

РАДИО- ТЕХНИКА

170/2012



АНАЛИЗ АЛГОРИТМА ПЛАНИРОВАНИЯ РАДИОСЕТИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ LTE

Введение

На этапе динамичного развития информационно-коммуникативного общества возникает необходимость в новых подходах для освоения возможностей информационных процессов, вследствие чего внедряются новые технологии, что является предпосылкой для повсеместного проникновения широкополосного мобильного доступа.

Актуальность новых принципов функционирования в услугах передачи данных и мультимедийного контента с позиции научного подхода и выделения факторов эффективности не вызывает сомнений.

Основное направление для внедрения широкополосного мобильного доступа на современном телекоммуникационном рынке состоит в развитии интерактивной системы обмена информацией, преимущество которой заключается в участии субъектов, испытывающих потребность в виртуальном общении.

Одной из инновационных технологий, призванной решать вопросы информационного обмена, создания единого информационного пространства, а также обеспечить вхождение Украины в европейскую и глобальную информационные инфраструктуры, является беспроводная технология LTE (Long Term Evolution).

Основная часть

Технология LTE – это технология следующего поколения, которая отвечает ключевым требованиям, предъявляемым к системам 4G. Достоинства ее по сравнению с системами 2G/3G очевидны, поэтому основой приоритетных направлений деятельности телекоммуникационных компаний в контексте внедрения технологии LTE является развитие возможностей для широкополосного доступа передачи данных (ШПД).

Стимулами для внедрения ШПД при развитии технологии LTE как технологии следующего поколения являются: рост спроса на услуги передачи различного рода информации, и как следствие, рост трафика, а также требования к качеству; новые услуги, новый контент, генераторами которого становятся сами пользователи; возможность фрагментарного и взаимодополняющего расширения новых сетей. Несомненно, ШПД предоставит эффективный инструментарий для расширенных возможностей работы с данными и приложениями.

ШПД приобретает особую значимость, так как строится на высокоскоростных, емких, надежных и безопасных каналах связи.

Технология LTE, благодаря низкой задержке и высокой пропускной способности, позволит доставлять разнообразный контент на интеллектуальные мобильные устройства, что дает преимущества для пользователей. На рис. 1 показан сравнительный анализ задержки (при проходе сигнала туда-обратно) и средней пропускной способности макросоты (показан $\equiv$ – канал к абоненту и $/$ – канал от абонента) LTE.

Значения для технологии LTE учитывают следующие допущения: сервер находится рядом с сетью радиодоступа, расстояние между базовыми станциями (BS) – 500 м, стандартная скорость движения – 5 км/ч.

С точки зрения операторов, описанные преимущества для пользователей означают потенциальный доход. Основные составляющие успеха операторов при переходе на технологию LTE, по сравнению, например, с технологией HSPA, следующие: 10-кратный рост пиковой пропускной способности LTE; трехкратное уменьшение задержки LTE, а также снижение стоимости в расчете на 1 Мбайт на 70 % [1].

Задача сокращения затрат на передачу в расчете на 1 Мбайт напрямую связана с повышением эффективности использования спектра за счет перераспределения частотных диапазонов, таких как GSM и CDMA, и перехода на диапазоны с более низкой частотой для использования возможностей спектра и увеличения зоны покрытия, в особенности в сельской местности с низкой плотностью трафика.

