

Калибратор приемников миллиметрового диапазона

ПРОЩЕ, ДЕШЕВЛЕ И БЫСТРЕЕ



ВВЕДЕНИЕ

Точное измерение характеристик тестируемого устройства в плоскости калибровки

По мере увеличения ширины полосы сигналов и увеличения частот до миллиметровых волн и более, высокие требования к точности при широкополосных измерениях заставляют радиоинженеров искать новые способы снижения линейных погрешностей. В миллиметровом диапазоне потери даже в коротких кабелях могут быть огромными. Коррекция ошибок амплитуды и фазы в схемах тестирования позволяет вам получить максимальную отдачу от измерений и увидеть реальную производительность прибора. Но методы калибровки приемника зачастую являются дорогими, сложными и трудоемкими.

До сих пор не существовало единого устройства для быстрой и простой калибровки анализатора сигналов. Калибратор приемников Keysight U9361M RCal представляет собой новую концепцию калибровки анализаторов сигналов. Он обеспечивает точность, простоту и низкую стоимость калибровки приемника тестовой системы. RCal позволяет компенсировать потери в кабеле и сигнальном тракте, точно измерять мощность в плоскости подключения ТУ, а также генерировать поправки для равномерности АЧХ и ФЧХ в полосе ПЧ до 5 ГГц.

Не жертвуйте ваше время, энергию и бюджет на сложную калибровку анализатора сигналов с помощью нескольких приборов. С помощью модуля калибровки приемника вы можете выполнить измерения амплитуды на порядок точнее, чем раньше.



Содержание





ГЛАВА 1

Проблемы традиционных методов



ГЛАВА 1

Проблемы традиционных методов

Широкополосные измерения с каждым днем становятся все сложнее.

Более широкие полосы сигналов, более высокие частоты и более сложная модуляция делают измерения более чувствительными к нелинейностям. На более высоких частотах, когда уровень собственного шума увеличивается, абсолютная погрешность по амплитуде становится наиболее важной. И хотя вы знаете погрешность своего прибора, сигнальный тракт измерительной схемы может вносить неизвестные ошибки, которые ухудшают общую точность измерений.



Сложная схема измерений.

Для получения наиболее точных результатов необходимо выполнить калибровку в плоскости измерения. Перемещение плоскости калибровки к выходу ТУ может на порядок снизить погрешность по амплитуде приемной системы (Rx) за счет компенсации нарушений линейности в тестовых оснастках, кабелях и переходниках в схеме измерений. **Если значительные улучшения в измерениях возможны, то почему многие инженеры отказываются от этого процесса?**

Традиционные методы калибровки приемников

Калибровка приемника для анализатора сигналов традиционно сложна, дорога и требует много времени. Усугубляет проблему отсутствие стандартного отраслевого подхода. Ответственность за разработку процесса калибровки и эффективную коррекцию ошибок для повышения точности измерений полностью ложится на пользователя.

Чтобы понять проблемы, свойственные этим методам, давайте проанализируем несколько подходов к компенсации нелинейностей во внешнем тракте между ТУ и анализатором сигналов.

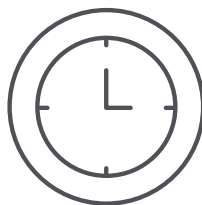
- Откалиброванный векторный анализатор цепей (VNA) измеряет частотную характеристику внешнего тракта. Затем он сохраняет ее в виде файла S2P и использует для коррекции данных анализатора сигналов. Эту коррекцию можно осуществлять или с помощью специализированного ПО автоматизации, или с помощью функции комплексной пользовательской коррекции анализатора.
- Тракт измеряется с помощью откалиброванного источника сигналов. В этом случае следует использовать датчик мощности для выравнивания выходной мощности генератора сигналов по частоте. Затем откалиброванный сигнал подают в плоскость подключения ТУ и измеряют его анализатором сигналов. Разность становится величиной коррекции, которую применяют к результатам измерений данного ТУ.

Традиционные методы калибровки выявляют ряд проблем:



Сложность

- Для калибровки требуется несколько приборов: векторный анализатор сигналов, аналоговый/векторный генератор сигналов, измеритель мощности, датчик мощности.
- Пользователю нужно написать 100% кода для выполнения калибровки.



Дороговизна

- Для выполнения калибровки требуется дорогие приборы.
- Цена которых резко возрастает с увеличением частоты.



