

# Усовершенствование Векторных Анализаторов Цепей N522x/4xВ серий PNA/PNA-X

## Инновационное обновление характеристик источников сигналов

Патентованные синтезаторы частоты, выполненные по технологии прямого цифрового синтеза (DDS), увеличивают точность измерений параметров активных устройств и сокращают время измерений.



- Ультранизкий уровень фазового шума
- Непревзойденная стабильность фазы, сокращающая время измерений в десятки раз
- Три встроенных источника сигналов для упрощения настройки измерений

## Использование новых DDS синтезаторов частоты для повышения производительности векторных анализаторов цепей серии PNA

### Измерение характеристик устройств следующего поколения

Определение характеристик смесителей и преобразователей частоты для систем стандарта 5G и спутниковой связи предполагает измерение множества параметров, включая коэффициент усиления (КУ), фазу коэффициента преобразования (ФЧХ), групповое время запаздывания (ГВЗ), компрессию коэффициента усиления, интермодуляционные искажения (ИМИ), и коэффициент шума (КШ). Учитывая количество параметров, определение характеристик ретрансляторов занимает дни и даже недели. После выполнения измерений важно оценить, относятся ли паразитные составляющие или фазовый шум (ФШ) выходного сигнала к измеряемому устройству или к входному сигналу. Источники подобных ошибок невозможно установить без применения подходящей и надежной измерительной системы.

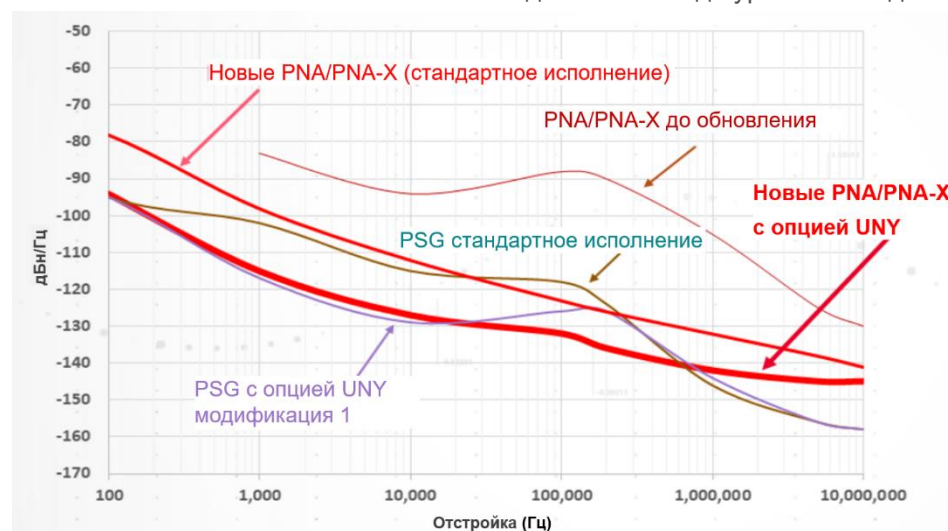
Новые DDS источники сигналов в ВАЦ PNA и PNA-X отличаются ультранизким уровнем фазового шума, паразитных составляющих и обеспечивают быстрые измерения сложных компонентов.

### Ультранизкий уровень фазового шума встроенных источников сигналов

Новые ВАЦ N522xB PNA и N524xB PNA-X используют DDS-источники сигналов. Обычно DDS-источники вносят в спектр сигнала паразитные составляющие, но патентованная технология DDS компании Keysight, разработанная для генераторов сигналов высшего класса, обеспечивает как низкий уровень фазового шума  $-122$  дБн/Гц (тип.) на отстройке  $100$  кГц на несущей  $10$  ГГц, так и низкий уровень паразитных составляющих менее  $-80$  дБн (тип.). Новые источники обеспечивают снижение фазового шума до  $30$  дБ, улучшая результаты измерений в приложениях, требующих использования сигналов с низким уровнем ФШ, таких как двухтоновые измерения ИМИ с малыми значениями расстройки частот входных сигналов.