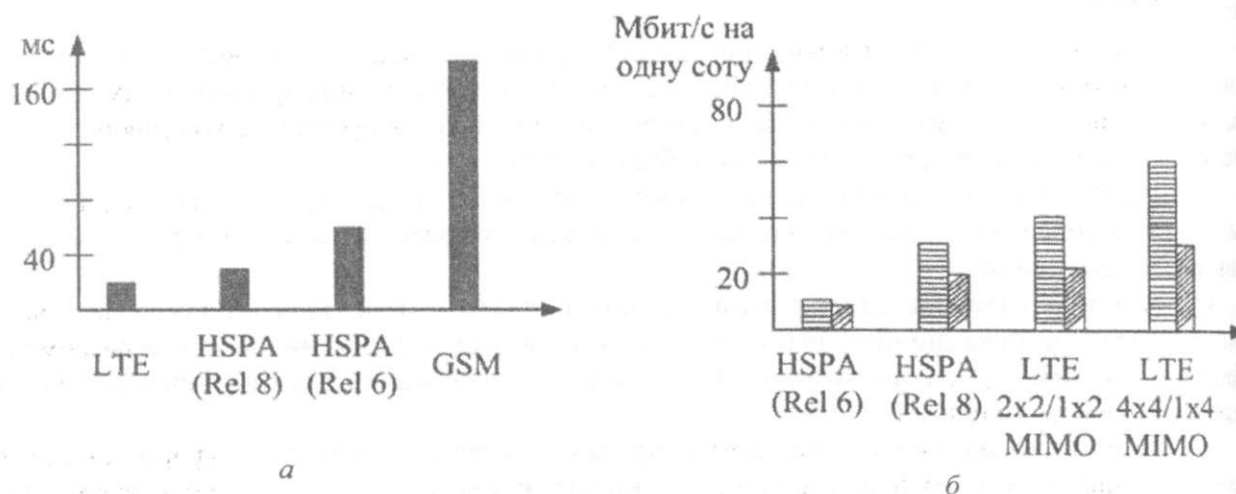


Рис. 1

Очевидно то, что технология LTE даст возможность преодолеть ограничения мобильного радиодоступа и достичь необходимых характеристик сети за счет повышения емкости и произвести так называемую «утилизацию» существования 2G и 3G. Более высокая спектральная плотность LTE за счет многократного использования существующих спектров предоставит возможность существующим операторам связи легко мигрировать к новым системам с поддержанием беспроводного взаимодействия с предыдущими технологиями (GSM, CDMA, UMTS).

Однако при переходе от сетей предыдущих поколений к сетям LTE необходимо, безусловно, учитывать все более возрастающую активность пользователей. На настоящий момент уже недостаточно проанализировать покрытие и оценить взаимное влияние BS, а оценка пропускной способности должна производиться с учетом моделирования параметров трафика и распределения абонентов [2].

Процесс планирования радиосети LTE описан алгоритмом, представленным на рис. 2.

Предварительное изучение технологии подразумевает изучение документов спецификации 3GPP и выработки методологии по анализу вопросов планирования радиосети.

Сетевое планирование включает вероятную оценку конфигурации и размеров сети, является начальной фазой и охватывает расположение элементов сети. Целью данного этапа алгоритма является выбор требуемого числа BS и дальнейшей их оптимизации при вероятной загрузке сети.

Сетевое планирование включает несколько шагов:

- Шаг 1: анализ трафика включает моделирование параметров трафика и распределения абонентов. Немаловажным является качество прогнозирования ситуации на линии «вверх» по сети;

- Шаг 2: анализ возможностей оператора включает оценку эффективности использования спектра частот и производительности на границы соты, пиковую скорость передачи данных (в канале к абоненту и в канале от абонента), задержку, а также оценку полосы частот, выделенной как для парных (режим FDD), так и для непарных (режим TDD) частотных

диапазонов. Существенным для операторов беспроводного широкополосного доступа, не имеющих сотовых активов, является совместное использование существующей инфраструктуры радиодоступа несколькими операторами, а также ее расширение.

