

ВЕКТОРНЫЙ АНАЛИЗАТОР СИГНАЛОВ PXIe-5668R: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

А. Подольский aleksei.podolsky@ni.com

В последнее время все более популярными становятся приборы в формате PXI. Недавно компания National Instruments (NI) – один из ведущих производителей контрольно-измерительного оборудования – выпустила новый векторный анализатор сигналов в форм-факторе PXI – PXIe-5668R [1–3]. Каковы преимущества прибора и области его применения?

Векторный анализатор сигналов PXIe-5668R (рис.1) работает в диапазоне частот от 20 Гц до 14 или 26,5 ГГц (в зависимости от модификации). Прибор оснащен двумя независимыми трактами передачи сигналов для разных частот (рис.2). В низкочастотном тракте (от 20 Гц до 3,6 ГГц) используется трехступенчатая гетеродинная схема. Опционально доступный предусилитель позволяет понизить уровень собственных шумов прибора при измерении слабых сигналов. В этом тракте предусмотрены два фильтра верхних частот (ФВЧ), с помощью которых можно отсечь частоты ниже примерно 1 ГГц (на них работают распространенные телекоммуникационные устройства). Это дает возможность более точно измерять низкоуровневые вторые и третьи гармоники на частотах около 2 и 3 ГГц соответственно. В высокочастотном тракте (от 3,6 до 26,5 ГГц) по умолчанию применяется ЖИГ-фильтр, но для анализа сигналов с очень широкой полосой его можно отключить.

Блок преобразования сигнала промежуточной частоты (ПЧ), общий для всех диапазонов (см. рис.2), имеет настраиваемую архитектуру, которая позволяет проводить различные виды анализа сигналов. Например, можно выбрать фильтр с узкой полосой пропускания 300 кГц для измерений, требующих максимально широкого динамического диапазона, таких как интермодуляционные искажения

(intermodulation distortion, IMD) или коэффициент утечки мощности в соседний канал (adjacent channel leakage ratio, ACLR). А для векторного анализа сигналов можно отключить фильтрацию ПЧ, чтобы обеспечить мгновенную полосу частот до 320 или 765 МГц (при центральной частоте ниже и выше 3,6 ГГц, соответственно). Столь широкая полоса частот достигается благодаря 12-разрядному аналого-цифровому преобразователю (АЦП) с производительностью 2 ГВыб./с, которым оснащен блок обработки сигналов ПЧ. После АЦП стоит цифровой понижающий преобразователь частоты (digital downconverter, DDC), формирующий IQ-сигналы