Новые DDS-источники обеспечивают улучшенную стабильность измерений ФЧХ и повышают производительность в задачах, требующих стабильности ФШ: измерение скалярных параметров и фазы преобразователей частоты, измерение параметров дифференциальных и IQ устройств, измерение в режиме истинного дифференциального воздействия.

Опция ультранизких характеристик фазового шума UNY улучшает показатели фазового шума ВАЦ PNA/PNA-X с новыми источниками на  $10$  дБ или выше до уровня  $-131$  дБн/Гц при отстройке  $100$  кГц



на частоте несущей  $10$  ГГц. Подобные показатели фазового шума сравнимы с показателями высокопроизводительных генераторов с опцией ультранизких фазовых шумов, таких как генератор Keysight E8257D PSG с опцией UNY модификация 1.

Рис.1. Сравнение показателей фазового шума на частоте  $10$  ГГц

Двухтоновые измерения, показанные на рисунке 2, демонстрируют сравнение чистоты спектра источника сигналов текущего ВАЦ PNA и нового PNA с опцией UNY. Уровень фазового шума значительно ниже и негармонические составляющие вблизи несущей практически отсутствуют.

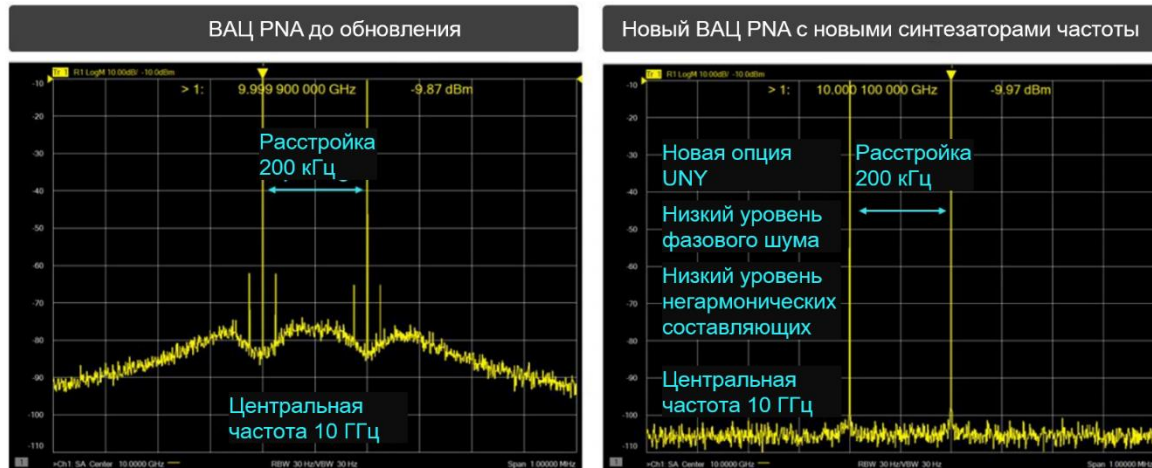


Рис. 2. Двухтоновые измерения

### Увеличение скорости измерений

Измерение характеристик преобразователей частоты является времязатратной процедурой и требует оценки различных параметров, таких как КУ, ГВЗ, ФЧХ, ИМИ, КШ и продукты преобразования. Одним из ключевых преимуществ новых DDS-источников сигналов является стабильность при измерении фазы. При измерениях ГВЗ или ФЧХ преобразователей частоты может потребоваться усреднение получаемых результатов измерений вследствие высокого значения шума трассы ФЧХ, что приводит к снижению скорости измерений. Новые источники обеспечивают превосходную стабильность при измерении фазы и устраняют необходимость использования усреднений. Сочетание увеличенной скорости перестройки частоты и превосходной стабильности при измерении фазы значительно сокращает время измерений, а в ряде случаев при измерении параметров преобразователей частоты радикально повышает производительность более чем в 50 раз с сохранением точности проводимых измерений.



Рис. 3. Измерение ГВЗ смесителя с использованием приложения для измерения скалярных параметров и фазы преобразователей частоты (SMC+phase)

## Дополнительный встроенный источник сигналов

Третий встроенный источник сигналов с диапазоном частот до 13.5 ГГц (опция XSB) может быть включен в конфигурацию 4-портовых векторных анализаторов цепей N524xB с аппаратными опциями 422 и 423. Третий источник обладает аналогичными характеристиками низкого уровня фазового шума, как и два других встроенных источника. Вы можете использовать третий встроенный источник в качестве гетеродина для двухтоновых измерений преобразователей частоты или для измерения параметров преобразователей частоты с двумя степенями преобразования. Это исключает необходимость использования внешнего генератора сигналов. Вы также можете использовать его в качестве независимого генератора аналогового сигнала. Например, третий источник может быть использован в качестве источника сигнала опорной частоты, подаваемого на измеряемое устройство, требующее внешнего сигнала синхронизации. Также третий источник может быть использован для подачи опорного сигнала на другое измерительное оборудование, например на векторный адаптер с быстрой перестройкой частоты Keysight UXG. Если вы включаете в конфигурацию векторного анализатора цепей опции UNY и XSB, то 4-портовый анализатор PNA-X будет иметь аппаратную конфигурацию с тремя встроенными источниками с ультранизкими характеристиками фазового шума. Вы получаете эквивалент трех высокопроизводительных аналоговых генераторов сигналов, встроенных в 4-портовый векторный анализатор цепей PNA-X.



Рис. 4. Двухтоновые измерения ИМИ смесителя

## Увеличение динамического диапазона до 30 дБ в диапазоне гипервысоких частот

Измерение устройств с высокой степенью интеграции в диапазоне гипервысоких частот ставит новые задачи. Поскольку для получения сигнала в миллиметровом диапазоне длин волн используется умножение частоты сигнала источника, умножение фазового шума источника приводит к снижению динамического диапазона проводимых измерений, выполняемых с использованием контроллера модулей миллиметрового диапазона N5292A и модулей расширения частотного диапазона. Новые источники сигналов ВАЦ PNA/PNA-X с ультранизким уровнем фазового шума расширяют динамический диапазон проводимых измерений с 70 дБ до 100 дБ на гипервысоких частотах.

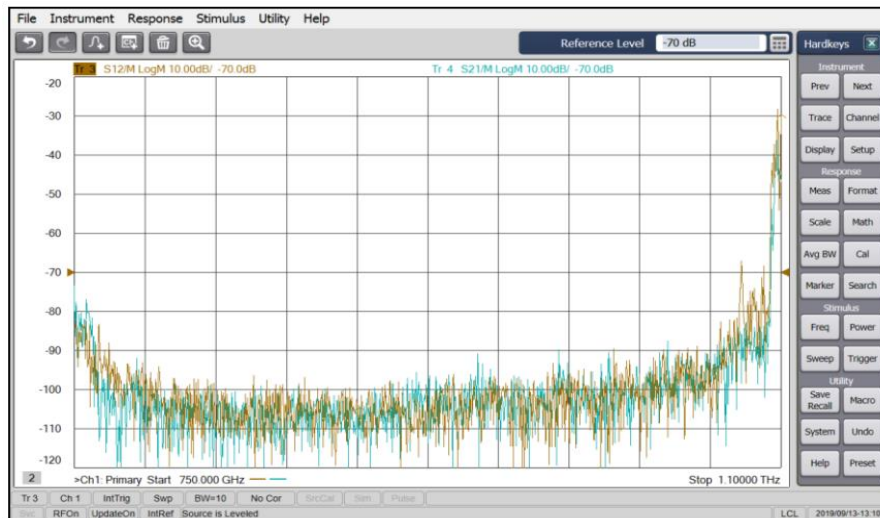


Рис. 5. Динамический диапазон 100 дБ в диапазоне частот от 750 ГГц до 1.1 ТГц (полоса пропускания фильтра ПЧ = 10 Гц)

