

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.

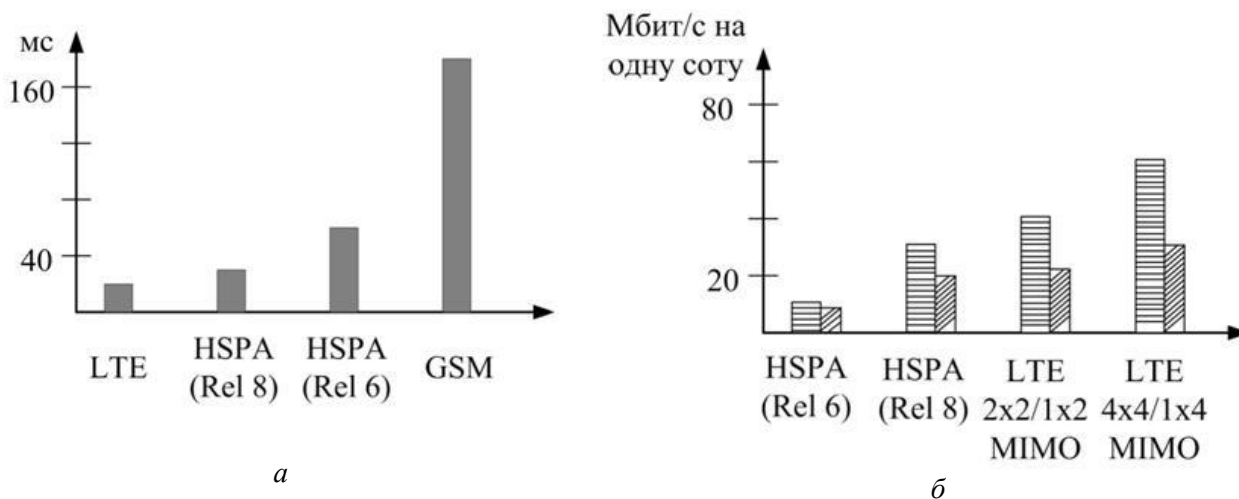


Рис. 1

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 бесшовного 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.