Рис.1. Векторный анализатор сигналов PXIe-5668R

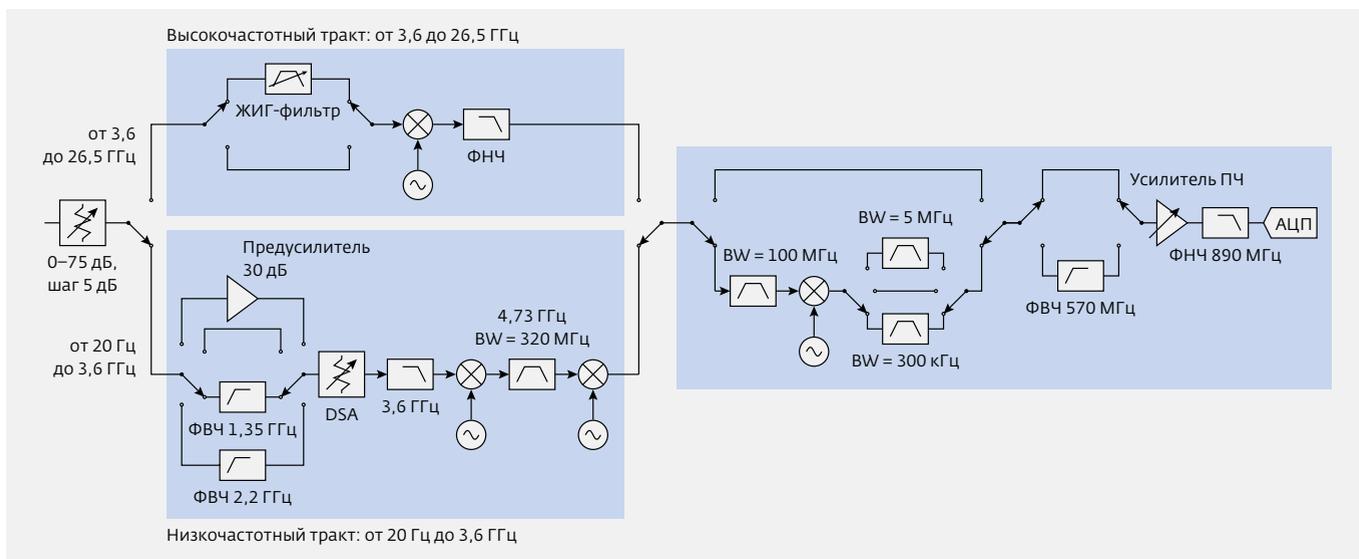


Рис.2. Упрощенная блок-схема анализатора PXIe-5668R. BW (Bandwidth) – полоса частот, DSA (Digital Step attenuator) – цифровой ступенчатый аттенуатор

из сигналов ПЧ. Физически АЦП и DDC размещены в модуле дигитайзера ПЧ (IF Digitizer) PXIe-5624R (см. рис.1, слева), который может использоваться как в составе PXIe-5668R, так и самостоятельно.

Как видим, в архитектуре анализатора PXIe-5668R заложена возможность гибкого конфигурирования прибора для выполнения тех или иных измерений. Но этим многообразие настроек не исчерпывается. В PXIe-5668R предусмотрена микросхема FPGA Xilinx Kintex-7, которую можно запрограммировать в среде разработки приложений LabVIEW, дополняя прибор различными пользовательскими алгоритмами обработки сигналов. Например, можно сконфигурировать PXIe-5668R как анализатор спектра реального времени.

Богатыми возможностями конфигурирования отличается и модульный форм-фактор прибора. С использованием дополнительных понижающих преобразователей частоты и дигитайзеров можно создавать многоканальные конфигурации (рис.3). Анализатор PXIe-5668R предоставляет

