

# ТЕСТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ LTE-ADVANCED – РЕШЕНИЕ КОМПАНИИ ROHDE & SCHWARZ

А.Штефан

Многие сетевые операторы внедряют технологию мобильной радиосвязи LTE-Advanced (LTE-A), которая поддерживает значительно более высокие скорости передачи данных по сравнению с традиционным стандартом LTE. В настоящее время доступны первые абонентские станции с поддержкой технологии LTE-A. Для разработки, изготовления и технического обслуживания таких устройств необходимы решения для проведения испытаний, поддерживающие функцию агрегации несущих частот. Компания Rohde & Schwarz разработала специальную конфигурацию широкополосного радиокоммуникационного тестера R&S CMW500 для тестирования технологии LTE-A. Рассмотрим возможности нового решения.

Постоянно растущие запросы в части повышения доступности и скорости передачи данных приводят к необходимости расширения уже зарекомендовавшей себя технологии LTE, которая поддерживает максимальную полосу частот 20 МГц. В сочетании с методом MIMO, модуляцией 64QAM и полным выделением ресурсов это обеспечивает скорость передачи данных в нисходящем канале связи (Downlink, DL) до 150 Мбит/с. Использование технологии LTE-Advanced, появившейся в релизе 10 стандарта 3GPP, дает возможность расширить полосу частот и увеличить скорость передачи данных главным образом за счет применения метода агрегации несущих частот (Carrier Aggregation, CA). Функция CA позволяет выделить различным пользователям несколько составных несущих (component carriers, CC), положение которых зависит от доступного провайдеру частотного спектра (рис.1).

В технологии агрегации частот каждой несущей соответствует своя сота (cell). Одна из несущих исполняет роль первичной (primary component carrier, PCC), соответствующая ей ячейка так же называется первичной (Primary cell, PCell). Дополнительно выделяемые



Рис.1. Варианты расположения несущих для метода CA

несущие именуется вторичными (Secondary component carriers, SCC), как и соответствующие им вторичные ячейки (Secondary cell, SCell).

При использовании метода CA с двумя несущими можно удвоить ширину полосы частот до максимального значения 40 МГц и увеличить скорость передачи данных до 300 Мбит/с.

### ЗАДАЧИ КОНТРОЛЯ И ИЗМЕРЕНИЙ

Применение метода агрегации несущих приводит к повышению сложности тестов, поэтому решение для проведения испытаний для метода CA должно позволять пользователям выполнять перегруппировку комбинаций полос, диапазонов и отдельных частот. Кроме того, нужно предоставлять оперативный доступ к настройкам PCell и SCell, а также к информации о текущем состоянии вызова и процессах передачи сигналов. В связи с повышением скоростей передачи необходимо обеспечить возможность верификации данных в каналах с высокой пропускной способностью. Процесс моделирования реалистичных тестовых сценариев проще, если инструмент тестирования оснащен встроенным имитатором замираний и можно выполнять динамическое планирование распределения доступных сетевых ресурсов (scheduling) для испытываемого устройства (ИУ) в зависимости от качества канала.



**Рис.2.** Широкополосный радиокommunikационный тестер R&S CMW500 компании Rohde & Schwarz

Новая конфигурация CWM500 (рис.2) для тестирования LTE-A поддерживает проведение испытаний с двумя несущими для нисходящего канала и одной несущей для восходящего канала (Uplink, UL). Определение параметров выполняется динамически для каждой отдельной несущей, что также относится к настройкам мощности сигнала и планирования сетевых ресурсов. Функция формирования расширенного отчета позволяет получить подробный обзор возможностей релиза 10, а также предоставляет информацию о комбинациях диапазонов и полос частот, поддерживаемых ИУ (рис.3).



Рис.3. Отчет с результатами измерений для PCell (а) и SCell (б)

### УСТАНОВЛЕНИЕ ВЫЗОВА И ПЕРЕДАЧА СИГНАЛОВ

В решении компании Rohde & Schwarz после прикрепления ИУ к первичной соте PCell пользователь может динамически агрегировать вторичную соту SCell двумя способами: в полностью автоматическом режиме или вручную в несколько отдельных этапов. В первом случае прибор R&S CMW500 автоматически выполняет действия после прикрепления к первичной соте, а во втором – пользователь вручную запускает этапы передачи сигналов для уровней RRC и MAC. Эта полезная функция в сочетании с соответствующими опциями отладки эффективна при проведении исследований и разработки, в том числе на этапе первичного ввода в эксплуатацию ИУ для технологии LTE-Advanced. В качестве опции также доступна функция

формирования отчетов с результатами испытаний для PCell и SCell (см. рис.3).

### ИСПЫТАНИЯ ПЕРЕДАТЧИКОВ

Для одной UL-несущей процедура испытаний передатчиков не отличается от используемой в релизе 8. Большинство испытаний для метода CA с двумя UL-несущими также выполняется на отдельных несущих. Новые алгоритмы для одновременного измерения обеих несущих требуются только для смежных CC из одного диапазона (см. рис.1) в случае измерений спектра и мощности сигналов (рис.4).

