

АНАЛИЗ ПОЛОС ЧАСТОТ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ СЕТИ ШИРОКО-ПОЛОСНОГО ДОСТУПА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ LTE

Калышпекова Н.Т.

ЗАО «Альфа Телеком», Бишкек, Кыргызстан, eakr.info@gmail.com

***Аннотация:** В данной статье дан анализ частот для внедрения сети широкополосного доступа на основе технологии LTE.*

***Ключевые слова:** мультимедийный сервис, мобильная связь, частотный ресурс.*

ANALYSIS OF FREQUENCY BANDS FOR THE IMPLEMENTATION OF A WIDERANGE NETWORK BAND ACCESS BASED ON LTE TECHNOLOGY

Kalyshpekova N.T.

“Alfa Telecom” CJSC, Bishkek, Kyrgyzstan

***Annotation:** This article analyzes the frequencies for implementing a broadband network based on LTE technology.*

***Key words:** multimedia service, mobile communication, frequency resource.*

Стандарт LTE (Long-TermEvolution) считается логическим развитием технологий 4G, его внедрение является перспективным направлением развития сетей.

Основными целями создания стандарта LTE можно назвать наращивание возможностей высокоскоростных систем мобильной связи, уменьшение стоимости передачи данных, возможность предоставления широкого спектра недорогих услуг. LTE отличается от 3G повышенной емкостью, лучшим использованием частотного спектра и меньшей задержкой, которая может снижаться всего до 5 мс для небольших пакетов.

Повышение скорости передачи данных означает и повышение качества предоставляемых услуг, способствует распространению со временных мультимедийных сервисов (социальные сети, многопользовательские игры, интерактивные онлайн-приложения, видеоконференции, видеозвонки и др.).

В отличие от других стандартов мобильной связи LTE не привязан к какому-то конкретному диапазону частот.

На данный момент разработчиками 3GPP выделено около 40 диапазонов (табл. 1), для которых производители выпускают стандартное радиооборудование LTE.

Такое пестрое разнообразие затрудняет техническую возможность международного роуминга, но зато помогает справиться с возрастающим дефицитом частот для мобильных приложений в различных странах.

Сюда попали как частоты, используемые сейчас под другие стандарты (например, 900, 1800 (GSM), 2100 (UMTS), 2500 (WiMAX), так и «новые», например, 700-800 МГц.

Однако фрагментированные кусочки спектра шириной 5-10 МГц в частотах 900/1800 МГц не позволяют обеспечить должную емкость сетей и в полной мере раскрыть все технологические преимущества LTE.

Далеко не все из возможных диапазонов найдут широкое распространение, тем более, что большое количество диапазонов очень трудно реализовать в одном абонентском устройстве, а это уже проблема для обеспечения глобального роуминга.

Зона покрытия одной БС в LTE зависит от используемого диапазона частот, и чем он ниже, тем на большее расстояние можно передать сигнал.

Развертывание сетей в низкочастотной области спектра более привлекательно с точки зрения затрат и оптимально подходит для покрытия районов с низкой плотностью населения (пригороды и сельские районы).

В условиях городской застройки радиус соты может быть от нескольких сот метров до нескольких километров.

В густонаселенных районах использование высоких частот для LTE потребует дополнительных мер для улучшения покрытия внутри помещений.

Таким образом, наиболее привлекательными являются:

- 800 МГц – выделен под LTE, выгоден с точки зрения затрат на обеспечение сплошного покрытия;
- Оборудование выпускается всеми ведущими производителями;
- 2,5 ГГц – выделен под LTE, выгоден при обеспечении емкости в хот-спотах; оборудование выпускается всеми ведущими производителями;
- 1800 МГц – будет освобождаться по мере уменьшения количества GSM телефонов и расширения покрытия 3G, хорош с точки зрения обеспечения в сети баланса между емкостью и покрытием;
- GSM-операторам даст возможность сэкономить за счет переиспользования инфраструктуры сети доступа (приемо-передатчики, антенны);
- Оборудование выпускается почти всеми ведущими производителями.

Выбор правильного диапазона для развития LTE – задача достаточно сложная.