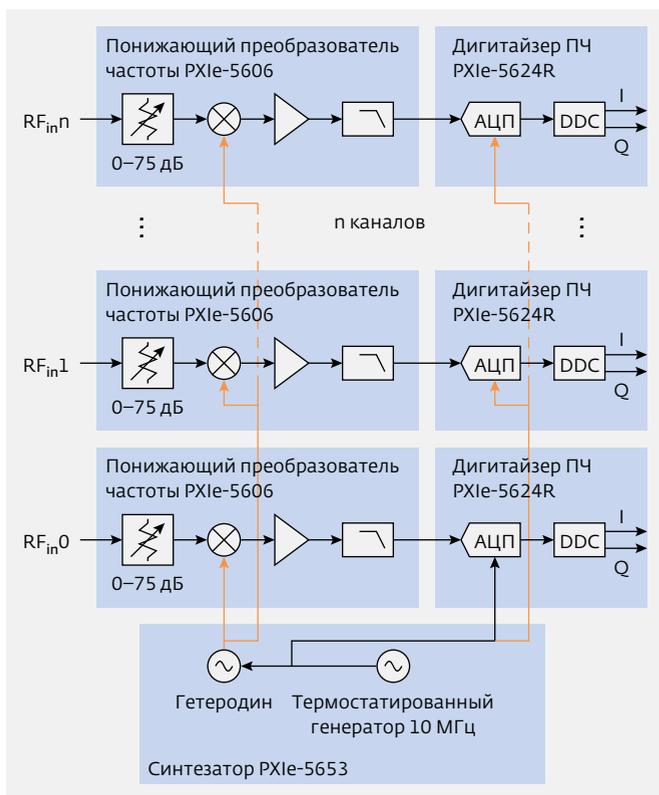


Рис.3. Пример многоканальной конфигурации анализатора PXIe-5668R

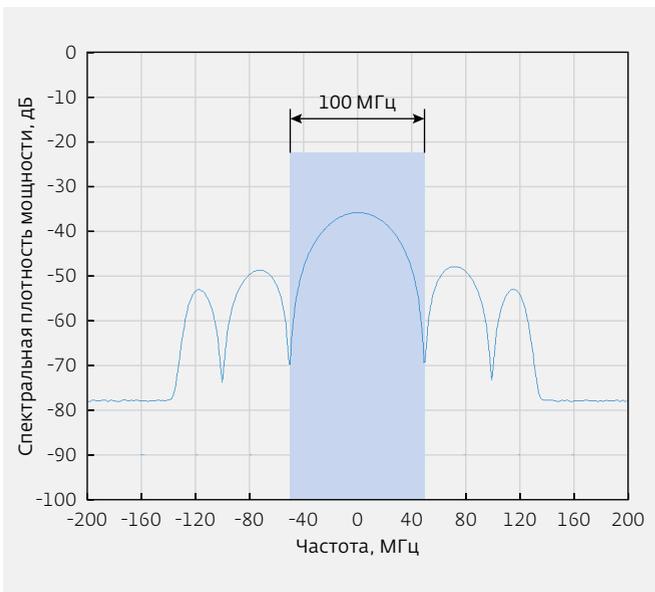


Рис.4. Типовой спектр излучения радара

возможность совместного использования гетеродина несколькими модулями и обеспечивает высокую фазовую когерентность сигналов в каналах. Подобные конфигурации востребованы, например, в системах MIMO (Multiple Input – Multiple Output, множественный вход – множественный выход).

Помимо богатого выбора конфигурации, еще одно преимущество нового анализатора – превосходные технические характеристики: широкая мгновенная полоса, низкий уровень собственных шумов, большой динамический диапазон, малые интермодуляционные искажения и др. (см. табл.).

Характеристики векторных анализаторов сигналов PXIe-5668R на центральных частотах 1 ГГц и 20 ГГц

Параметр	1 ГГц	20 ГГц
Уровень собственных шумов (СКЗ): без предусилителя, дБм/Гц	-155	-152
с предусилителем, дБм/Гц	-166	–
TOI*, дБм	24	25
SHI**, дБм	75	–
Подавление помех от зеркального канала, дБн	-102	-83
Фазовый шум при отстройке 10 кГц, дБн/Гц	-129	-116
Мгновенная полоса (Instantaneous Bandwidth), МГц	320	765
Динамический диапазон $[2/3 \cdot (TOI - DANL^{***})]$, дБ	119	118

* TOI (Third-order Intercept) – точка пересечения третьего порядка.

** SHI (Second Harmonic Intercept) – точка пересечения второго порядка.

*** DANL (Displayed Average Noise Level) – средний уровень шума.

Остановимся на некоторых ключевых возможностях прибора.

Как уже отмечалось, одно из отличий анализатора PXIe-5668R – очень широкая мгновенная полоса частот, что обеспечивает возможность измерений различных широкополосных сигналов. Дело в том, что для анализа таких сигналов мгновенная полоса прибора должна быть значительно шире полосы частот самого сигнала. Например, ширина полосы телекоммуникационных сигналов стандарта IEEE 802.11ac достигает 160 МГц. Такой ширины мгновенной полосы прибора достаточно для измерения амплитуды вектора ошибок (error vector magnitude, EVM). Но при использовании спектральных масок требуется охватить частоты на 240 МГц ниже и выше центральной частоты – в общей сложности 480 МГц. Полоса анализатора PXIe-5668R в 765 МГц позволяет выполнять такие измерения.

