

# Роль контрольно-измерительных технологий

в развитии LTE и Mobile WiMAX

По мере «слияния» сотовой связи с беспроводными сетями возникает мощный потенциал роста объемов передачи данных по радиоканалу. Большая часть этого роста обусловлена повышением деловой активности и мобильным стилем жизни потребителей. Ощутимый вклад дает также потребность в увеличении полосы и пропускной способности в сочетании с более эффективным использованием спектра и улучшением характеристик на границе соты, что позволяет удовлетворить потребность в более высоких скоростях передачи и инновационной функциональности. Две беспроводные технологии, обещающие решить эти проблемы и сражающиеся за право называться лидирующей технологией 3G, — это 3GPP LTE (долговременное развитие партнерского проекта третьего поколения) и Mobile WiMAX.

Фрэнк Палмер (Frank Palmer)  
Жан Витакре (Jan Whitacre)

Несмотря на тот факт, что LTE и Mobile WiMAX конкурируют между собой, на самом деле они имеют общие цели, включая повышение пропускной способности и применение схем мультиплексирования, таких как MIMO и цифровая модуляция OFDMA (множественный доступ с ортогональным разделением частот). Высказываются даже предположения, что рано или поздно Mobile WiMAX и LTE сольются воедино. Но чем бы ни закончилась борьба на этом фронте, ясно одно — наличие контрольно-измерительного оборудования, развивающегося параллельно с развитием стандартов, является ключевым фактором, продвигающим эти стандарты вперед.

## Немного теории

Чтобы лучше понять новую роль LTE и Mobile WiMAX в современной индустрии, очень важно иметь четкое представление о каждой технологии. LTE — это новый радиointерфейс 3GPP для беспроводного доступа, способный поддерживать видеосервисы. Появившись в результате эволюции универсальной телекоммуникационной системы (UMTS) в сторону сетей, полностью опирающихся на IP-протокол,

он создает основу для увеличения пропускной способности, повышения эффективности использования спектра, улучшения характеристик на границе соты и снижения задержек. LTE в основном преследует те же цели, что и высокоскоростной пакетный доступ (HSPA), хотя LTE имеет некоторые дополнительные специфические возможности, такие как гибкое изменение ширины канала и преимущества OFDMA (таблица 1).

LTE обеспечивает скорость передачи данных 100 Мбит/с в сторону абонента и 50 Мбит/с в сторону базовой станции при полосе 20 МГц, причем ширина канала может изменяться в диапазоне от 1,25 до 20 МГц. Кроме того, LTE может обеспечить общую скорость передачи данных в сторону абонента 326,4 Мбит/с за счет использования нескольких антенн. LTE оптимизирована на низкую скорость перемещения (0—15 км/ч), но может сохранять необходимые характеристики на скорости 120 км/ч с поддержкой мобильности до скорости 350 км/ч. Более высокие скорости до 500 км/ч в настоящее время находятся на стадии рассмотрения.

Mobile WiMAX представляет собой расширение стандарта Fixed WiMAX для мобильного при-

Таблица 1. Пиковые скорости передачи данных для LTE

Пиковые скорости передачи данных в сторону абонента (64QAM)			
Конфигурация антенны	SISO	2×2 MIMO	4×4 MIMO
Пиковая скорость, Мбит/с	100	172,8	326,4
Пиковые скорости передачи данных в сторону базовой станции (одна антенна)			
Тип модуляции	QPSK	16QAM	64QAM
Пиковая скорость, Мбит/с	50	57,6	86,4

менения в диапазоне от 2 до 6 ГГц (таблица 2). Разработанный на основе стандарта IEEE 802.16e, он отличается превосходной скоростью передачи данных, масштабируемостью, низкой стоимостью и меньшей сложностью сети, что создает основу для мобильной доставки мультимедийного контента. Профиль Mobile WiMAX поддерживает широкополосные услуги на скорости более 120 км/ч. Среди важных особенностей Mobile WiMAX следует упомянуть OFDMA и субканализацию, которая обеспечивает повышенную гибкость при распределении временных и частотных ресурсов радиоканала.

Mobile WiMAX предлагает первое истинно мобильное воплощение все более популярных беспроводных сетевых технологий (например, Bluetooth и WLAN/Wi-Fi). Там, где другие технологии поддерживают «мигрирующих» пользователей, которые подключаются в одном месте, затем перемещаются и снова подключаются в другом месте, Mobile WiMAX будет поддерживать переход от одной базовой станции к другой, что обеспечит непрерывное (или кажущееся непрерывным) соединение. Кроме того, WiMAX обладает стойкостью к помехам, что позволяет более эффективно использовать полосу частот и обеспечивает более высокие скорости передачи данных на большие расстояния. Поскольку WiMAX работает не только в нелицензируемых, но и в лицензируемых диапазонах, эта технология создает регулирующую среду и рентабельную экономическую модель использования частотного ресурса.

### Ожидаемые трудности

Технологические трудности и возрастающая сложность LTE и Mobile WiMAX создают новые технические проблемы для разработчиков. Некоторые из них связаны с возрастающей сложностью и требованиями к скорости обработки, которые являются следствием применения OFDMA и MIMO. Другие проблемы возникают в связи с интеграцией LTE и Mobile WiMAX в существующие системы. В частности, в настоящее время имеются следующие проблемы развития LTE и Mobile WiMAX:

- РЧ. Сложность LTE повышается в связи с применением переменной ширины канала, использованием нескольких антенн и OFDMA. Применение в восходящем канале SC-FDMA создает дополнительные трудности, принося разработчиков искать компромиссы, чтобы закрыть критические места в тракте передачи/приема.
- Уровень 1. Модулирующий сигнал. Для высокой скорости передачи данных LTE необходима большая вычислительная мощность, особенно в диапазоне модулирующего сигнала, что, в свою очередь, требует применения компьютерного моделирования, как со стороны абонентского оборудования, так и со стороны сети. Необходимо также моделирование прототипов на пониженной скорости.
- Уровни 2, 3. Конструктивные сложности на уровне 2: LTE включают обработку больших объемов данных в протоколе слияния пакетных данных (PDCP) и реализацию 2-миллисекундного цикла обработки для уров-

Таблица 2. Сравнение беспроводных технологий 802.16

	Стационарный WiMAX	Мобильный WiMAX
<b>Стандарт</b>	802.16d (802.16-2004)	802.16e
<b>Применение</b>	Стационарный WMAN	Портативный WMAN
<b>Пропускная способность</b>	До 75 Мбит/с (в полосе 20 МГц)	До 30 Мбит/с (в полосе 10 МГц)
<b>Радиус действия</b>	Типично от 6,4 до 9,7 км	Типично от 1,5 до 5 км
<b>Частота</b>	Менее 11 ГГц	От 2 до 6 ГГц

ня MAC. Технические характеристики уровня 3 все еще находятся на стадии обсуждения ввиду собственной проблематичности, хотя до некоторой степени здесь может помочь моделирование.

- OFDMA. По мере расширения ожидаемых/требуемых услуг сети WiMAX все более высокие требования будут предъявляться к процессорам, усилителям и взаимным помехам на границе сот.
- MIMO. Хотя эта схема обеспечивает повышенную стойкость и пропускную способность, все это достигается ценой повышения сложности как на стороне базовой, так и на стороне мобильной станции, следствием чего становятся жесткие требования к вычислительной мощности и конструкции антенны.
- Многоформатность/многочастотность. Для тестирования устройств необходима способность работать в нескольких форматах и во всех частотных диапазонах каждого из них, что дополнительно усложняет проектирование.
- Эффективное использование спектра/задержка. Mobile WiMAX является динамичным радиointерфейсом, который требует высокой степени оптимизации и управления.
- Интеграция с существующими системами. Новые системы Mobile WiMAX должны обеспечивать простое подключение к существующим системам.

Кроме перечисленных проблем, разработчики должны учитывать тот факт, что LTE и Mobile WiMAX являются развивающимися технологиями и поэтому могут изменяться и по-разному толковаться. Ранняя доступность тестов на совместимость поможет смягчить проблемы взаимовлияния и обеспечит базовое тестирование. Тем не менее для успешного начала коммерческой эксплуатации каждой технологии необходимо выполнить всестороннее функциональное тестирование и проверить работу продуктов LTE и Mobile WiMAX в реальных условиях.

### Поиск возможных решений

Перечисленные проблемы LTE и Mobile WiMAX требуют применения новейших контрольно-измерительных решений, охватывающих весь цикл разработки продукта. Являясь ведущим мировым поставщиком контрольно-измерительных решений, компания Agilent Technologies работает на переднем крае развивающихся рынков LTE и Mobile WiMAX и активно решает эти проблемы, предлагая продукты, способные выполнять специфические измерения LTE и Mobile WiMAX, а также схем мультиплексирования, таких как MIMO и OFDMA.

Например, уже существуют полноценные контрольно-измерительные решения от Agilent для разработки протоколов и проверки совместимости (только для WiMAX). Имеются также беспроводные библиотеки с моделями обработки сигнала и готовыми имитационными схемами, которые позволяют создавать испытательные сигналы, близкие к реальным. Кроме того, Agilent принимает активное участие в работе комитетов стандартизации (например, 3GPP) и Форума WiMAX (в качестве полноправного члена), стремясь к тому, чтобы по мере появления спецификаций тестирования появлялись и поддерживающие их контрольно-измерительные решения.

### LTE

Сегодня Agilent предлагает широкий диапазон современных и надежных средств автоматизации проектирования и контрольно-измерительных решений для LTE (рис. 1). Некоторые из имеющихся решений Agilent направлены на решение следующих проблем:

- Моделирование и проверка. Agilent предлагает решения, помогающие разработчикам создавать спектрально правильные тестовые сигналы, соответствующие требованиям 3GPP для LTE.
- Генерация и анализ сигналов. Для генерации и анализа тестовых сигналов LTE можно использовать средства генерации и анализа сигналов компании Agilent, а также программное обеспечение Signal Studio и VSA.
- Анализ модулирующих сигналов.

Объединив логический анализатор Agilent со средствами анализа и генерации сигналов, разработчики могут точно охарактеризовать поведение своих систем от секций модулирующего сигнала до антенны.

- Цифровое декодирование и отладка в реальном времени.

Высококачественные осциллографы реального времени компании Agilent позволяют быстро отлаживать и измерять характеристики цифровых систем.

- Разработка абонентского оборудования. Agilent предлагает масштабируемую, расширенную платформу для разработки абонентского оборудования LTE.

Кроме перечисленных предложений, Agilent, в сотрудничестве с компанией Anite, старается охватить сферу разработки протоколов и тестирования совместимости абонентского оборудования. А когда 3GPP определит спецификации тестирования РЧ-совместимости для LTE (что ожидается к концу 2008 года), компания Agilent будет готова предложить совместимые со стандартами системные решения.

