

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ СЕТИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ LTE ДЛЯ УСЛОВИЙ ГОРОДА ЗУГРЭС

Максимов М.А., студ.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

С развитием технологий возникает потребность в увеличении скорости мобильного интернета. Сейчас можно видеть, что доступ к сети Интернет стал неотъемлемой частью жизни общества. Люди используют его для работы, развлечений, общения, обучения, а также пользуются онлайн услугами банков, компаний, государственных учреждений.

В связи с этим технологии довольно быстро развиваются. В технологиях мобильного широкополосного доступа играют большую роль такие параметры как: скорость передачи данных, задержки, время отладки и пропускная способность. Исходя из этих параметров, была выбрана наиболее оптимальная технология для построения мобильной информационной сети города Зугрэса. Наиболее актуальной и перспективной технологией в плане проектирования является стандарт LTE Advanced (Rel.10). Он имеет высокую скорость передачи данных, которая достигает 1 Гбит/с на приём и 500 Мбит/с на отдачу; в стандарте же установлены 300 Мбит/с на приём и 50 Мбит/с на отдачу. Эта технология отличается повышенной ёмкостью, меньшим значением задержки. Это позволяет снизить стоимость передачи данных, расширить спектр мобильных услуг и уменьшить цену на них. Также он взаимодействуют с уже существующими протоколами, может работать в различных частотных диапазонах – от 1.4 МГц до 20 МГц, с использованием разных технологий разделения: FFD и TDD.

Целью работы является обеспечение абонентов города Зурэсса, высокоскоростным мобильным доступом к сети Интернет на базе технологии четвертого поколения сетей LTE. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ абонентского состава.
2. Провести расчет количества базовых станций.
3. Привести расчет трафика и пропускной способности сети.
4. Разработать структурную схему.
5. Обеспечить абонентов минимальной скоростью в 5 Мбит/с.

Город Зугрэс имеет достаточно прямой рельеф местности и среднюю плотность городской застройки, максимальное количество этажей 9. Площадь территории $S \approx 14.5 \text{ км}^2$. Численность населения $\approx 18\,184$ человека (по данным на 2015 год).

Для построения сети оператор должен иметь разрешение на работу в следующих частотах 1800 МГц, 2600 МГц. Услугами оператора будет пользоваться приблизительно 30% населения, что составляет 5456 человек.

Используя модель расчёта Окамуры-Хата для малых и средних городов можно найти количество базовых станций. В соответствии с этой моделью величина затухания сигнала при распространении в городских районах рассчитывается последующей формуле:

$$PL = 69,55 + 26,16 * \log f - 13,82 * \log hB - a(hM) + (44,9 - 6,55 * \log hB) * \log R \quad (1)$$

Далее из формулы (1) находим радиус действия базовой станции (Б):

$$PL = 46,3 + 33,9 * \log(f / \text{MHz}) - 13,82 * \log(hB / m) - a(hM) + (44,9 - 6,55 * \log(hB / m) * \log R + Cm(\text{дБ}); \quad (2)$$

где $Cm = 0$ дБ для городов среднего размера, пригородов и 3 дБ для больших городов;
 $a(hM)$ - корректировочный фактор для малых и средних городов:

$$a(hM) = (1,1 * \lg F - 0,7)Nac - (1,56 * \lg F - 0,8) \quad (3)$$

Затем проведем расчет формулы (2). Зная заданную площадь территории и радиус действия БС, определяем число базовых станций с помощью формулы:

$$N = 1.21 \cdot S / \pi R^2 \quad (4)$$

При этом ширина канала составляет 20 МГц на сектор антенны. Каждая поднесущая модулируется посредством 64-QAM.

Теперь произведем те же расчеты, только для частотного диапазона 1800 МГц. Рассчитаем корректировочный фактор:

$$a(hM) = (1,1 * \lg 1800 - 0,7) * 1,5 - (1,56 * \lg 1800 - 0,8) = 0,043.$$

Затем проведем расчет PL по формуле (2), при этом ширина канала составляет так же 20 МГц на сектор антенны, и так же каждая поднесущая модулируется посредством 64-QAM. Зная заданную площадь территории и радиус действия базовой станции, также определяем количество базовых станций и занесем данные в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчёт зоны покрытия базовых станций сети

	Частота 1800 МГц	Частота 2600 МГц
Количество базовых станций	4	16
Радиус действия станции	1.716 км	0.591 км
PL (величина затухания сигнала)	212,08 дБ	134,5 дБ
Корректировочный фактор	0,043	0,054

Так как ширина канала между базовой и передвижной станциями равна 20 МГц. По спецификации Advanced (Rel.10) при ширине в 20 МГц, число ресурсных блоков составляет 100 единиц, а число поднесущих равно 1200. Т.к. одной из задач проекта является обслуживание минимальная скорость в 5 Мбит/с, то в одном секторе могут работать максимально 20 абонентов, а на всей Б – 60.