Широкая мгновенная полоса востребована и при анализе сигналов импульсных радаров, типовая спектральная характеристика которых содержит центральный и боковые лепестки (рис.4). Измерение импульсных характеристик радаров, таких как время нарастания импульса, требует захвата центрального и нескольких боковых лепестков. Здесь действует общее правило – для определения времени нарастания X нс мгновенная полоса прибора должна быть равна $3/X$. Например, для импульса со временем нарастания 5 нс нужна мгновенная полоса $3/(5 \text{ нс}) = 600$ МГц. Анализатор PXIe-5668R позволяет анализировать подобные импульсы (рис.5). Хотя широкая мгновенная полоса частот идеально подходит, в первую очередь, для

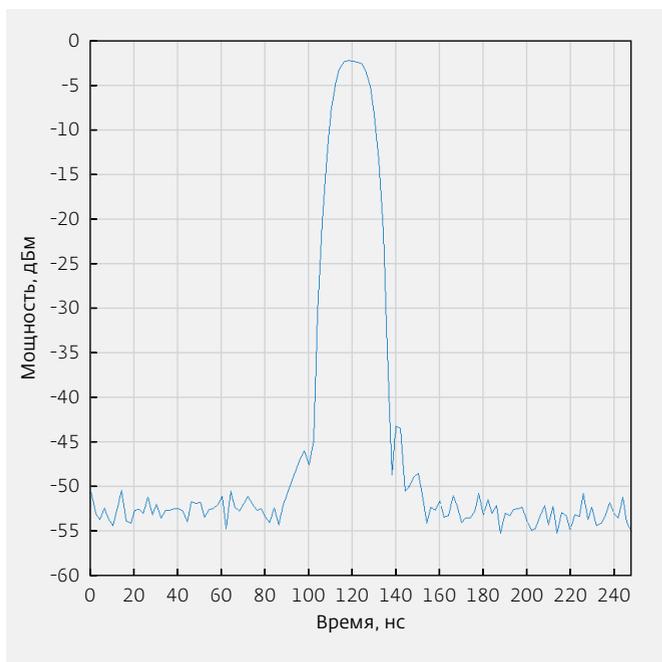


Рис.5. Временная характеристика импульса радара

Точного измерения коротких импульсов, она также способствует ускорению спектральных измерений

в приложениях, где полоса сигнала значительно уже мгновенной полосы прибора.

Большой динамический диапазон анализатора PXIe-5668R – 118 или 119 дБ, в зависимости от диапазона частот, – дает возможность выполнять точные измерения ряда параметров: интермодуляционных искажений, мощности в соседнем канале (adjacent channel power, ACP) и др.

Благодаря своим характеристикам анализатор PXIe-5668R является эффективным инструментом для решения измерительных задач в различных приложениях, в частности, таких как тестирование телекоммуникационных устройств и радаров, мониторинг спектра и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Introduction to the PXIe-5668R – High Performance 26.5 GHz Wideband Signal Analyzer. – www.ni.com/white-paper/52324/en/pdf.
2. 26.5 GHz RF High-Performance Vector Signal Analyzer and Spectrum Analyzer PXIe-5668R. Datasheet. – www.ni.com/datasheet/pdf/en/ds-557.
3. NI PXIe-5668R. High-Performance VSA and Spectrum Analyzer up to 26.5 GHz. – sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/212699.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



МАЛЫЕ БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Рэндл У.Биард, Тимоти У.МакЛэйн
 При поддержке ОАО "НПП "Радар ммс"
 перевод с англ. под ред. к.т.н. Г.В.Анцева

Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.
 ISBN: 978-5-94836-393-6

Цена 840 руб.

Это издание посвящено управлению беспилотными летательными аппаратами (БЛА). Акцент в книге делается на системы повышения устойчивости управления. Других изданий, которые бы охватывали вопросы моделирования динамики летательных аппаратов, разработки автопилотов (решающих задачи "низкого уровня"), оценки состояния БЛА, а также расчета траектории полета (задачи "высокого уровня"), в настоящее время нет.

Целевой аудиторией являются студенты, которые прошли подготовку в области электротехники, компьютерной техники, машиностроения и информатики и прослушали вводный курс по системам управления с обратной связью или робототехнике. Также книга будет интересна инженерам в области авионики, которые заинтересованы во вводном курсе в автономные системы.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 234-0110; 📠 (495) 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru