Перспективы технологии LTE-Advanced

ЯН УАЙТЭКР (JAN WHITACRE), AGILENT TECHNOLOGIES

В статье рассказывается о широких возможностях технологии связи четвертого поколения — LTE-Advanced с точки зрения повышения скорости передачи данных и улучшения спектральной эффективности. Говорится также о сложностях, сдерживающих широкое развертывание новой технологии.

Гигантский рост объёмов мультимедийной информации вызвал высокий потребительский спрос на технологии мобильной связи четвёртого поколения (4G). Теперь с нею связаны большие ожидания. Стандарт 3GPP [1] Long Term Evolution (LTE [2]) возник как основной претендент на звание технологии 4G. Операторы мобильной связи только приступили к длительному процессу развёртывания и тестирования сетей LTE, а консорциум 3GPP опубликовал следующую версию спецификации LTE (релиз 10), известную как «усовершенствованный LTE» (LTE-Advanced). Благодаря значительному повышению производительности, в частности, пиковой скорости передачи данных до 1 Гбит/с, LTE-Advanced соответствует (а в чём-то даже превосходит) требованиям стандарта Международного союза электросвязи (МСЭ) для технологии радиосвязи четвёртого поколения IMT-Advanced.

В подготовленном консорциумом 3GPP анализе технической осуществимости технологии LTE-Advanced указывается, что существующие версии LTE (релизы 8 и 9) могут соответствовать большинству требований, установленных спецификациями МСЭ для технологий 4G, кроме спектральной эффективности и пиковой скорости передачи данных в восходящем канале (от абонента к станции). Эти требования были учтены при разработке релиза 10 LTE-Advanced, в котором благодаря возможности агрегации несущих обеспечивается более широкая полоса пропускания, а за счёт расширенного многостанционного доступа в восходящем канале и улучшенной системы передачи с множественными входом и выходом (усовершенствованная технология MIMO) достигается более высокая эффективность.

Уже сам релиз 8 LTE является передовой и достаточно сложной технологией с рядом новых возможностей, в числе которых использование полосы пропускания нескольких каналов, различные схемы передачи данных для восходящего и нисходящего каналов, передача в режиме частотного (FDD) и временного (TDD) дуплекса, а также технологии использования нескольких антенн (MIMO). Спецификация LTE-Advanced значительно повышает планку производительности, в результате новые технологии должны будут сосуществовать и взаимодействовать друг с другом и с действующими системами 2G и 3G несколько ближайших лет. Таким образом, перед инженерами, которые занимаются разработкой, тестированием и внедрением технологии LTE-Advanced, возникнет множество достаточно сложных задач.

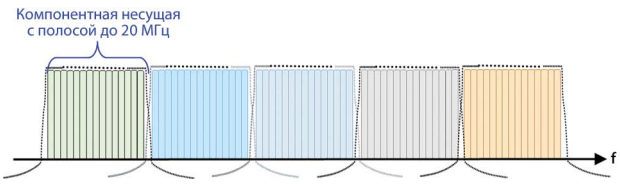

Рис. 1. Объединение смежных компонентных несущих

ВОЗМОЖНОСТИ, ОБЕСПЕЧИВАЕМЫЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ

Повышенные требования спецификации IMT-Advanced были учтены в релизе 10 3GPP. Кроме того, в нем были учтены дополнительные возможности LTE-Advanced:

- **Агрегация несущих**. Для достижения пиковой скорости передачи данных 1 Гбит/с LTE-Advanced поддерживает ширину полосы канала до 100 МГц, которая может быть сформирована путём объединения до пяти компонентных несущих по 20 МГц каждая. При этом допускается объединение как смежных, так и несмежных компонентных несущих. Простейший пример объединения показан на рисунке 1. Предполагается, что агрегация несущих на уровне базовой станции большой сложности не представит. Основная проблема предвидится на уровне абонентского оборудования (смартфонов и других беспроводных устройств), которое должно будет контролировать одновременно несколько приёмопередатчиков. Одновременно работающие несмежные передатчики способствуют созданию очень сложной обстановки в эфире с точки зрения борьбы с паразитными откликами и самоблокировками. Требование одновременного приёма или передачи с обязательной поддержкой режима MIMO значительно усложнит разработку антенн.
- **Расширенный множественный доступ в восходящем канале**. В стандарте LTE восходящие каналы построены на основе технологии многостанционного доступа с частотным разделением и одной несущей (SC-FDMA), в которой реализовано распределение несущих по смежным блокам спектра, что ограничивает гибкость диспетчеризации. В LTE-Advanced используется кластерный SC-FDMA, обеспечивающий частотно-избирательную диспетчеризацию компонентных несущих для увеличения пропускной способности канала. Чтобы уменьшить время задержки, допускается совместная диспетчеризация физического восходящего канала управления (PUCCH) и физического восходящего общего канала (PUSCH). Кластерный SC-FDMA способствует увеличению значения отношения пикового и среднего уровней мощности (PAPR), что может привести к проблемам с линейностью передатчика. В свою очередь наличие сигналов нескольких несущих повышает вероятность генерации внутриканальных паразитных откликов и помех от соседнего канала.

[1] 3GPP — Консорциум по координации разработки стандартов для технологий мобильной передачи данных третьего поколения.

[2] LTE в переводе означает «долгосрочное развитие».

– **Усовершенствованная технология MIMO**. С целью увеличения пиковой скорости передачи данных для одного пользователя и для соответствия требованиям по спектральной эффективности в LTE-Advanced предусмотрено до восьми передатчиков в нисходящем канале. При этом необходимо не менее восьми приёмников в абонентском оборудовании, что позволяет обеспечить в нисходящем канале пространственное мультиплексирование 8×8. Абонентское оборудование поддерживает до четырёх передатчиков, благодаря чему в восходящем канале осуществляется передача в режиме вплоть до 4×4, при условии что в базовой станции имеются четыре приёмника (см. рис. 2).

Технология MIMO позволяет увеличить количество антенн в системе, при этом антенны MIMO должны быть декоррелированы. Основной проблемой для разработчиков будет проектирование многополосных антенн MIMO с хорошими показателями декорреляции, способными функционировать в ограниченном объёме абонентского оборудования LTE-Advanced. Для прогнозирования фактических параметров излучения усовершенствованного терминала MIMO в условиях действующей сети требуются новые методы, поэтому консорциум 3GPP изучает способы беспроводного (эфирного) тестирования LTE-Advanced.

Для использования в последующих релизах 3GPP рассматриваются и другие усовершенствования, даже если они и не столь важны с точки зрения соответствия требованиям 4G:

– координированная многоточечная передача и приём (CoMP);
– ретрансляция;
– поддержка гетерогенных сетей;
– усовершенствование самоорганизующихся сетей (SON) LTE;
– повышение мобильности «домашних» базовых станций (HeNB);
– оборудование на территории абонента (CPE) фиксированной беспроводной связи.

РАЗВЁРТЫВАНИЕ LTE-ADVANCED

Промышленные испытания уже доказали перспективность многих технических решений LTE-Advanced. Операторы беспроводной связи всерьёз заинтересованы в повышении скорости передачи данных и улучшении спектральной эффективности. Вместе с тем конкретные сроки развертывания систем LTE-Advanced предсказать достаточно сложно, они будут зависеть от потребностей промышленности и успеха реализации существующих релизов 8 и 9 LTE. Внедрение стандарта LTE-Advanced влечёт за собой значительное усложнение как всей системы, так и отдельных устройств, поэтому промышленности потребуется некоторое время, чтобы отреагировать на эти изменения.

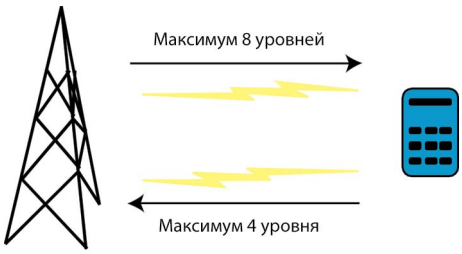

Рис. 2. Максимальное количество антенных портов и пространственных уровней в LTE-Advanced (релиз 10).

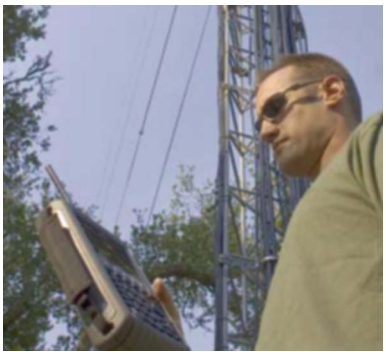

Рис. 3. Портативный РЧ-анализатор помогает быстро выявлять источники помех в полевых условиях

Ожидается, что при использовании LTE-Advanced в полевых условиях главную проблему (помимо тех, которые уже имеются в LTE) будут представлять помехи и паразитные сигналы. В условиях сложной радиочастотной обстановки для мониторинга спектра и выявления источников помех особое значение приобретают высокопроизводительные портативные приборы, такие как РЧ-анализатор Agilent FieldFox и ручные анализаторы спектра серии N934xC (см. рис. 3).

НОВОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

| ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В 2012 Г. |

Борьба стандартов

Создание сетей 3G идет параллельно с развертыванием LTE и 4G. Пока непонятно, какая из технологий займет лидирующую позицию, а какая окажется ненужной. С технической точки зрения переход на LTE может занять годы, учитывая, что связь более низкого уровня, 3G, обеспечивается далеко не повсеместно. С другой стороны, наступает протокол HSPA, скорость передачи по которому достигает 21 и 42 Мбит/с, что сравнимо с LTE. Для голосовой связи планируется использовать интернет-протоколы (IP).

Все в одном

Увеличивается количество смартфонов и портативных компьютеров. Соответственно, увеличивается объем передаваемых данных, что заставляет операторов быстрее развертывать сети следующего поколения. Расширяется функционал устройств, поэтому с рынка постепенно уходят электронные часы, будильники, персональные навигаторы, плееры, видеокамеры, фотоаппараты и электронные книги. На смену им приходят КПК, смартфоны и портативные компьютеры. Многие смартфоны содержат модуль связи на близком расстоянии NFC, что позволяет оплачивать услуги или открывать электронные замки с помощью телефона. Эта функция востребована на рынке и поможет превратить смартфон в электронный кошелек.

Структура сети

На смену обычным макроячейкам приходят метро-, микро-, пико- и фемтоячейки, которые обходятся операторам гораздо дешевле. Внутри ячейки и между ячейками в зависимости от нагрузки могут применяться разные протоколы обмена.

Альтернативной структурой может стать облачная сеть, CRAN (cloud radio access network). Здесь связь внутри небольшой ячейки осуществляется по радиоканалу, а связь с коммутационным центром — по оптоволоконному каналу. Обработка данных полностью выполняется в коммутационном центре.

Машинные сети в будущем будут объединены в одну глобальную сеть, которая получила название Intternet of things — интернет для вещей. Технология уже применяется.

www.electronicdesign.com