Временные затраты

- Помимо времени на настройку прибора, традиционные процессы требуют значительного времени для разработки системного программного обеспечения для самостоятельно разработанных способов калибровки и правильного выполнения измерений.
- Требуется дополнительное время на отладку и проверку.

Выполнение калибровки приемника с использованием векторного анализатора цепей не учитывает погрешность, вызванную частотной характеристикой анализатора сигналов, которая может быть значительной при измерениях абсолютных значений амплитуды. Он также не учитывает равномерность характеристики ПЧ анализатора сигналов при выполнении измерений точности модуляции. И наконец, не учитывается влияние рассогласования между сигнальным трактом и анализатором сигналов.





ГЛАВА 2

Современное решение для калибровки

ГЛАВА 2

Современное решение для калибровки

Сложные и дорогие решения по векторной коррекции на входе анализатора сигналов заставляют инженеров отказываться от калибровки. Но им может помочь уникальное современное решение – калибратор приемников Keysight U9361 RCal. RCal делает калибровку приемника простой, быстрой и экономичной для любого анализатора сигналов Keysight серии X.

U9361 представляет собой компактный, размером с ладонь, источник опорного сигнала, который можно использовать для калибровки линейных потерь в тестовых оснастках, кабелях и переходниках между ТУ и входом измерительного приемника. Это позволяет установить плоскость калибровки, в местах физического подключения системы измерительного приемника к выходу тестируемого устройства. Диапазон частот до 110 ГГц с полосой пропускания до 5 ГГц позволяет выполнять калибровку как современных устройств, так и использовать в перспективных СВЧ приложениях.

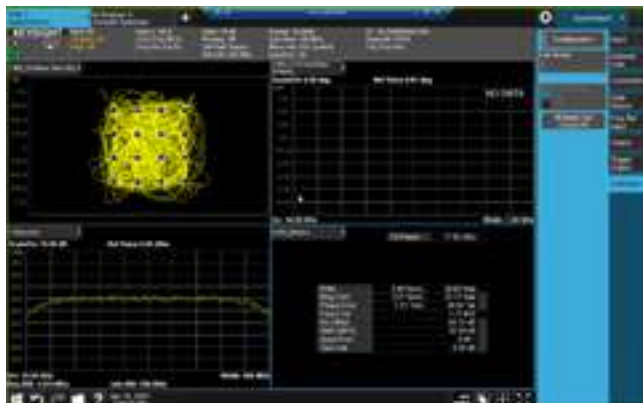
Калибратор приемников U9361 RCal выполняет следующее:

- **перемещает плоскость калибровки в измерительной системе**, компенсирует потери в тракте системы и выравнивает частотный отклик для точного измерения параметров передатчика на выходе ТУ
- **передает значение абсолютной погрешности мощности (дБм)** в анализатор сигналов для повышения точности измерений абсолютной амплитуды
- **генерирует поправки равномерности ПЧ** (комплексной амплитуды и фазы в полосе до 5 ГГц) для повышения точности измерений модуляции



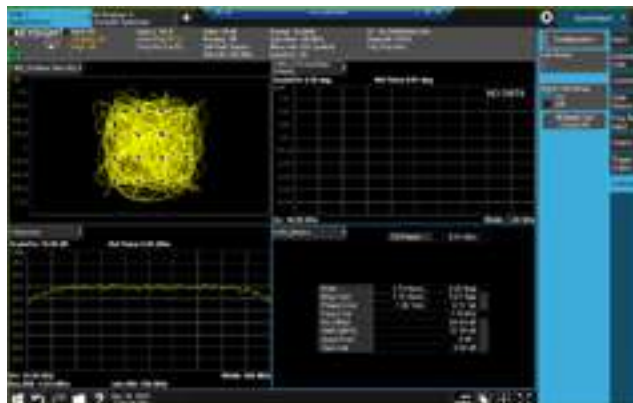
Посмотрим на следующие снимки экрана анализатора сигналов Keysight серии X, сделанные в режиме векторного анализа модуляции. На них показаны результаты демодуляции, включая значение модуля вектора ошибки (EVM). Для сигнала 16QAM на верхних снимках показана разница в EVM при выключенном и включенном калибраторе RCal (2,89% и 1,73% соответственно). На нижних снимках экрана показано, как RCal улучшает равномерность приемника.