### ИСПЫТАНИЯ ПРИЕМНИКОВ

Радиокommunikационный тестер R&S CMW500 предоставляет широкий спектр опций для проведения

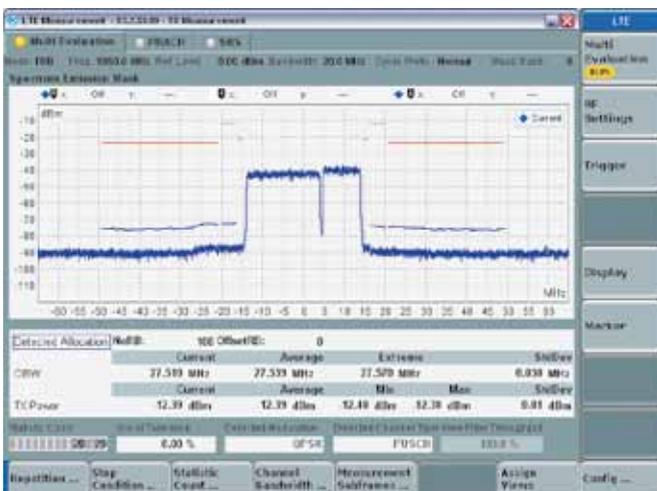


Рис.4. Результаты измерений для метода UL CA с двумя смежными несущими из одного диапазона

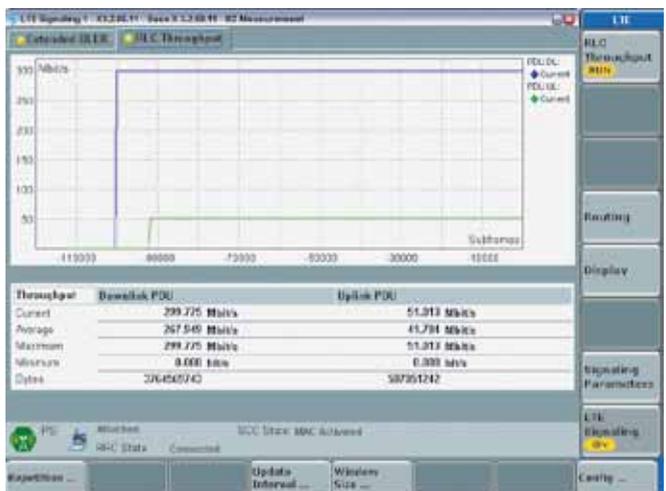


Рис.5. Измерение пропускной способности на RLC-уровне





Рис.6. Профили замирания и отчет о качестве канала (CQI, PMI, RI): а) для PCC, б) для SCC

подробного анализа общей пропускной способности или пропускной способности на несущую на различных уровнях (MAC/RLC/IP). Он позволяет верифицировать данные на пиковых скоростях передачи 300 Мбит/с в нисходящем (DL) и 50 Мбит/с в восходящем (UL) каналах для абонентских станций категории 6 (рис.5).

В сочетании с программным инструментом задания последовательностей выполнения тестов R&S CMWRun прибор R&S CMW500 обеспечивает многообразие процедур испытаний передатчиков, приемников и тестирования рабочих характеристик в соответствии с требованиями стандарта 3GPP 36.521.

### ПОМЕХИ ИЗ-ЗА ГАРМОНИК

При использовании метода CA и различных комбинаций диапазонов могут возникнуть помехи, обусловленные излучением на гармониках. Например, в случае первичной соты PCell, работающей в 17-м диапазоне частот для LTE, и вторичной соты SCell в диапазоне 4 третья гармоника восходящего канала в диапазоне 17 будет расположена в нисходящем канале диапазона 4, тем самым снижая чувствительность SCell при низких уровнях сигнала. Этого не происходит в обратной ситуации, когда первичная сота работает в диапазоне 4, а вторичная сота – в диапазоне 17.

Такую ситуацию легко смоделировать путем нажатия кнопки смены сот на приборе R&S CMW500 для перестановки PCell и SCell в рамках установленного соединения. Пользователь может оперативно проверить уровень чувствительности посредством измерения коэффициента блоковых ошибок (block error rate, BLER) в приемнике для определенной комбинации диапазонов и затем сразу нажать кнопку смены сот

для определения уровня чувствительности при той же комбинации, но переставленных сотах.

### ПОМЕХИ ВСЛЕДСТВИЕ ЗАМИРАНИЙ

Для моделирования сценариев замирания консорциум 3GPP определил различные профили замираний (пешеходы, автомобили, стандартная городская застройка, скоростной поезд и др.). Имитатор замираний, встроенный в прибор R&S CMW500, позволяет динамически применять эти профили к каждой несущей (рис.6).

Функция динамического планирования задач особенно полезна при проведении испытаний сценариев замираний. Радиокommunikационный тестер R&S CMW500 реагирует на отклик о качестве канала (CQI, PMI, RI), отправляемый ИУ, и выполняет динамическую адаптацию планирования ресурсов. Как правило, это позволяет повысить качество передачи данных благодаря снижению количества сбоев при передаче в единицу времени и увеличению скорости передачи. На основании гистограммы с соответствующими отчетами для каждой несущей можно легко проанализировать отклик ИУ (см. рис.6).

Прибор R&S CMW500 представляет собой простое и универсальное решение для тестирования указанных сценариев замираний. В случае более сложных пользовательских профилей замираний можно применять генераторы R&S AMU200A или R&S SMW200A в качестве внешних имитаторов замираний.

Новая конфигурация радиокommunikационного тестера CWM500 для тестирования LTE-A обеспечивает высокую степень автоматизации, а также простоту и удобство использования. Прибор идеально подходит для проведения испытаний на этапах изготовления, технического обслуживания, исследования и разработки. ●