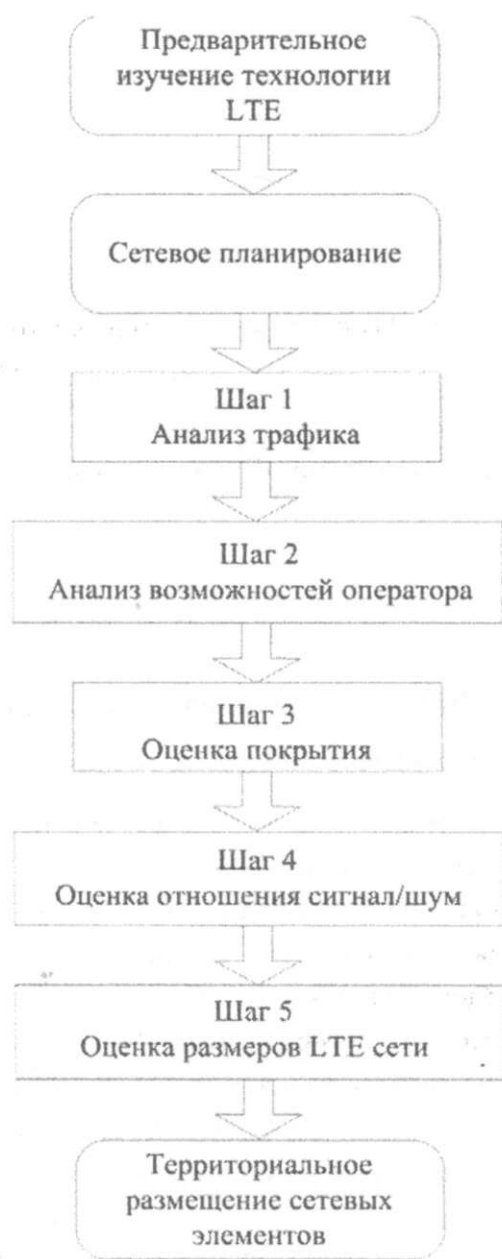


Рис. 2

рис.2

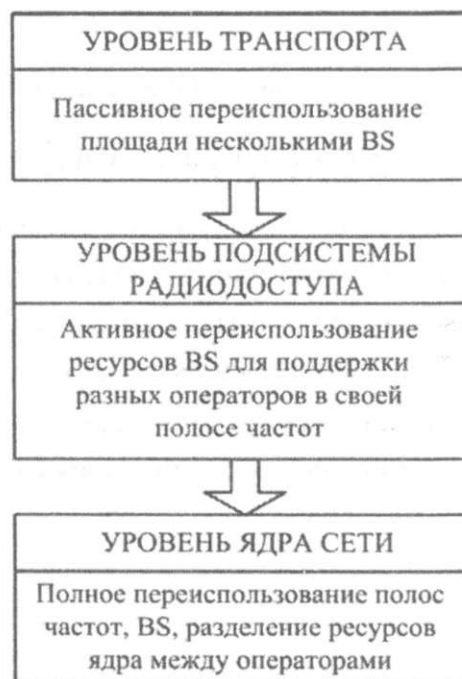


Рис. 3

Разделение ресурсов между операторами может осуществляться на нескольких уровнях [3]. Основные три уровня таковы: уровень транспорта, уровень подсистемы радиодоступа, уровень ядра сети (рис.3).

- Шаг 3: оценка покрытия. Данный этап является самым критичным в планировании сети LTE. Включает анализ потерь (энергетического бюджета) с выделением соответствующей модели распространения сигнала. Для LTE такой анализ представлен суммарной мощностью при распространении сигнала от передатчика к приемнику, т.е. основным уравнением передачи в Вт (формула 1):

$$P_{\Sigma} = \frac{P_{пер} G_{пер} G_{пр}}{L_{пер} L_{пр} P_{с/ш min} P_{шпр}} \quad (1)$$

где $L_{пер}, L_{пр}$ – потери сигнала на передающей и приемной сторонах соответственно;

$G_{пер}, G_{пр}$ – коэффициенты усиления передающей и приемной антенн соответственно;

$P_{с/ш min}$ – минимально требуемое отношение сигнал/шум для передачи сигнала с требуемым качеством;

$P_{шпр}$ – величина, включающая мощность теплового шума и коэффициент шума приемника.

На линии «вниз» (downlink) среднее значение мощности приемника

$$P_{\text{прсрDL}} = \frac{P_{\text{max пер NodeB}}}{B_{\text{LTE}}} \cdot \frac{B_{\kappa}}{L_{\Sigma \text{DL}}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{max пер NodeB}}$ – максимальная мощность передатчика BS;

$L_{\Sigma \text{DL}}$ – суммарные потери на линии «вниз»;

B_{LTE} – выделенная сети LTE полоса пропускания;

B_{κ} – полоса пропускания в канале передачи.

Известно [4], что выделенная полоса пропускания в LTE находится в пределах от 1,25 до 20 МГц. В спецификациях указано значение $P_{\text{max пер NodeB}}$ равным 43 дБм на частоте 5 МГц и 46 дБм на частотах более 5 МГц [5].

На линии «вверх» (uplink) среднее значение мощности приемника представлено формулой

$$P_{\text{прсрUL}} = \frac{P_{\text{max пер AB}}}{L_{\Sigma \text{UL}}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{max пер AB}}$ – максимальная мощность передатчика абонентского терминала. Согласно [5] ее значение лежит в пределах 21 – 24 дБм; $L_{\Sigma \text{UL}}$ – суммарные потери на линии «вверх».

Главная часть потерь состоит из потерь на стороне терминала, потерь в кабеле, учитывает коэффициент шума выходного усилителя BS, а также другие потери.

- Шаг 4: оценка соотношения сигнал/шум. При моделировании радиосети, после расчета размеров и конфигурации сети, а также расположения элементов сети, осуществляется проверка радиопокрытия для возможной емкости сети. Здесь учитываются два подхода планирования сети: первый – в городских условиях при высокой плотности пользователей в зоне обслуживания BS с меньшей площадью, но оптимизированной по пропускной способности; а второй – в сельской местности с невысокой плотностью пользователей, где зона обслуживания BS максимальна для покрытия. Следовательно, основным индикатором емкости сети является отношение сигнал/шум в сотах.

- Шаг 5: оценка размеров LTE сети. В результате обобщения перечисленных этапов оцениваются размеры LTE сети с оптимизацией параметров сети для получения максимальной эффективности.

Таким образом, в процессе планирования радиосети LTE выделяется основная задача, состоящая в нахождении оптимального решения по построению сети, т. е. рационального выбора полносвязной топологии сетевых элементов с учетом бизнес-стратегии и возможностей операторов.

В результате моделирования с применением программного обеспечения ATOLL A9955 был проанализировано радиопокрытие сети LTE для линии «вверх», являющейся наиболее критичной по дальности связи. Результаты этого анализа показаны на рис. 4.

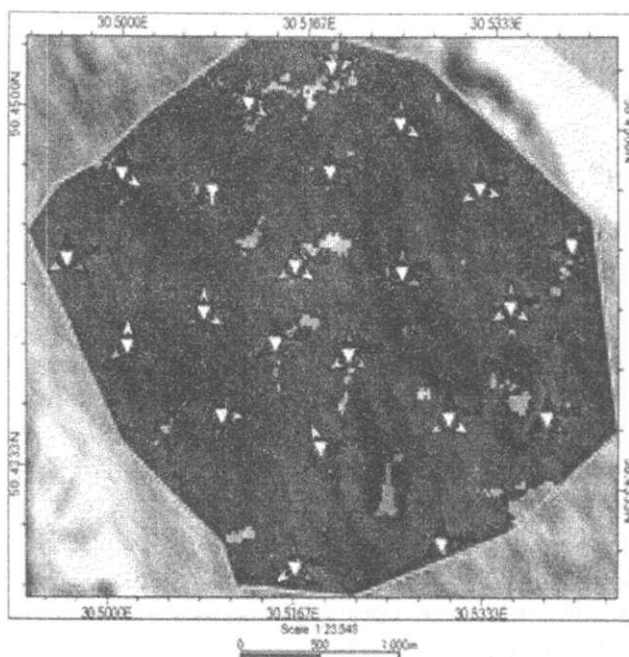


Рис.4

и спектральную эффективность использования РЧС.

Рассмотрен алгоритм планирования радиосети с использованием технологии следующего поколения LTE. Анализ алгоритма показал, что планирование радиосетей LTE имеет некоторые отличия от аналогичного процесса для других технологий. При проектировании таких сетей недостаточно только проанализировать покрытие и оценить взаимовлияние базовых станций, важной задачей является моделирование параметров трафика и анализ распределения абонентов.

Проведенное моделирование для оценки радиопокрытия сети LTE-TDD показало удовлетворительный результат на линии «вверх», являющейся наиболее критичной по дальности связи.

Список литературы: 1. Аналитический материал по NGMN версии 3.0: Next Generation Mobile Networks Beyond HSPA and EVDO. Режим доступа: <http://www.ngmn.org/WhitePaperBeyondHSPAandEVDO>. 01.09. 2012 г. 2. Коваленко, А.И. Особенности технологии Long Term Evolution и сравнительный анализ помехоустойчивости при разных видах модуляции / А. И. Коваленко, Р.В. Жуков, Б.Н. Шелковников // 19-я Междунар. Крымск. конф. «СВЧ техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо, 2009). – Севастополь, 14-18 сент. – 2009. – В 2-х т., т.1. – С. 235 – 236. 3. Farooq, K. LTE for 4G Mobile Broadband. Air Technologies and Performance / K. Farooq. – Cambridge University Press. – 2009. – 492 с. 4. Hoikkanen, A. Economics of 3G Long Term Evolution: the Business Case for the Mobile Operator / A. Hoikkanen // IEEE Conference on Wireless and Optical Communication Networks. – July, 2007. – 283 с. 5. Shannon, C. E. Communication in the presence of noise [Текст] / C. E. Shannon // Proc. Institute of Radio Engineers. – Vol. 37, No. 2. – 1998. – 254 с.

Харьковский национальный
университет радиоэлектроники

Поступила в редколлегию 12.09.2012