## Расширение измерительных приложений

### Приложение для измерения модуляционных искажений

Измерительные приложения для анализаторов семейства PNA также продолжают совершенствоваться. Измерительное приложение S93070xB позволяет выполнять измерения модуля вектора ошибки (EVM), коэффициента мощности преобразованного шума (NPR) и уровня мощности в соседнем канале (ACPR) при использовании широкополосного модулированного воздействия. Использование техник векторной коррекции в приложении для измерения модуляционных искажений позволяет измерять очень низкие значения модуля вектора ошибки (EVM). Изначально приложение позволяло выполнять измерение параметров усилителей, но к настоящему времени измерительное приложение S93070xB обеспечивает возможность измерения смесителей и преобразователей частоты. Теперь вы можете измерить EVM, NPR, ACPR смесителей или преобразователей частоты при использовании широкополосного модулированного воздействия без потери преимуществ данного приложения: очень малые величины вносимого EVM и NPR, простая и интуитивная настройка измерений, отсутствие ограничений к ширине полосы анализа, а также точность и воспроизводимость измерений.

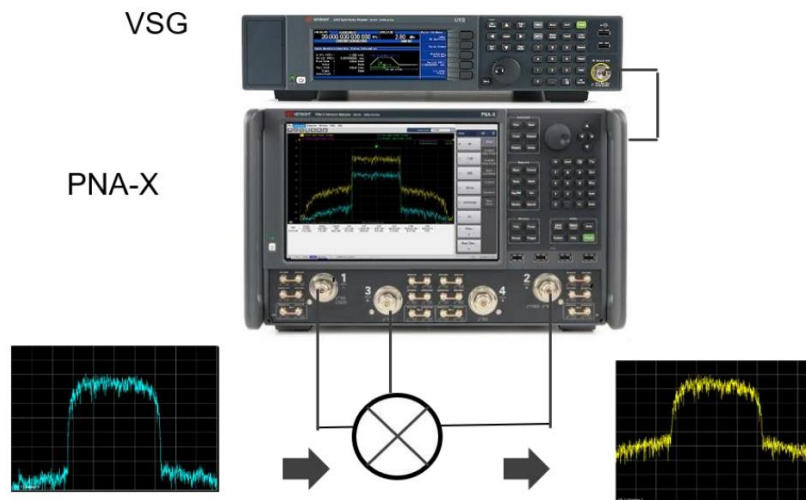


Рис. 6. Использование приложения для измерения модуляционных искажений для определения параметров смесителя: EVM, NPR, ACPR

## Приложение для измерения фазового шума

Приложение для измерения фазового шума S930317B/S930321B позволяет выполнять измерения спектральной плотности мощности фазового шума при использовании анализаторов цепей PNA и PNA-X. Измерительное приложение использует преимущества новых DDS – источников сигналов с низким уровнем фазового шума, устраняя необходимость использования анализатора сигналов для измерения фазового шума. Приложение обеспечивает измерение фазового шума ВЧ источников сигналов и двухпортовых устройств, таких как преобразователи частоты со встроенным гетеродином. Вы также можете выполнять измерения спектральной плотности мощности аддитивного (вносимого) шума усилителей. Приложение для измерения фазового шума упрощает конфигурацию измерительной установки путем использования однократного подключения измеряемого устройства для выполнения комплекса измерений. Чувствительность анализаторов цепей PNA и PNA-X при измерении фазового шума сопоставима с чувствительностью высокопроизводительных анализаторов сигналов, таких как анализаторы UXA с приложением для измерения фазового шума. Однако приложение для измерения фазового шума на анализаторах PNA и PNA-X обеспечивает лучшие значения чувствительности при измерении аддитивного (вносимого) шума на малых отстройках от несущей. Дополнительно приложение позволяет выполнять измерения амплитудного (AM) шума, частоты и уровня гармонических составляющих (спуров), а также выполнять интегрирование шума в заданной полосе частот.



Преобразователь частоты со встроенным гетеродином

Измерение источника сигналов

Рисунок 7. Варианты конфигурации установок для измерения фазового шума

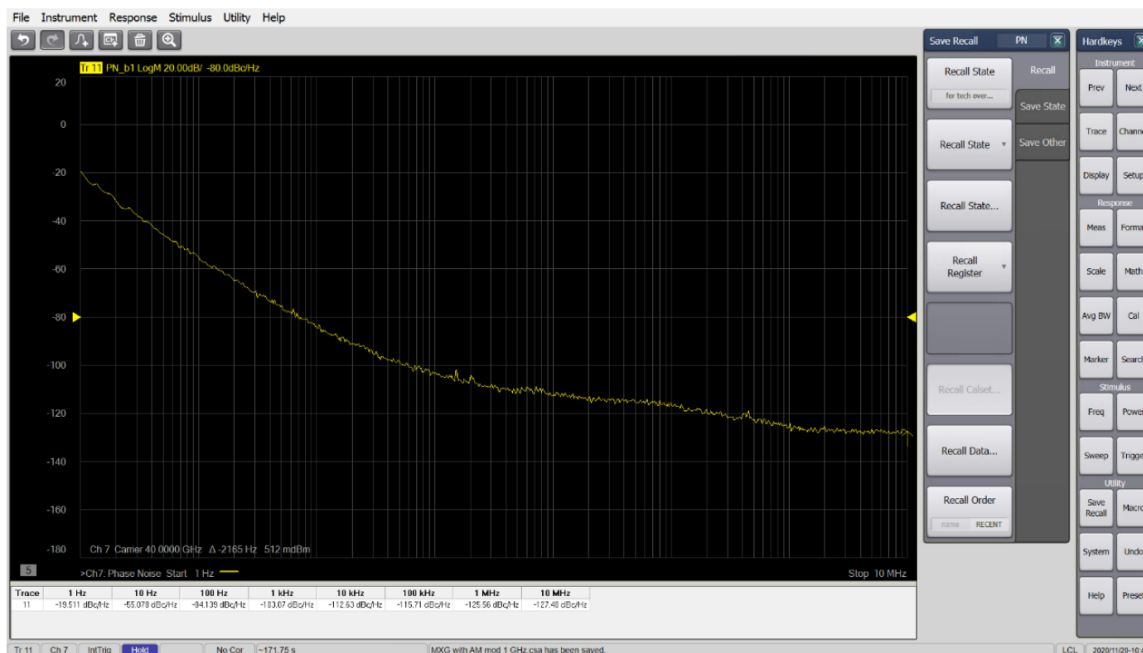


Рисунок 8. Пример результата измерения фазового шума

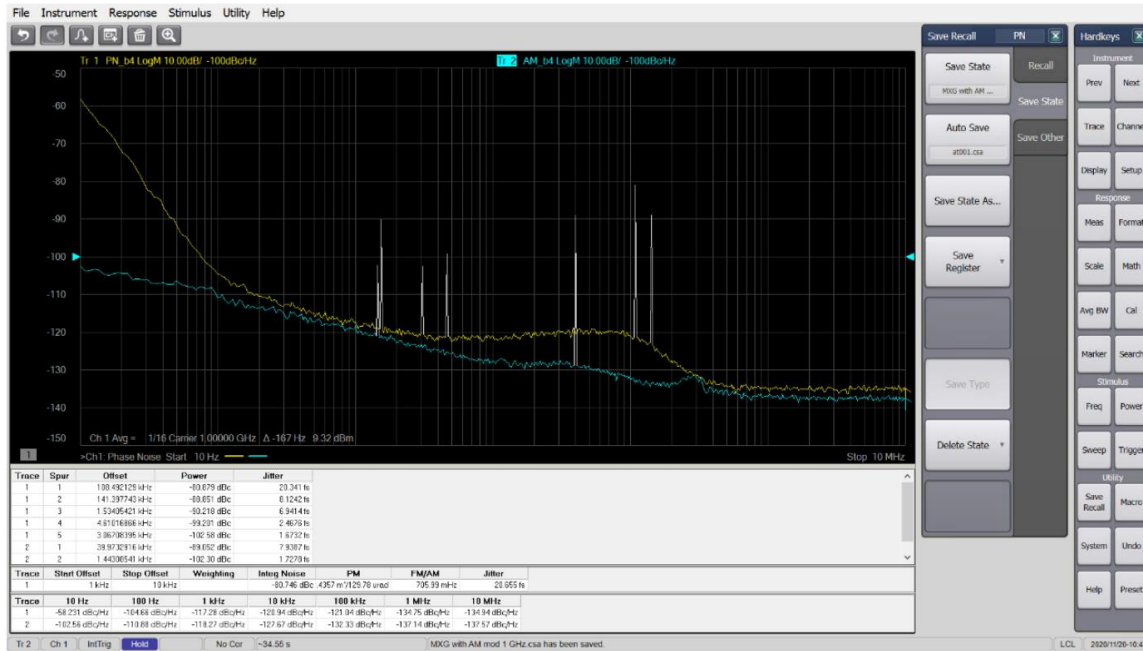


Рисунок 9. Пример результатов измерений фазового шума, АМ-шума и гармонических составляющих сигнала генератора

### Отсутствие необходимости использования гармонических смесителей для измерения фазового шума в мм-диапазоне частот

Диапазон частот при измерении фазового шума составляет от 10 МГц до верхней границы диапазона рабочих частот анализаторов цепей PNA и PNA-X. При использовании анализатора PNA и PNA-X совместно с контроллером N5292A и модулями расширения частотного диапазона N5293AXxx/5AXxx (или при использовании широкополосных систем анализа цепей в мм-диапазоне частот N5290/91A), фазовый шум может быть измерен в диапазоне до 110/125 ГГц. В отличие от существующих систем для измерения фазового шума, данное решение не требует использования гармонических смесителей при проведении измерений в мм-диапазоне частот,

### Производительность измерений

- Диапазон отстроек: от 0.1 Гц до 10 МГц
- Время цикла измерений: 34 секунды (в диапазоне отстроек от 1 Гц до 10 МГц, режим измерений «нормальный»)

## Чувствительность (сопроводительная информация)<sup>1</sup>

Чувствительность при измерении однополосного фазового шума [дБн/Гц]  
(сопроводительная информация)<sup>2</sup>

