

ОСОБЕННОСТИ DOWNLINK И UPLINK В ТЕХНОЛОГИИ LTE

Приходько А.С., студент.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Технология LTE – технология широкополосного доступа, поддерживающая гибкую несущую полосу частот, от 1,4 МГц до 20 МГц; частотный – FDD (Frequency Division Duplex) и временной – TDD (Time Division Duplex) дуплексы, схемы модуляции поднесущих на линии «вниз» – OFDMA и на линии «вверх» – SC-FDMA; обеспечение скорости до 100 Мбит / с в Downlink и 50 Мбит / с в Uplink.

Целью является анализ преимуществ использования разных видов модуляции на линии «вверх» и «вниз» и их влияние на передаваемый сигнал.

Стоит задача качественного анализа принципов модуляции широкополосного сигнала, на основе возможностей технологии LTE.

Потребности мобильных пользователей растут стремительно, что приводит к необходимости поиска путей решения проблем, связанных с увеличением пропускной способности, снижением задержек, качественным приемом данных.

Канал от БС к пользователю (downlink)

OFDM (англ. Orthogonal frequency-division multiplexing – мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов). Принцип OFDM заключается в передаче широкополосного сигнала путем независимой модуляции множества ортогональных поднесущих, разнесенных в частотной области с определенным шагом. На линии «вниз» используется схема OFDMA (англ. Orthogonal Frequency Division Multiple Access – множественный доступ с ортогональным частотным разделением каналов).

Использование OFDMA позволяет:

1) быть устойчивой к многолучевому распространению и межсимвольной интерференции, благодаря использованию циклического префикса (повторяющиеся биты данных в конце и начале символа);

2) справляться с временным рассеянием и устранять межсимвольные искажения, благодаря использованию защитного интервала между символами, что возможно при низкой символьной скорости;

3) значительное увеличение полосы пропускания радиоканала за счет улучшения спектральной эффективности, благодаря разделению одного частотного канала на множество ортогональных поднесущих [1].

Для технологии LTE приняты такие параметры OFDM:

- длина циклического префикса 4,69 мкс;
- длина OFDM-символа до 66,7 мкс;
- OFDM-сигнал используется более 2048 различных поднесущих (поддерживать все поднесущие не обязательно, БС должна быть в состоянии поддерживать передачу 72 поднесущих);
- разнесение поднесущих 15 кГц;
- для модуляции поднесущих используется один из трех типов модуляции:
 - QPSK (4QAM) 2 бита на символ;
 - 16QAM 4 бита на символ;
 - 64QAM 6 бит на символ.

Недостаток OFDM состоит в высоком отношении пиковой мощности к средней мощности радиосигнала (PARP - PeaktoAveragePowerRatio). Для реализации высоких значений PARP необходимо использования дорогие и эффективные усилители мощности, предъявляющих высокие требования к линейности, что сказывается на росте стоимости терминалов и скорости разряда батарей. Тогда, как питание для БС не является особой проблемой, для мобильного телефона является критической, поэтому для передачи в Uplink используют другую схему.

Канал от пользователя к БС (uplink)

Для канала «вверх», используется концепция – SC-FDMA (англ. Single-carrierFDMA – множественный доступ с частотным разделением на базе одной несущей). В ее основе лежит OFDMA, но в SC-FDMA в один момент времени передается только один символ на поднесущую. Структура SC-FDMA-сигнала подобна структуре OFDM-сигнала.

Использование SC-FDMA позволяет:

- 1) уменьшить пиковую и среднюю мощность передачи, что позволяет снизить расход энергии в пользовательских терминалах за счет использования одинаковой модуляции для поднесущих;
- 2) исключить взаимное влияние пользователей за счет введения циклических префиксов и использования эффективных эквалайзеров в приемных устройствах;
- 3) увеличение полосы пропускания радиоканала, благодаря разделению одного частотного канала на множество ортогональных поднесущих[2].

Проведенный анализ показывает, что использование принципов модуляции широкополосного сигнала SC-FDMA и OFDMA на линии «вверх» и «вниз» соответственно обусловлено особенностями приемо-передающих станций, необходимостью обеспечения заявленного качества обслуживания, пропускной способности.

Основным преимуществом OFDM является независимая модуляция множества ортогональных поднесущих, разнесенных в частотной области с определенным шагом. Принцип OFDM используют в разных схемах модуляции, что позволяет сохранить положительные черты модуляции, а также снизить пиковую и среднюю мощность передачи, как в случае с SC-FDMA, или повысить устойчивость к многолучевому распространению и межсимвольной интерференции, как при OFDMA.

Перечень ссылок

1. LTE OFDM, OFDMA and SC-FDMA [Электронный ресурс]

Режим доступа: <http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/lte-long-term-evolution/lte-ofdm-ofdma-scfdma.php>

2. 3GPP LTE: Introducing Single-Carrier FDMA [Электронный ресурс]

Режим доступа: <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-7898EN.pdf>