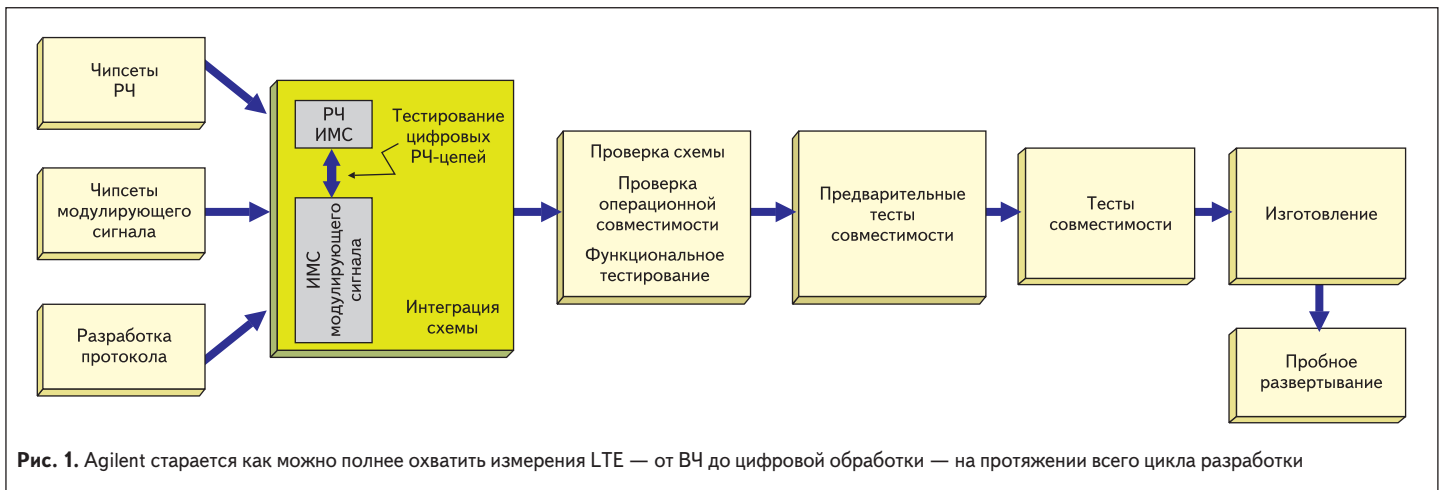


Рис. 1. Agilent старается как можно полнее охватить измерения LTE — от ВЧ до цифровой обработки — на протяжении всего цикла разработки

## Mobile WiMAX

Сегодня Agilent предлагает широчайший выбор решений для проектирования и измерений параметров устройств WiMAX, охватывающих весь цикл разработки от конструирования, проверки, предварительного и окончательного тестирования совместимости и производства до развертывания сетей и предоставления услуг — для стационарного и мобильного WiMAX, WiBro, в том числе с поддержкой Wave 2 и MIMO. Эти решения можно использовать для следующих задач:

- Исследования и разработка.

Agilent предлагает полную, интегрированную среду разработки и тестирования, включающую средства моделирования, измерения характеристик и обработки, которая существенно ускоряет разработку продуктов (рис. 2). Программное обеспечение Agilent 89601A VSA позволяет всесторонне анализировать модуляцию WiMAX для диагностики проблем, возникающих в сигналах стационарного и мобильного WiMAX. Оно может измерять разные профили оборудования WiMAX в полосе от 1,25 до 28 МГц, на частотах от модулирующего сигнала до 11 ГГц и выше, а также поддерживает расширенные

возможности WiMAX, такие как субканализация.

- Проверка схем и предварительное тестирование совместимости.

Agilent предлагает специальное ПО и приборы для генерации сигналов, анализа спектра и проверки конструкции, помогающие инженерам проверять соответствие своих разработок стандарту WiMAX и другим нормативным документам.

- Тестирование совместимости.

Диапазон контрольно-измерительных продуктов WiMAX компании Agilent охватывает самые последние измерения и входит в состав системы AT4 Wireless MINT RCT. Также Agilent предлагает решение для проверки совместимости протоколов (PCT) IEEE 802.16e 2005.

- Производство.

Средства генерации и анализа сигналов компании Agilent позволяют проверять совместимость с постоянно совершенствующимися требованиями к тестированию WiMAX.

- Развертывание сетей и предоставление услуг.

Платформа оптимизации беспроводных сетей компании Agilent и анализатор сигнализации WiMAX помогают инженерам успешно устанавливать, оптимизировать и диагностировать сети WiMAX.