RCal выключен



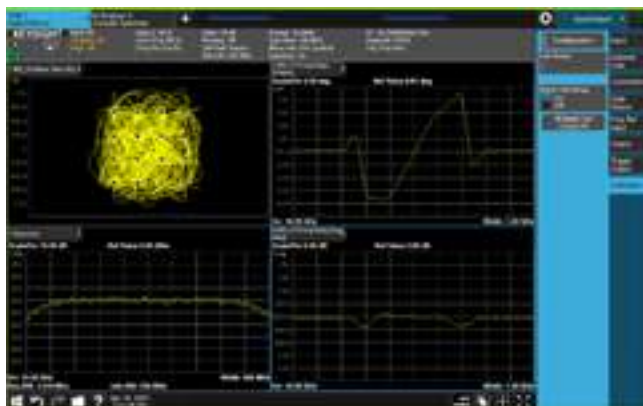
EVM = 2,89%

RCal включен



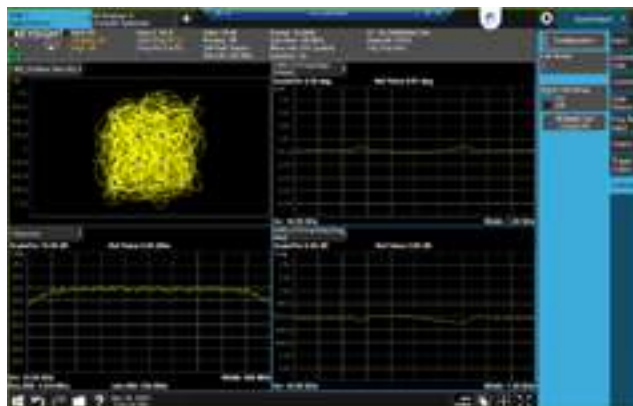
EVM = 1,73%

RCal выключен



Отклонение фазы = ± 8 градусов

RCal включен

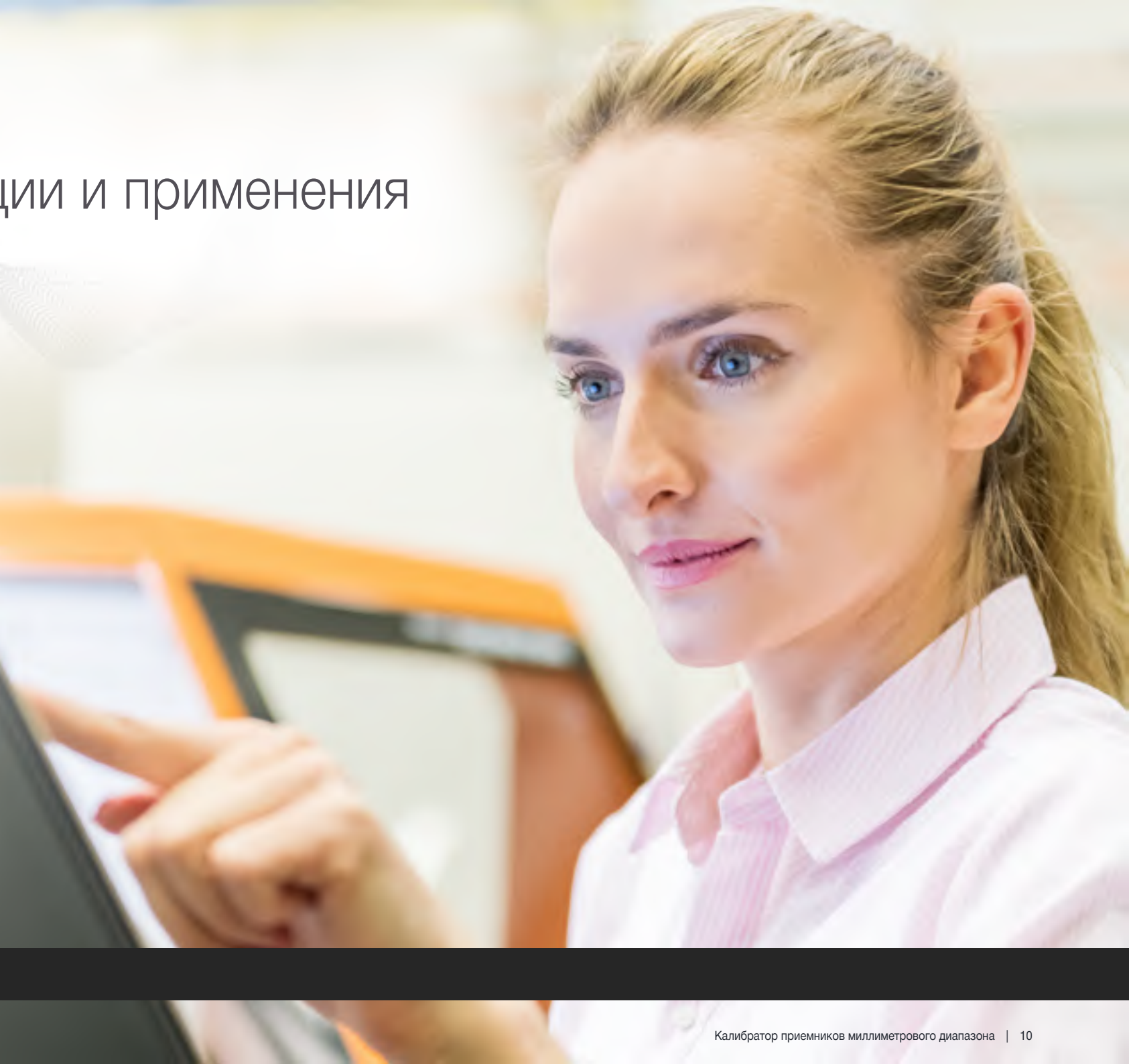


Отклонение фазы = $\pm 0,5$ градусов



ГЛАВА 3

Функции и применения



ГЛАВА 3

Функции и применения

Области применения

Хотя калибровку широкополосного приемника можно применять в различных отраслях и сферах, три ключевых применения являются основными:

Измерения широкополосных сигналов – более 100 МГц

По мере перехода к более сложным схемам модуляции требуется более широкая полоса частот.

Измерения в миллиметровом диапазоне

С распространением спутников, радиолокационных систем и сетей связи растет спрос на более высокие частоты и скорости передачи данных.

Сложные измерительные системы

Схемы измерений включают в себя кабели, коммутаторы, антенны и переходники, вносящие ошибки в систему.



Преимущества калибратора приемников U9361 RCal:

- первый в отрасли отслеживаемый эталон калибровки приемника
- поможет на порядок улучшить точность измерительного приемника по амплитуде
- позволит легко переместить плоскость калибровки к выходу ТУ с простой в использовании структурой команд и автоматизации
- модели с верхней границей диапазона частот до 110 ГГц
- компактные, размером с ладонь, устройства с питанием и управлением через порт USB
- высокая стабильность и повторяемость с точными заводскими данными калибровки внутри
- коррекция амплитуды и фазы с настраиваемой модуляцией BPSK с комбинационными составляющими