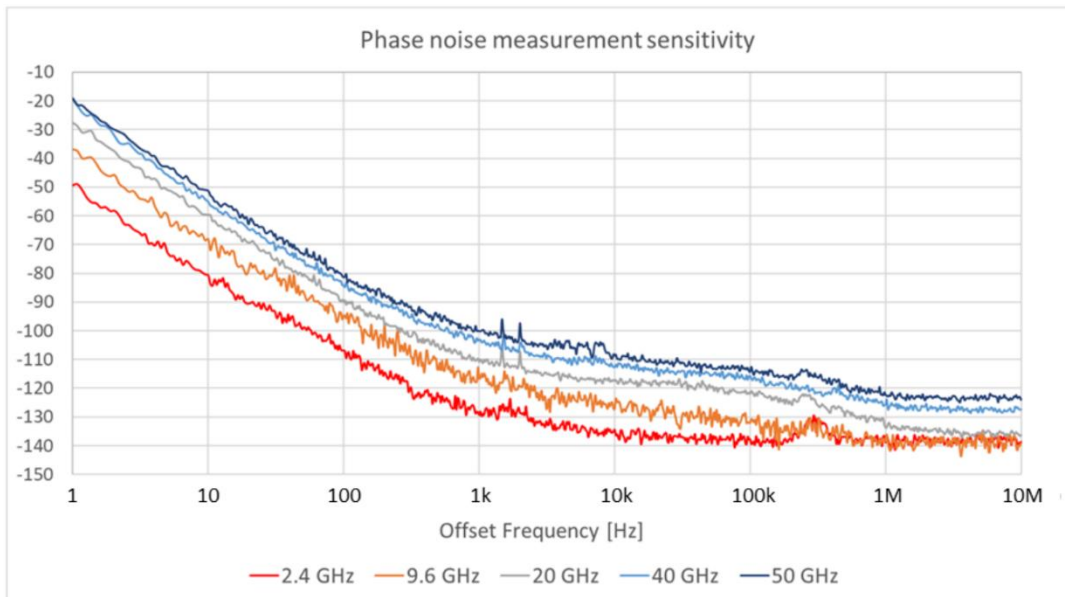


Рисунок 10. Порог чувствительности анализаторов цепей PNA при измерении спектральной плотности мощности фазового шума

Чувствительность при измерении однополосного аддитивного (вносимого) шума  
(сопроводительная информация)<sup>2</sup>

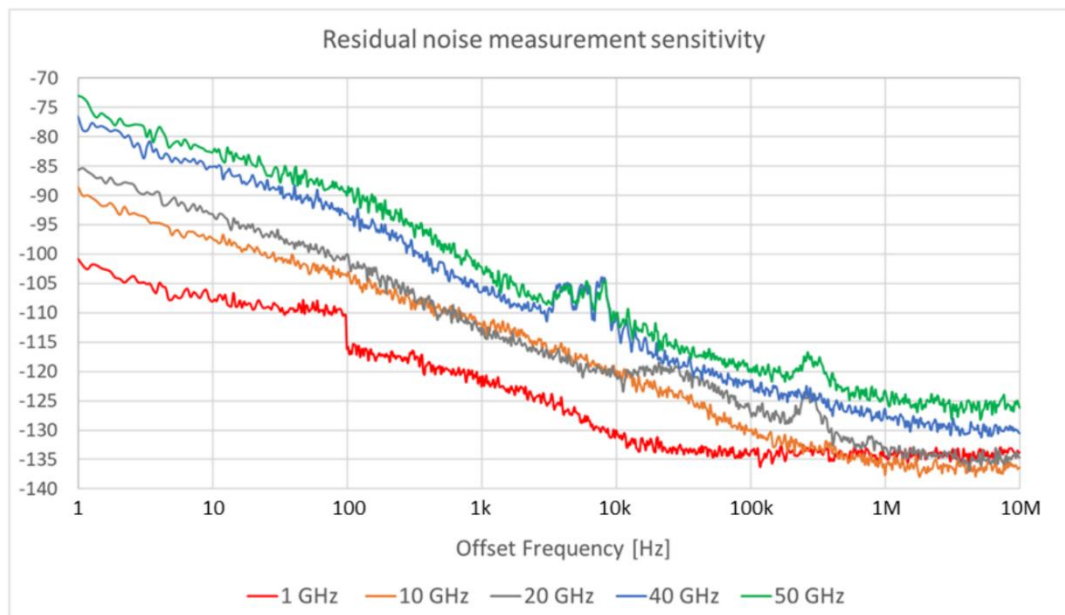


Рисунок 11. Порог чувствительности анализаторов цепей PNA при измерении спектральной плотности мощности аддитивного (вносимого) фазового шума

<sup>1</sup> Сопроводительная информация представляет наиболее вероятное значение параметра; ожидаемое среднее или среднее значение величины.