В нижних диапазонах, где всё отлично с покрытием, проблема найти полосу достаточной ширины для LTE.

В верхних диапазонах обычно хорошо с частотным ресурсом, но БС нужно ставить через каждые 400-500 метров, что экономически не выгодно.

Можно предположить, что сети LTE в будущем будут иметь несколько диапазонов.

Пути решения проблем использования радиочастотного ресурса.

Как видно из таблицы 1, диапазоны, предназначенные для развития сетей LTE, уже освоены или осваиваются для работы сетей мобильной связи и беспроводного доступа различных технологий:

- 790-862 МГц (воздушная радионавигация, первые сотовые сети DAMPS-800 и CDMA-800);
- 880-915 МГц/925-960 МГц (GSM-900);
- 1710-1785 МГц/1805-1880 МГц (GSM-1800);
- 1900-1980 МГц/2010-2025 МГц/2110-2170 МГц (3G/UMTS);
- 2300-2400 МГц (WiMAX);
- 2500-2690 МГц (WiMAX).

Соотношение применимости каналов с различной шириной спектра в сетях LTE иллюстрирует таблица 2.

Возможность применения канала с определенной шириной спектра в таблице отмечена словом «да», невозможность – словом «нет».

Таблица 1

Диапазоны частот для развития LTE

Номер рабочих диапазонов	Диапазон частот, МГц		Вид дуплекса
	Линия «вверх» (UL) Приемник БС/ Передатчик АС	Линия «вниз» (DL) Передатчик БС/ Приемник АС	
1	1920—1980	2110—2170	FDD
2	1850—1910	1930—1990	
3	1710—1785	1805—1880	
4	1710—1755	2110—2155	
5	824—849	869—894	
6	830—840	875—885	
7	2500—2570	2620—2690	
8	880—915	925—960	
9	1749,9—1784,9	1844,9—1879,9	
10	1710—1770	2110—2170	
11	1427,9—1452,9	1475,9—1500,9	
12	698—716	728—746	
13	777—787	746—756	
14	788—798	758—768	
15	Зарезервирован	Зарезервирован	—
16	Зарезервирован	Зарезервирован	—
17	704—716	734—746	FDD
18	815—830	860—875	
19	830—845	875—890	
...	...	...	TDD
35	1850—1910		
36	1930—1990		
37	1910—1930		
38	2570—2620		
39	1880—1920		
40	2300—2400		

Таким образом, будущее внедрения сетей LTE связано с необходимостью реформирования использования радиочастотного спектра на основе национальных процедур его высвобождения и перепланирования.

Проанализируем ресурсные возможности диапазонов частот с целью выявления типовых сценариев использования:

- Диапазон 900 МГц (доступный ресурс 35 МГц). Типовой сценарий возможного использования – каналы LTE шириной 1,25-5 МГц.
- Диапазон 1800 МГц (доступный ресурс 75 МГц). Типовой сценарий возможного использования – каналы LTE шириной 5-10 МГц.
- Диапазон 2100 МГц (доступный ресурс 60 МГц). Типовой сценарий возможного использования – каналы LTE с шириной 5-10 МГц.

- Диапазон 2600 МГц (доступный ресурс 70 МГц для LTE/FDD).

Типовой сценарий возможного использования – каналы LTE шириной 5, 10, 15, 20 МГц. Проблемы частотной совместимости.

Одним из основных требований к создателям сетей 4 поколения было совместимость с существующими сетями 3 поколения. На данный момент существуют алгоритмы межтехнологического роуминга, которые позволяют обслуживать зоны с еще недостаточным покрытием сетей LTE с помощью сетей GSM.

Однако, возникли проблемы с существующими абонентскими устройствами, которые полностью несовместимы для обслуживания новой технологией.