Задаваясь средним трафиком одного абонента в час наибольшей нагрузки определим число абонентов в соте:

$Ma = A/A_0 = 50/0.03 = 1667$, при работе БС на частоте 1800 МГц, а при частоте 2600 МГц число абонентов будет составлять $Ma = A/A_0 = 50/0.02 = 2500$. При прохождении сигнала от базовой станции к абоненту наблюдается его затухание. Максимально допустимые потери при распространении в канале определим по формуле:

$$LUL = PoutA + GA + GB - LB - PinB + G - L, \quad (5)$$

где $PoutA = 30$ дБм – мощность на выходе передатчика;

$GA = 0$ дБ – коэффициент усиления антенны;

$GB = 17$ дБ - коэффициент усиления антенны Б;

$LB = 2$ дБ – потери в фидере Б;

$PinB = -113$ дБм - чувствительность приёмника Б;

$G = 3$ дБ - выигрыш за счёт разнесённого приёма;

$L = 17$ дБ – поправка на запас мощности и потери в здании.

А в нисходящем канале:

$$LUL = PoutB + GB - LB + GA - PinA - L, \quad (6)$$

где $PoutB = 52$ дБм – мощность на выходе передатчика Б (на сектор);

$GA = 0$ дБ – коэффициент усиления антенны;

$GB = 17$ дБ - коэффициент усиления антенны Б;
 $LB = 2$ дБ – потери в фидере Б;
 $PinA = -104$ дБм - чувствительность приёмника;
 $L' = 17$ дБ – поправка на запас мощности и потери в здании (средняя городская застройка).

Для системы FDD средняя пропускная способность 1 сектора eNB может быть получена путем прямого умножения ширины канала на спектральную эффективность канала:

$$R = S * W. \quad (7)$$

Средняя пропускная способность базовой станции $ReNB$ вычисляется путем умножения пропускной способности одного сектора на количество секторов базовой станции; число секторов eNB примем равное 3, тогда:

$$R_{eNB} = R_{DL/UL} * 3. \quad (8)$$

Средне планируемая пропускная способность находим по формуле:

$$R_N = (R_{eNB.DL} + R_{eNB.UL}) * N_{eNB}. \quad (9)$$

Далее сделаем проверочную оценку емкости проектируемой сети и сравним с рассчитанной. Определим усредненный трафик одного абонента в ЧНН:

$$R_{T.ЧНН} = \frac{T_T * q}{N_{ЧНН} * N_D}. \quad (10)$$

Определим общий трафик проектируемой сети в $ЧНН$ $R_{общ.}/ЧНН$ по формуле:

$$R_{общ.}/ЧНН = R_{T.ЧНН} * N_{акт..аб}. \quad (11)$$

где $N_{акт.аб}$ – число активных абонентов в сети; определим число активных абонентов в сети как 65% от общего числа потенциальных абонентов $Наб$, то есть $N_{акт.аб} = 3547$ абонентов. Все рассчитанные данные занесем в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчет трафика

LUL	144 дБ.
LDL	154 дБ
RDL	52 Мбит/с.
RUL	40 Мбит/с
ReNB.DL	156 Мбит/с
ReNB.UL	120 Мбит/с
RN	3312 Мбит/с
$R_{T.ЧНН}$	0,29 Мбит/с
$R_{общ.}/ЧНН$	1028.456 Мбит/с

Таким образом, $RN > R_{общ.}/ЧНН$. Это условие показывает, что проектируемая сеть не будет подвергаться перегрузкам в ЧНН. Структурная схема сети приводится на рисунке 1

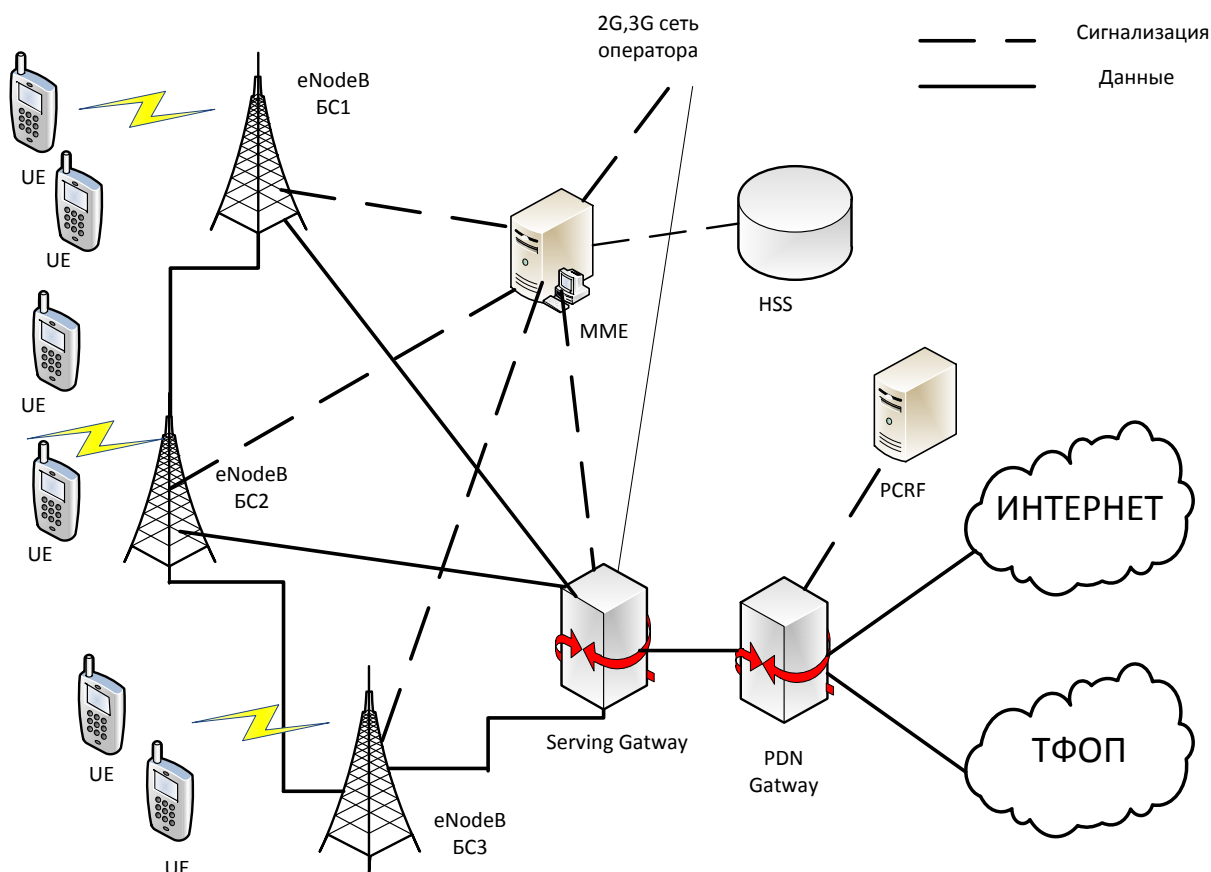


Рисунок 1 – Структурная схема сети

Подвод итоги можно сказать, что исходя из ландшафта местности, город имеет достаточно прямой рельеф. Площадь всей территории составляет 14.5 км², а количество населения 18184 человека (по данным на 2015 год) из которых 30% являются потенциальными абонентами. Затем была определена зона покрытия базовых станций для двух диапазонов частот 1800 и 2600 МГц по модели Окумуры - Хата для средних и малых городов.

Исходя из полученных данных, было найдено примерное количество базовых станций для города, при тех же частотах. Затем задаваясь средним трафиком одного абонента в час наибольшей нагрузки, было определено число абонентов в соте. Далее из радиуса действия и количества абонентов в соте было принято решение выбрать частоту 1800 МГц как основную. Также были рассчитаны значения затуханий в восходящем и нисходящем канале. После этого были рассчитаны параметры пропускной способности сети. Затем рассчитывались такие параметры как: средняя пропускная способность 1 сектора, средняя пропускная способность базовой станции, средне планируемая пропускную способность RN проектируемой сети. После была сделана проверочная оценка емкости проектируемой сети, которая сравнивается с рассчитанной.

Перечень ссылок

1. Тихвинский, В. О. Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура / В. О. Тихвинский, С. В. Терентьев, А. Б. Юрчук. – Москва : Эко-Трендз, 2010. – 284 с.
2. Бабков, Ю. В. Подходы к планированию и оптимизации сетей LTE / В. Ю. Бабков. - Санкт-Петербург, 2014.
3. Гельгор, А. Л. Технология LTE мобильной передачи данных : учебное пособие / А. Л. Гельгор. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2011.