<sup>2</sup> Характеристика чувствительности анализатора N5245B серии PNA-X при отстройке 300 кГц может возрасти на несколько дБ в сравнении со значением, полученным при отстройке 100 кГц для некоторых несущих частот



## Заключение

Новые анализаторы серии PNA-X позволяют сократить время проводимых измерений и упростить настройку измерительной системы для измерения коэффициента усиления, фазы, ГВЗ, EVM, NPR, компрессии коэффициента усиления и других параметров преобразователей частоты для систем стандарта 5G и спутниковой связи.

## Информация для заказа

- Векторные анализаторы цепей (ВАЦ) N522xB серии PNA / ВАЦ N524xB серии PNA-X
- Опция UNY: Ультранизкий уровень фазового шума (подлежит экспортному контролю)
- Опция XSB: Третий встроенный источник сигнала (доступен только для векторных анализаторов цепей N524xB с аппаратными опциями 422 или 423)

Измерение EVM, NPR, ACPR с использованием программного приложения для измерения модуляционных искажений

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| • Усилителей   | S93070xB                    |
| • Смесителей / преобразователей частоты              | S93070xB и S93083B          |
| • Преобразователей частоты со встроенным гетеродином | S93070xB, S93083B и S93084B |

Приложение для измерения фазового шума<sup>1</sup>

- |                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| • Измерение фазового шума до 70 ГГц  | S930317B |
| • Измерение фазового шума до 125 ГГц | S930321B |

<sup>1</sup> Приложение для измерения фазового шума не включает режим анализа спектра. Для обеспечения функциональных возможностей режима анализа спектра используйте приложение S9309xB

## Дополнительные материалы по теме

Литература	Номер публикации
Руководство по конфигурированию анализаторов цепей СВЧ-диапазона семейства PNA (N522x/3x/4xB).	5992-1465EN
СВЧ-анализаторы цепей серии PNA-X. Брошюра	5990-4592EN
PNA и PNA-L - СВЧ-анализаторы цепей. Брошюра	5990-8290EN
S93070xB – приложение для измерения интермодуляционных искажений для анализаторов цепей серии PNA-X. Техническое описание	5992-3974EN
2- и 4- портовые векторные анализаторы цепей Keysight серии PNA: N5221B от 900 Гц до 13.5 ГГц, N5222B от 900 Гц до 26.5 ГГц . Техническое описание.	N5221-90003
2- и 4- портовые векторные анализаторы цепей Keysight серии PNA: N5224B от 900 Гц до 43.5 ГГц, N5225B от 900 Гц до 50 ГГц . Техническое описание.	N5224-90003
2- и 4- портовый векторный анализатор цепей Keysight серии PNA: N5227B от 900 Гц до 67 ГГц. Техническое описание.	N5227-90005
2- и 4- портовые векторные анализаторы цепей Keysight серии PNA-X: N5249B от 900 Гц до 8.5 ГГц, N5241B от 900 Гц до 13.5 ГГц, N5242B от 900 Гц до 26.5 ГГц. Техническое описание.	N5242-90027
2- и 4- портовые векторные анализаторы цепей Keysight серии PNA-X: N5244B от 900 Гц до 43.5 ГГц, N5245B от 900 Гц до 50 ГГц . Техническое описание.	N5245-90028
2- и 4- портовый векторный анализатор цепей Keysight серии PNA-X: N5247B от 900 Гц до 67 ГГц. Техническое описание.	N5247-90029

Узнайте больше на: [www.keysight.com](http://www.keysight.com)

Для получения более подробной информации о продукции Keysight Technologies, примерах ее применения и оказываемых услугах, обращайтесь в ближайший локальный офис Keysight. Их полный список размещен здесь: [www.keysight.com/find/contactus](http://www.keysight.com/find/contactus)

