. возможна установка ненормированного уровня мощности на 5 дБ выше

примечание 4. на участке диапазона от 109 до 270 МГц указанная погрешность для средней мощности может быть больше в силу повышенного уровня гармоник сигнала

уровень негармонических помех (выходная мощность 0 дБм), не более	
при отстройке от 0,1 до 1 МГц на частотах от 65 МГц до 3 ГГц на частотах от 3 до 6 ГГц	– 62 дБн – 57 дБн
при отстройке более 1 МГц на частотах от 65 МГц до 3 ГГц на частотах от 3 до 6 ГГц	– 75 дБн – 70 дБн
уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка (разность частот двухтонального сигнала 500 кГц), не более	
при уровне сигналов – 6 дБн на частотах от 65 МГц до 1 ГГц на частотах от 1 до 3 ГГц на частотах от 3 до 5 ГГц на частотах от 5 до 6 ГГц	– 50 дБн – 54 дБн – 50 дБн – 47 дБн
при уровне сигналов – 36 дБн	– 52 дБн
остаточный уровень мощности гетеродина на центральной частоте при однополосной модуляции с подавлением несущей (уровень сигнала от – 50 до + 10 дБм), не более	
центральная частота до 109 МГц центральная частота от 109 до 375 МГц центральная частота от 375 МГц до 2 ГГц центральная частота от 2 до 3 ГГц центральная частота от 3 до 5 ГГц центральная частота от 5 до 6 ГГц	– 50 дБн – 45 дБн – 55 дБн – 50 дБн – 55 дБн – 50 дБн
остаточный уровень мощности на зеркальной частоте при однополосной модуляции с подавлением несущей (уровень сигнала от – 50 до + 10 дБм), не более	
центральная частота до 109 МГц центральная частота от 109 до 375 МГц центральная частота от 375 МГц до 2 ГГц центральная частота от 2 до 4 ГГц центральная частота от 4 до 6 ГГц	– 40 дБн – 40 дБн <sup>5</sup> – 60 дБн – 50 дБн – 40 дБн
<b>ПАРАМЕТРЫ АНАЛОГОВЫХ ВХОДОВ/ВЫХОДОВ I/Q (модель NI PXIe-5645R)</b>	
диапазон частот частота дискретизации АЦП и ЦАП разрядность АЦП и ЦАП	от 0 до 80 МГц 120 МГц 16 бит
входные каналы “I+”, “I–”, “Q+”, “Q–”	
диапазон амплитуды входного напряжения дифференциальное включение несимметричное включение	от 32 мВ до 2 В от 32 мВ до 2 В
входное сопротивление	50 Ом
выходные каналы “I+”, “I–”, “Q+”, “Q–”	
диапазон амплитуды выходного напряжения на нагрузку 50 Ом дифференциальное включение несимметричное включение	от 32 мВ до 1 В от 32 мВ до 0,5 В
на высокоомную нагрузку дифференциальное включение несимметричное включение	от 32 мВ до 2 В от 32 мВ до 1 В

примечание 5. на участке диапазона от 109 до 270 МГц значения остаточного уровня на зеркальной частоте могут быть выше из-за гармонических искажений сигнала

ПАРАМЕТРЫ ЦИФРОВОГО КАНАЛА PFI0	
напряжения логических уровней	LVTTL 3,3 В
входное сопротивление	10 кОм
выходное сопротивление	50 Ом
максимальная сила тока в нагрузке	24 мА
ПАРАМЕТРЫ ЦИФРОВЫХ КАНАЛОВ DIO I/Q, PFI1, PFI2, CLK IN, CLK OUT	
количество каналов DIO I/Q	24
напряжения логических уровней	LVTTL 3,3 В
входное сопротивление DIO I/Q, CLK IN PFI1, PFI2	10 кОм 100 кОм
выходное сопротивление	50 Ом
максимальная сила тока в нагрузке	12 мА
максимальная частота дискретизации	125 МГц
ТИПЫ РАЗЪЕМОВ НА ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ	
ВЧ вход анализатора сигналов "RF IN"	SMA(f)
ВЧ выход генератора сигналов "RF OUT"	SMA(f)
вход внешнего гетеродина анализатора сигналов "LO IN"	SMA(f)
вход внешнего гетеродина генератора сигналов "LO IN"	SMA(f)
выход внешнего гетеродина анализатора сигналов "LO OUT"	SMA(f)
выход внешнего гетеродина генератора сигналов "LO OUT"	SMA(f)
вход калибровочного сигнала анализатора "CAL IN"	SMA(f)
выход калибровочного сигнала генератора "CAL OUT"	SMA(f)
вход синхронизации "REF IN"	SMA(f)
выход синхронизации "REF OUT"	SMA(f)
программируемый функциональный интерфейс "PFI0"	SMA(f)
цифровые входы/выходы I/Q (DIO0...DIO23) программируемый функциональный интерфейс PFI1, PFI2 вход и выход синхроимпульсов CLK IN, CLK OUT	VHDCI 68 pin
входы и выходы аналоговых каналов I/Q (NI PXIe-5645R)	MCX(f)
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
потребляемая мощность от шасси PXI Express, не более	60 Вт
габаритные размеры (высота x глубина x толщина), мм NI PXIe-5644R NI PXIe-5645R	129 x 211 x 61 129 x 211 x 81
масса, не более NI PXIe-5644R NI PXIe-5645R	1,36 кг 1,76 кг
рабочие условия применения температура окружающей среды относительная влажность воздуха, не более предельная высота над уровнем моря	от 0 до + 55 °С от 10 до 90 % 2000 м
условия транспортирования и хранения температура окружающей среды относительная влажность воздуха, не более	от – 40 до + 70 °С от 5 до 95 %
электромагнитная совместимость	по ГОСТ Р 51522-99
безопасность	по ГОСТ Р 52319-2005

### Знак утверждения типа

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

### Комплектность средства измерений

наименование и обозначение	кол-во
анализатор-генератор высокочастотных сигналов модульный NI PXIe-5644R / NI PXIe-5645R	1 шт. по заказу
компакт-диск с документацией и программным обеспечением	1 шт.
отвертка специальная	1 шт.
инструкция по безопасности и электромагнитной совместимости (англ.)	1 шт.
указание по режиму вентиляции шасси (англ.)	1 шт.
спецификации NI PXIe-5644R / NI PXIe-5645R (англ.)	1 шт.
руководство по эксплуатации (на русском языке) 375880C-01R – для NI PXIe-5644R 376001A-01R – для NI PXIe-5645R	1 шт.
методика поверки МП РТ 1927-2013	1 шт.

### Поверка

осуществляется по документу МП РТ 1927-2013 «Анализаторы-генераторы высокочастотных сигналов модульные NI PXIe-5644R, NI PXIe-5645R. Методика поверки», утвержденному руководителем ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» 02.07.2013 г.

Средства поверки:

средство поверки и требования к его метрологическим характеристикам	рекомендуемое средство поверки и его метрологические характеристики
<u>стандарт частоты</u> относительная погрешность частоты 10 МГц не более $\pm 5 \cdot 10^{-8}$ ; уровень сигнала от + 1 до + 18 дБм	<u>стандарт частоты рубидиевый</u> <u>Stanford Research Systems FS725</u> годовой дрейф частоты 10 МГц не более $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ ; уровень сигнала + 7 дБм
<u>анализатор спектра</u> разрешение на частоте 10 МГц в режиме частотомера не хуже 1 Гц; усредненный уровень собственных шумов на частотах от 100 МГц до 6 ГГц не более – 156 дБм/Гц; уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 20 кГц не более – 104 дБн/Гц; уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка на частотах от 65 МГц до 6 ГГц не более – 64 дБн	<u>анализатор параметров радиотехнических трактов и сигналов портативный Anritsu MS2038C</u> разрешение на частоте 10 МГц в режиме частотомера не хуже 0,001 Гц; усредненный уровень собственных шумов на частотах от 0,1 до 6 ГГц не более – 156 дБм/Гц; уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 20 кГц не более – 105 дБн/Гц; уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка на частотах от 65 МГц до 6 ГГц не более – 64 дБн
<u>генератор сигналов высокочастотный</u> диапазон частот от 80 МГц до 6 ГГц; диапазон установки уровня от – 50 до + 10 дБм	<u>генератор сигналов измерительный Anritsu MG3691C с опциями 2, 4 (5)</u> диапазон частот от 8 МГц до 10 ГГц; диапазон установки уровня от – 115 до + 18 дБм
<u>ваттметр проходящей СВЧ мощности</u> относительная погрешность измерения мощности от – 50 до 0 дБм на частотах от 80 МГц до 6 ГГц не более $\pm 0,25$ дБ	<u>ваттметр проходящей СВЧ мощности Rohde &amp; Schwarz NRP-Z28</u> относительная погрешность измерения мощности от – 50 до 0 дБм на частотах от 10 МГц до 18 ГГц не более $\pm 0,15$ дБ



<u>ваттметр поглощаемой мощности СВЧ</u> относительная погрешность измерения мощности от – 50 до 0 дБм на частотах от 80 МГц до 6 ГГц не более $\pm 0,25$ дБ	<u>преобразователь измерительный</u> <u>Rohde &amp; Schwarz NRP-Z21</u> относительная погрешность измерения мощности от – 50 до 0 дБм на частотах от 10 МГц до 18 ГГц не более $\pm 0,25$ дБ
---	--

#### **Сведения о методиках (методах) измерений**

Методы измерений изложены в документах:

Анализаторы-генераторы высокочастотных сигналов модульные NI PXIe-5644R.  
Руководство по эксплуатации 375880C-01R;

Анализаторы-генераторы высокочастотных сигналов модульные NI PXIe-5645R.  
Руководство по эксплуатации 376001A-01R.

#### **Нормативные документы, устанавливающие требования к анализаторам-генераторам высокочастотных сигналов модульным NI PXIe-5644R, NI PXIe-5645R**

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

ГОСТ 8.129-99. 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.

#### **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Осуществление мероприятий государственного контроля (надзора).

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

#### **Изготовитель**

Компания “National Instruments Corporation” (США); 11500 North Morac Expway, Austin, Texas, 78759-3504, USA, тел. 1-512-683-0100, факс 1-512-683-9411, e-mail [info@ni.com](mailto:info@ni.com)

#### **Заявитель**

ЗАО «АКТИ-Мастер»; 125438, г. Москва, 4-й Лихачевский пер., 15, стр. 3;  
тел./факс (499)154-74-86

#### **Испытательный центр**

ГЦИ СИ Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в г. Москве (ФБУ «Ростест-Москва»), аттестат аккредитации № 30010-10 от 15.03.2010 г.;

117418 Москва, Нахимовский пр., 31; тел. (499)129-19-11, факс (499)129-99-96

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

\_\_\_\_\_ Ф.В. Булыгин

М.п. «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.