

# PLANNING AND OPTIMIZATION OF NETWORKS 4G

Ivanenko S.A., Bezruk V.M.

*Kharkov National University of Radioelectronics*

*14, Lenina Ave., Kharkov, 61166, Ukraine*

*Ph.: (057) 7021429, e-mail: sta-ivanenko@yandex.ru, bezruk@kture.kharkov.ua*

*Abstract* — The basic tasks and methods of selection of optimal design options when planning for mobile networks based on LTE technology, are presented.

## ПЛАНИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТЕЙ 4G

Иваненко С. А., Безрук В. М.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

*пр. Ленина, 14, Харьков, 61166, Украина*

*тел.: (057) 7021429, e-mail: sta-ivanenko@yandex.ru, bezruk@kture.kharkov.ua*

*Аннотация* — Приводятся основные задачи и методы выбора оптимальных проектных вариантов при планировании сетей мобильной связи на основе технологии LTE.

### I. Введение

Развитие сетей мобильной связи в последние 15-20 лет происходит в направлении перехода от голосовых услуг конечному пользователю к передаче скоростного мультимедийного потока данных (концепция Triple Play). Мобильные технологии позволяют получать доступ к глобальной сети Интернет и услугам связи, с одновременным обеспечением роуминга по всему земному шару. Пройдя сложную эволюцию от аналоговых к полностью цифровым, мобильные технологии вплотную подошли к своему новому этапу развития, который диктуется современными требованиями потребителей — к сетям связи 4-го поколения (4G). В странах с развивающейся экономикой с использованием 4G-решений строятся новые сети. Сети связи 4G характеризуются более высокой пропускной способностью, полной конвергенцией с проводными IP-сетями, адаптивным управлением частотным спектром и высоким качеством обслуживания мультимедийного трафика [1, 2].

Актуальным является вопрос планирования и оптимизации сетей связи 4G. Если методы планирования сетей мобильной связи предыдущих поколений хорошо развиты, то для сетей 4G они находятся в процессе развития [2].

В работе рассмотрены особенности планирования и оптимизации сетей мобильной связи на основе технологии LTE, которая является наиболее перспективной реализацией концепции 4G.

### II. Основная часть

Планирование сетей LTE, включает следующие аспекты. Во-первых, это анализ трафика в сети, позволяющий провести имитацию работы сети. Абонентов, распределенных по территории случайным образом (однако с учетом статистического распределения по типам местности), подключают к базовым станциям с учетом требуемой емкости. Это позволяет оценить загрузку каждой базовой станции, а также количество абонентов, которые не будут обслуживаться из-за отсутствия канальной емкости на базовых станциях. Для анализа трафика необходимо предварительно провести расчет радиопокрытия и анализ интерференции сети. Во-вторых, выбор оптимальных частотных параметров сети для минимизации интерференции (т.е. территории, которые не

обслуживаются из-за внутренних помех). В-третьих, оптимизация сети, в процессе которой подбираются параметры базовых станций: частоты, азимуты и углы места антенн, мощность, высоту подвески, сайт. В результате этого происходит выбор оптимальных показателей качества сети, в частности, зоны обслуживания не менее заданной; минимальных уровней интерференции; равномерной нагрузки трафика на базовые станции.

Оптимизация сети включает в себя большое количество итераций с многократным расчетом покрытия и интерференций. Результатом оптимизации сети являются параметры базовых станций сети с соответствующим покрытием сети, интерференциями и загрузкой базовых станций.

Оптимизация выполняется путем: использования более эффективных антенных систем; выбора алгоритмов динамического управления частотным ресурсом и полосы пропускания канала связи; совершенствования модуляции OFDM; определения необходимого соотношения между площадью покрытия и емкостью сети; усовершенствования методов кодирования и шифрования информации в каналах связи.

Следует отметить, что на протяжении всего жизненного цикла мобильной сети число ее абонентов, объем трафика и его распределение по обслуживаемой территории постоянно изменяются. Поэтому процесс оптимизации сетей осуществляется непрерывно. Для этих целей используются программные продукты мониторинга состояния сети, которые позволяют учитывать изменения в процессе работы и адаптировать сеть мобильной связи под них.

Планирование сетей LTE имеет некоторые отличия от аналогичного процесса для других технологий. Отличия обусловлены типом многостанционного доступа на базе OFDM, наличием двух типов дуплекса — частотного (FDD) и временного (TDD). При планировании сетей с временным дуплексом приходится искать компромисс между радиопокрытием и емкостью сети. Поэтому существуют два основных варианта планирования сетей: с целью формирования максимальной площади покрытия или с целью обеспечения требуемой емкости.

Также при планировании частотного плана следует применять секторные антенны для организации радиопокрытия территории. Использование таких антенн, позволяет уменьшить уровень взаимных по-

мех, то есть помех по совпадающим частотным каналам. Секторизация позволяет чаще повторно использовать частоты в сотах при одновременном снижении уровня помех [2, 5, 6, 7].

Использование технологии множественного приема/передачи (Multiple-Input Multiple-Output, MIMO) способствует повышению скорости передачи данных и росту эффективности использования спектра. Системы MIMO могут использоваться либо для подавления эффектов замирания сигнала, либо для повышения пропускной способности. Так как в реальных условиях работы системы беспроводной связи работают в условиях ярко выраженного многолучевого распространения радиоволн, то использование антенных систем MIMO позволяет получить значительный выигрыш.

В беспроводной связи ключевым фактором, определяющим качество связи, является радиоканал. Чтобы обеспечить многопоточную передачу в одном частотно-временном пространстве, необходимо гарантировать существенные различия радиоканалов в каждом канале связи.

В системах беспроводной связи многоантенные системы обладают преимуществами благодаря пространственным характеристикам радиоканала, которые обусловлены размещением отдельных антенн в среде с эффектом многолучевого распространения. Для создания нескольких независимых путей распространения сигнала, которые можно восстановить в приемнике, MIMO использует несколько трактов приема и передачи, как на стороне передатчика, так и на стороне приемника. Поэтому при оптимизации характеристик MIMO необходимо хорошо понимать эффект корреляции между каналами, для изучения которого требуются средства точного тестирования компонентов (например, приемников) и систем MIMO в реальных условиях и на реальных каналах. Для реализации преимуществ MIMO в беспроводной связи требуется весьма точное тестирование компонентов и систем MIMO в реальных условиях [4].

С целью уменьшения количества используемой аппаратуры на базовых станциях целесообразно применять устройства, которые могут объединять в себе и обеспечивать одновременную работу мобильных сетей различных поколений. Так как количество мест, где возможна установка базовых станций, сильно ограничено, то это существенно увеличивает количество мест для новой установки на основе существующих базовых станций.

Для оценки эффективности работы мобильных сетей могут быть использованы различные методы:

— аналитические методы для оценки максимума скорости передачи данных или пика спектральной эффективности;

— сбор данных о функционировании сети и их статистического анализа.

— применение моделирования для кодирования-декодирования, обработки MIMO, скремблирования, модуляции, оценки канала и выравнивания.

Рассмотрены примеры расчета энергетического бюджета для сетей LTE с частотным и временным дуплексом, работающих в диапазоне 2600 МГц и

установлено, что сети, работающие на частотах GSM, обладают лучшими показателями покрытия территории, нежели на более высокочастотных диапазонах, при прочих равных условиях. Это объясняется условиями распространения радиоволн в пространстве, что особенно критично при работе базовых станций в условиях городской застройки.

Для повсеместного внедрения технологии LTE существует необходимость анализа и оптимизации использования частотного спектра на Украине, так как многие операторы мобильной связи не владеют непрерывными полосами частот, необходимыми для развёртывания технологии LTE.

### III. Заключение

1. Определено, что планирование мобильных сетей связи требует больших материальных, трудовых и временных затрат. От того, насколько качественно оно будет выполнено, напрямую зависит соотношение «эффективность-затраты», которое является определяющим в условиях рыночной экономики. Не исключением является и планирование сетей LTE.

2. Выявлено, что сети с использованием временного дуплекса обладают большей ёмкостью, однако площадь покрытия радиосети значительно уступает сетям с использованием частотного дуплекса.

3. Использование многоантенных MIMO систем позволяет бороться с интерференционными эффектами распространения радиоволн путём использования нескольких трактов приема и передачи, как на стороне передатчика, так и на стороне приемника.

4. Установлено, что основной проблемой при внедрении LTE-технологии в Украине является необходимость в новых частотных диапазонах для получения преимуществ от широкого канала. Одним из решений этой проблемы является рефарминг частотного ресурса, а также оптимизация распределения текущих предоставляемых услуг по частотному диапазону.

### IV. References

- [1] Tikhvinskiy V., Terentiev S., Urchuk A. *LTE mobile networks: Technologies and Architecture*. Moscow, Eco-Trends, 2010. 284 p.
- [2] Mishra A.R. *Advanced Cellular Network Planning and Optimisation. 2G/2.5G/3G Evolution TO 4G*. UK, John Wiley & Sons Ltd, 2007. 542 p.
- [3] Lebedev V. OFDM Modulation in the Radiocommunication. *Hams*, 2008, No 9, pp. 36-40.
- [4] Sliusar V.I. System MIMO: principles of construction and signal processing. *Electronics: science, technology, business*, 2005, No 8, pp. 52-58.
- [5] Bezruk V.M., Bukhanko A.N., Chebotaryova D.V., Varich V.V. Multicriteria optimization in telecommunication networks planning, designing and controlling. *Open Book "Telecommunications Networks-Current Status and Future Trends"*, 2012. pp. 251-274.
- [6] Bezruk V.M., Chebotaryova D.V., Anishchenko A.V. Automatic control of Radio Communication Networks Design. *Telecommunications and Radio Engineering*, 2009, vol. 68, No 5, pp. 429-444.
- [7] Chebotareva D.V., Bezruk V.M. Multicriterion optimization of the design decisions in planning networks of cellular mobile communication. Kharkov, SMIT, 2013. 148 p.