

ОПТИМИЗИРУЙТЕ ВАШ АНАЛИЗАТОР СИГНАЛОВ И СПЕКТРА В СООТВЕТСТВИИ С САМЫМИ СТРОГИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ К МОДУЛЮ ВЕКТОРА ОШИБОК

Как I/Q-шумоподавление помогает существенно улучшить модуль вектора ошибок вашего анализатора сигналов и спектра.

Измерительная задача

Недавние изменения в стандартах сотовой и несотовой связи показывают четкую тенденцию в сторону увеличения полос частот сигналов и порядков модуляции. Это оказывает непосредственное влияние на требования к модулю вектора ошибок как для испытуемых устройств, так и для испытательного оборудования. Например, в актуальной версии стандарта IEEE 802.11be максимальная полоса пропускания удваивается с 160 МГц до 320 МГц и используется модуляция 4096QAM. Соответственно, данный стандарт устанавливает предел модуля вектора ошибок при использовании модуляции 4096QAM на уровне -38 дБ, что значительно строже, чем пределы в предыдущих стандартах на Wi-Fi®. Данный предел применяется на уровне системы, поэтому требования к модулю вектора ошибок на уровне компонентов должны быть еще более строгими, чтобы гарантировать соответствие модуля вектора ошибок на уровне системы требованиям стандарта. В связи с этим производители усилителей и чипов Wi-Fi® нуждаются в анализаторах сигналов и спектра с остаточным модулем вектора ошибок от -53 дБ до -55 дБ, чтобы гарантировать достаточный запас для надежного определения характеристик компонентов.

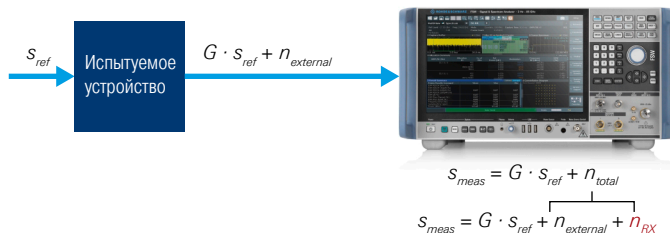
Требования к модулю вектора ошибок также ужесточаются в сценариях эфирных испытаний 5G, где, как правило, наблюдаются очень низкие уровни сигналов по причине потерь в тракте передачи в свободном пространстве. Анализатор сигналов и спектра должен иметь достаточный модуль вектора ошибок для работы с такими уровнями сигналов.

Эти требования становятся непростой задачей даже для высокотехнологичных приборов с превосходными ВЧ-характеристиками, каким является анализатор сигналов и спектра R&S®FSW. Спрос на усовершенствование конструкции в целях улучшения модуля вектора ошибок непрерывно растет.

Решение компании Rohde & Schwarz

Если рассматривать испытуемое устройство с опорным сигналом (S_{ref}) на входе, измеренный сигнал (S_{meas}) на R&S®FSW содержит вносимый шум от сигнального тракта вплоть до входа R&S®FSW (внешний вносимый шум) и собственный шум прибора (см. рисунок ниже).

Рис. 1: Шумы, вносимые в измеренный сигнал



Этот широкополосный шум приемника является одной из ключевых составляющих остаточного модуля вектора ошибок в анализаторах сигналов и спектра. Он увеличивается по мере роста полосы пропускания. Для устранения этого шума прибор R&S®FSW можно оборудовать опцией I/Q-шумоподавления R&S®FSW-K575. Эта программная опция корректирует сигнал таким образом, чтобы он содержал только внешний вносимый шум (не вызываемый прибором шум), т. е.:

$$S_{corrected} = G \cdot S_{ref} + n_{external}$$

С опцией I/Q-шумоподавления R&S®FSW-K575 I/Q выполняется следующее:

- ▶ Сначала производится одиночный захват сигнала s_{meas} . Как показано на рис. 1, этот сигнал содержит все составляющие шума, т. е.:

$$s_{meas} = G \cdot s_{ref} + n_{total}$$

- ▶ В случае повторяющегося сигнала можно легко показать, что усреднение измеренного сигнала по нескольким захватам позволяет почти полностью устранить общий шум, т. е. идеально (где s_{avg} = сигнал после усреднения):

$$s_{avg} = G \cdot s_{ref}$$

- ▶ Согласно приведенным выше формулам можно вычислить общий шум (n_{total}) на основе проведенных измерений:

$$n_{total} = s_{meas} - s_{avg}$$

- ▶ Общую мощность шума (N_{total}) можно легко рассчитать по n_{total} . Более того, мощность шума приемника (N_{RX}) можно измерить относительно входа R&S®FSW с оконечной нагрузкой. Данное измерение выполняется внутри прибора без необходимости внесения изменений в измерительную установку.

- ▶ Теперь известны значения N_{total} и N_{RX} , поэтому можно рассчитать соотношение мощности внешнего шума и общей мощности шума:

$$w^2 = \frac{N_{external}}{N_{total}} = \frac{N_{total} - N_{RX}}{N_{total}}$$

- ▶ Таким образом, внешний шум ($n_{external}$) равен:

$$\begin{aligned} n_{external} &= w \cdot n_{total} \\ &= w \cdot (s_{meas} - s_{avg}) \end{aligned}$$

- ▶ Теперь можно рассчитать скорректированный сигнал:

$$\begin{aligned} s_{corrected} &= G \cdot s_{ref} + n_{external} \\ &= s_{avg} + w \cdot (s_{meas} - s_{avg}) \end{aligned}$$

На рис. 2 представлена полная процедура в анализаторе сигналов и спектра.

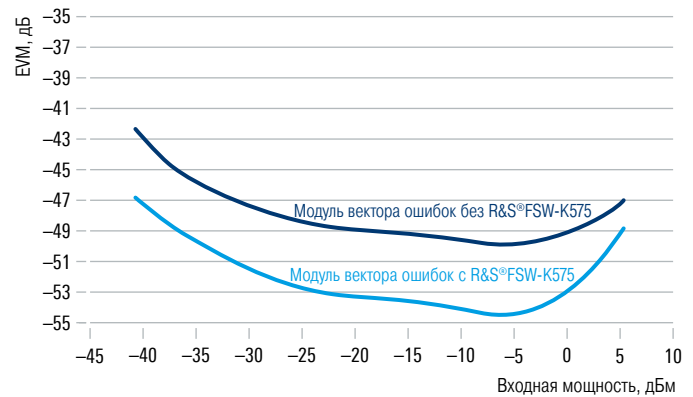
Рис. 2: Процедура I/Q-шумоподавления



Влияние на результаты измерений

Путем удаления широкополосного собственного шума прибора опция I/Q-шумоподавления R&S®FSW-K575 I/Q помогает существенно уменьшить остаточный модуль вектора ошибок анализатора R&S®FSW, что особенно выгодно при низких уровнях входной мощности, где модуль вектора ошибок в значительной степени определяется широкополосным шумом. На рис. 3 представлен пример улучшения остаточного модуля вектора ошибок в R&S®FSW для сигнала IEEE 802.11be с полосой пропускания 320 МГц на частоте 6905 ГГц.

Рис. 3: Остаточный модуль вектора ошибок в зависимости от мощности сигнала для сигнала Wi-Fi 802.11be с полосой пропускания 320 МГц на частоте 6905 ГГц (квадратурная амплитудная модуляция 4096)



В описываемой выше процедуре опция R&S®FSW-K575 применяет шумоподавление к необработанным I/Q-данным и позволяет корректировать сигнал в различных программных приложениях анализатора. Таким образом она улучшает не только модуль вектора ошибок, но и все измерения, поддерживаемые этими приложениями.

Заключение

Опция I/Q-шумоподавления R&S®FSW-K575 I/Q в анализаторе R&S®FSW помогает адаптировать прибор к более строгим требованиям к модулю вектора ошибок. При этом вместо изменения аппаратного обеспечения прибора достаточно просто обновить программное обеспечение. Эта общая опция также может применяться в прочих измерительных приложениях в целях улучшения всех поддерживаемых измерений.

Wi-Fi® является зарегистрированным товарным знаком организации Wi-Fi Alliance®.