## Заключение

С появлением LTE и Mobile WiMAX беспроводные устройства следующего поколения смогут предложить более функциональные и разнообразные услуги передачи мультимедийной информации. Но в то же время они станут более сложными, создавая дополнительные трудности для разработчиков. В то время как LTE набирает темп и является официальным развитием существующей технологии сотовой связи GSM-UMTS, технология WiMAX имеет явные преимущества в разработке, тестировании и внедрении. Но независимо от того, какая из технологий в конце концов завоюет рынок, компания Agilent Technologies будет готова предложить мощные контрольно-измерительные решения, позволяющие адекватно решить любые проблемы и ускорить поставку беспроводных устройств на базе этих развивающихся стандартов.

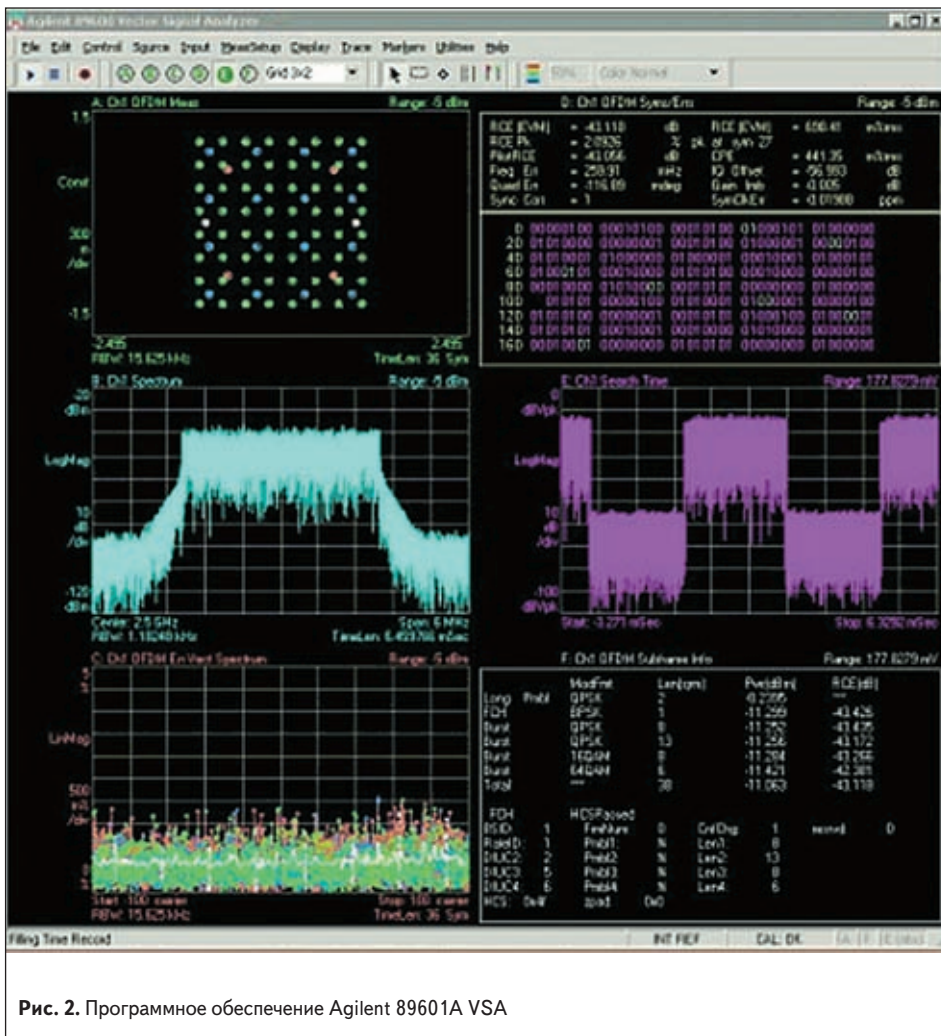


Рис. 2. Программное обеспечение Agilent 89601A VSA