Таблица 2

Возможность создания каналов LTE в разных диапазонах

Номер диапазона LTE	Возможность применения каналов с шириной спектра, МГц					
	1,4 МГц	3 МГц	5 МГц	10 МГц	15 МГц	20 МГц
1	нет	нет	да	да	да	да
2	да	да	да	да	да	да
3	да	да	да	да	да	да
4	да	да	да	да	да	да
5	да	да	да	да	нет	нет
6	нет	нет	да	да	нет	нет
7	нет	нет	да	да	да	да
8	да	да	да	да	нет	нет
9	нет	нет	да	да	да	да
10	нет	нет	да	да	да	да
11	нет	нет	да	да	да	да
12	да	да	да	да	нет	нет
13	нет	нет	да	да	нет	нет
14	нет	нет	да	да	нет	нет
19	нет	нет	да	да	да	нет
...	...	...	...	...	...	...
35	да	да	да	да	да	да
36	да	да	да	да	да	да
37	нет	нет	да	да	да	да
38	нет	нет	да	да	да	да
39	нет	нет	да	да	да	да
40	нет	нет	да	да	да	да

К настоящему времени такие крупные производители телекоммуникационного оборудования, как Alcatel-Lucent, Ericsson, Fujitsu, Huawei Technologies, Motorola, NokiaSiemensNetworks, ZTE и другие, протестировали технологию LTE, и многие из них готовы поставлять операторам законченные LTE-решения.

Причем, абонентские устройства LTE поддерживают протоколы стандартов 3 поколения. Таким образом, сети LTE есть необходимость разворачивать на территориях с прогнозируемо высоким спросом на широкополосный мобильный доступ, причем экономически целесообразным будет модернизация существующих сетей стандарта GSM до сети LTE. Такой переход позволит использовать как технический, так и частотный ресурс GSM. В целом LTE-проекты следует рассматривать как средне- и долгосрочные, поэтому сети стандарта GSM ближайшее время никуда не денутся, но возможно, что часть частот перейдет в пользование технологии LTE. Минусом такого перехода является то, что, исключая частоты из GSM, будет ухудшаться качество его связи, поэтому в качестве диапазона частот первого этапа развития сетей LTE лучше всего использовать диапазон 2500-2690 МГц, а позже перейти на низкие частоты GSM-900.

Специалисты отрасли телекоммуникации отмечают, что для эксплуатации технологии LTE привлекательны более низкие частоты - в диапазоне около 800 МГц. Они поясняют, что чем ниже диапазон частот, тем большую территорию покрывает одна базовая станция и тем меньше требуется инвестиций в инфраструктуру. Исходя из того, что оборудование для строительства сети новой технологии в настоящий момент очень дорогое, диапазон внедрения LTE, существенно влияющий на размер капитальных вложений, а речь идет о разнице в сотни процентов, приобретает определяющее значение. Полоса радиочастот 790-862 МГц – ее еще принято называть цифровым дивидендом – высвобождается после окончательного перехода на цифровое телевидение. В большинстве стран мира цифровой дивиденд уже выделен под LTE или же существуют четкие и однозначные планы по развитию в нем связи четвертого поколения.

В частности, в России по решению Главного радиочастотного центра (ГКРЧ) от 8 сентября 2011 г. полоса частот 791–862 МГц определена для LTE. В Европе на этот частотный ресурс тоже возлагают большие надежды, например, известные немецкие операторы DeutscheTelekom и O2 уже примерно полтора года эксплуатируют коммерческие сети LTE в диапазоне 800 МГц.

Частотный диапазон 800 МГц очень привлекателен для мобильных приложений, поскольку позволяет обеспечить большой радиус радиопокрытия для отдельно взятой соты. FDD и TDD LTE полосы частот. FDD спектр требует пару полос, одна для восходящей линии связи и одна для нисходящей линии связи. TDD требует одну полосу в качестве восходящей линии связи и нисходящей линии связи, находящиеся на той же частоте, но разделены.

В результате, есть разные LTE полосы ассигнования на TDD и FDD. В некоторых случаях эти полосы могут перекрываться, и поэтому это возможно, хотя и маловероятно, что оба TDD и FDD передачи могут присутствовать в конкретной полосе частот LTE. Чем больше вероятность того, что одному UE или мобильному необходимо будет обнаружить, должно быть TDD или передачи FDD в заданной полосе. UE могут столкнуться обоих типов на той же полосе.

Поэтому нужно определить, какой тип передачи осуществляется на этой конкретной LTE полосе в его текущем местоположении.

Особенности использования диапазона частот 790–862 МГц для РЭС стандарта LTE. Экспертиза первых частотно-территориальных планов сетей LTE-800 показала следующее:

- на 80–90% сети LTE-800 «не работоспособны» по условиям электромагнитной совместимости (ЭМС) с РЭС радиолокации и радионавигации;
- возможности операторов связи по решению проблем ЭМС РЭС за счет частотного разнеса ограничены полосой частот, выделенной под лот (7,5 МГц при сигнале примерно 5 МГц);
- интересы операторов в плане организационно-технических мероприятий (ОТМ) (доработка и модернизация специальной техники) разноректорны, что по сути своей будет определенным тормозом для развития сетей LTE;
- «лотовое» деление радиочастотного спектра (РЧС).

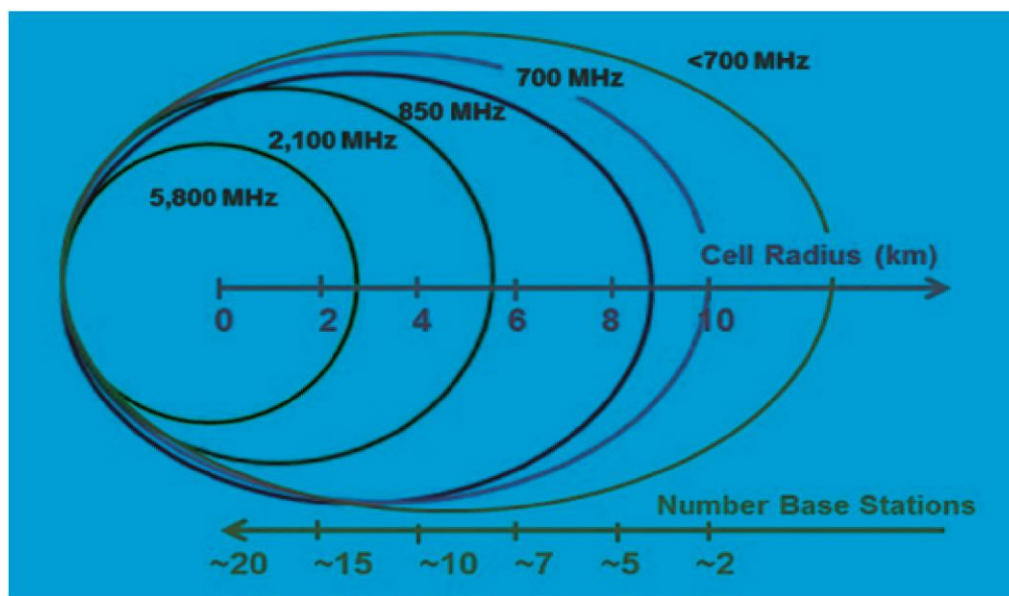


Рис. 1. Зависимость радиуса покрытия соты от частоты

Проведенный анализ показывает, что использование диапазонов частот в сетях LTE будет осуществляться на принципах мультидиапазонности, связанных с видом услуги и географической зоной обслуживания. Основным диапазоном первого этапа развития сетей LTE станет диапазон 2500-2690 МГц (со стратегией использования парной полосы UL: 2500-2570 МГц, DL: 2620-2690 МГц для режима FDD и непарной полосы 2570-2620 МГц для режима TDD).

Диапазоны частот GSM-900/1800 МГц будут использоваться в сетях LTE как дополнительные, с приоритетом диапазона GSM-900 МГц. Критерием при выборе величины необходимого частотного ресурса в процессе планирования использования систем LTE может служить условие достижения эффективности их внедрения по сравнению с действующими системами последних модификаций (Release 6 и 7).

Использованная литература

1. Torsten Zoehl. Interference study for LTE co-existing with DVB-T. Advanced Topographic Development & Images Limited. 2011. – С. 19-63.
2. Measurements on the performance of DVB-T receivers in the presence of interference from the mobile service (especially from LTE). ECC within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT). 2010. – С. 7-15.
3. Быховский М.А. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. – М.: Эко-Трендз, 2006. – 119-155.