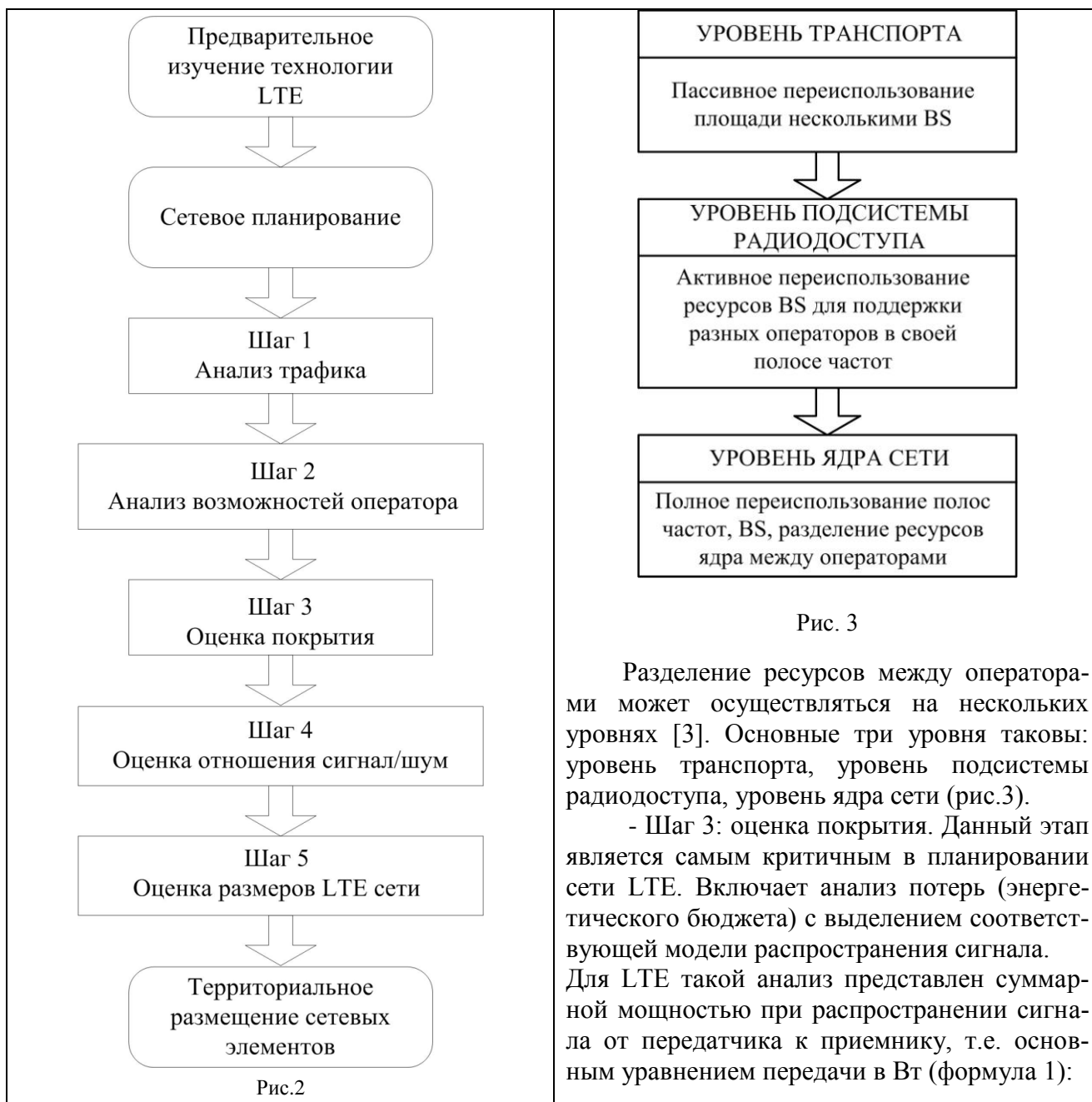


Рис. 3

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):

$$P_{\Sigma} = \frac{P_{nep} G_{nep} G_{np}}{L_{nep} L_{np} P_{c/ummin} P_{шnp}} \quad (1)$$

где L_{nep}, L_{np} – потери сигнала на передающей и приемной сторонах соответственно;

G_{nep}, G_{np} – коэффициенты усиления передающей и приемной антенн соответственно;

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

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

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

$$P_{nrcpDL} = \frac{P_{\max nrcpNodeB}}{B_{LTE}} \cdot \frac{B_k}{L_{\Sigma DL}} \quad (2)$$

где $P_{\max nrcpNodeB}$ – максимальная мощность передатчика BS;

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

B_{LTE} – выделенная сети LTE полоса пропускания;

B_k – 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 $P_{\max nrcpNodeB}$ 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

$$P_{nrcpUL} = \frac{P_{\max nrcpAB}}{L_{\Sigma UL}} \quad (3)$$

где $P_{\max nrcpAB}$ – максимальная мощность передатчика абонентского терминала. Согласно [5] ее значение лежит в пределах 21 - 24 дБм; $L_{\Sigma UL}$ – 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.

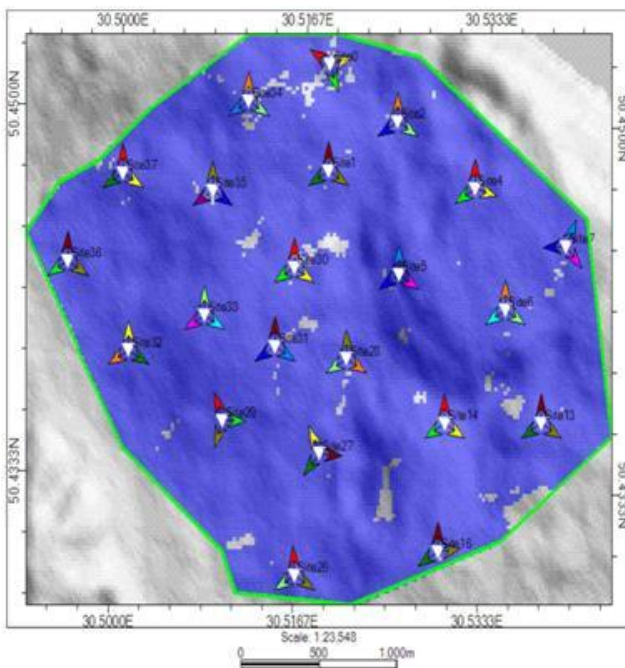


Рис.4

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/White Paper Beyond HSPA and EVDO](http://www.ngmn.org/White_Paper_Beyond_HSPA_and_EVDO). 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

Энергетический бюджет рассчитан для условий средней городской застройки при передаче данных со скоростью 144 кБит/с в режиме TDD. Вероятность радиопокрытия составила 97 %.

Заключение

Стандарт LTE направлен на обеспечение широкополосного мобильного доступа в качестве широко распространенной услуги, которая доступна пользователям в любом месте и в любое время, с оптимальным взаимодействием с существующими сетями 2G/3G, включая непрерывность предоставления услуг при переходе к сети следующего поколения и обратно.

Показано, что главной предпосылкой для внедрения мобильного ШПД является ограниченность ресурсов существующих сетей. Кроме того, такой подход позволит повысить экономическую, функциональную и