- калибратор сигнала с модуляцией BPSK имеет патент США



На порядок увеличивает точность
измерительного приемника по амплитуде



ГЛАВА 4

Анализаторы сигналов Keysight серии X



ГЛАВА 4

Анализаторы сигналов Keysight серии X

Калибратор приемников U9361 RCal работает со следующими анализаторами сигналов Keysight серии X.

	N9010B EXA	N9020/21B MXA	N9030B PXA	N9040B UXA	N9041B UXA
					
Максимальная частота	44 ГГц	50 ГГц	50 ГГц	50 ГГц	110 ГГц
Максимальная полоса анализа	40 МГц	160/510 МГц	510 МГц	1 ГГц	1 ГГц/5 ГГц
Средний уровень собственных шумов на частоте 1 ГГц	-172 дБм	-172 дБм	-174 дБм	-174 дБм	-172 дБм
Фазовые шумы на частоте 1 ГГц (отстройка 10 кГц)	-109 дБн/Гц	от -114 до -129 дБн/Гц	-136 дБн/Гц	-135 дБн/Гц	-135 дБн/Гц

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Добейтесь новых уровней точности

Благодаря более простому, недорогому и быстрому способу, калибровка измерительного тракта приемника больше не является сложной задачей. Стандартный подход с использованием нескольких дорогих приборов требовал написания программных кодов и выполнения сложных процедур. Современное решение избавляет от этих хлопот и связанных с ними ошибок. С калибратором U9361 RCal прибор сделает всё за вас.

Включение модуля калибровки приемника в измерительную схему анализатора сигналов может на порядок повысить точность вашего измерительного приемника по амплитуде.

Дополнительная информация

Чтобы узнать больше о калибраторе U9361 RCal, воспользуйтесь следующими ссылками:



