Проблемы технологии LTE-U и перспективы её внедрения

Калабухов Евгений Романович,
Мустафаев Роман Валех оглы,
Шувалов Роман Игоревич
Студенты Института инженерной физики и радиоэлектроники СФУ,
Россия, Красноярск,
E-mail: komall@bk.ru

Аннотация

В данной статье рассматриваются основные принципы функционирования технологии Long Term Evolution (LTE) в не лицензируемой полосе частот. Приведены основные механизмы работы и затронуты проблемы реализации данной технологии.

Ключевые слова: мобильные сети, LTE, LTE-U, Wi-Fi, частотное разделение.

LTE-U (Long Term Evolution in unlicensed spectrum) – это технология радиодоступа, которая была предложена для обеспечения услуги беспроводной связи в нелицензированной полосе частот на 5 ГГц [1, с. 7]. До сих пор Wi-Fi (WLAN, который использует стандарт IEEE 802.11) остаётся наиболее популярным протоколом для радиодоступа в нелицензированном пространстве. Однако с течением времени появились идеи развития технологии LTE, первоначально разработанной для работы сотовой связи в сугубо лицензированном спектре частот, в нелицензированном спектре, как способ увеличения производительности Wi-Fi. Основные преимущества для LTE-U на частотах Wi-Fi, как технологической основы лучшей производительности – это управление доступом к среде, управление мобильностью и значительная величина площади покрытия.

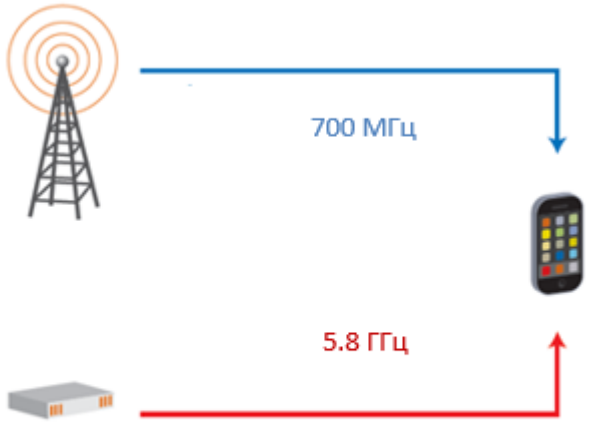

Рисунок 1 – Общий принцип работы LTE-U

Так как устройства Wi-Fi уже широко распространены в нелицензированной полосе 5 ГГц, то существует потребность в LTE-U Small Cell (SC), для корректного взаимодействия с системой Wi-Fi. Кроме того, различные операторы LTE-U могут занять тот же спектр в нелицензированной группе, чтобы предоставить услуги передачи данных своим пользователям. Такое незапланированное и неуправляемое развертывание LTE-U SC (фемтосоты, пикосоты) может привести к чрезмерным радиочастотным помехам поблизости от существующего Wi-Fi канала и других узлов оператора LTE-U. Поэтому критически важно для LTE-U SC выбрать лучший операционный канал с минимально возможной степенью интерференции, вызванной соседними сетями Wi-Fi и LTE-U. Однако есть случаи, где все доступные каналы заняты устройствами Wi-Fi, который вынуждают LTE-U SC

работать на том же канале, что и Wi-Fi. Устройства Wi-Fi не вносят искажения в распознанный сигнал LTE-U, если его уровень помех не выше энергетического порога обнаружения (–62дБм в полосе более чем 20 МГц). Без надлежащих механизмов регулирования, излучение LTE-U может вызвать значительную интерференцию на сети Wi-Fi.

У существующего LTE используется разнос каналов на 100 кГц [2, с. 38]. Однако это является серьёзной проблемой, так как пространство поиска слишком большое. Целесообразно изменить разнос канала LTE-U с каналом Wi-Fi на 20 МГц. В дополнение к этим несущим частотам необходимо представить дополнительный разнос каналов несущих частот приблизительно на 20 МГц, что позволит выравнивать поднесущие, где разнос несущих частот должен быть кратным 300 кГц согласно текущей спецификации.

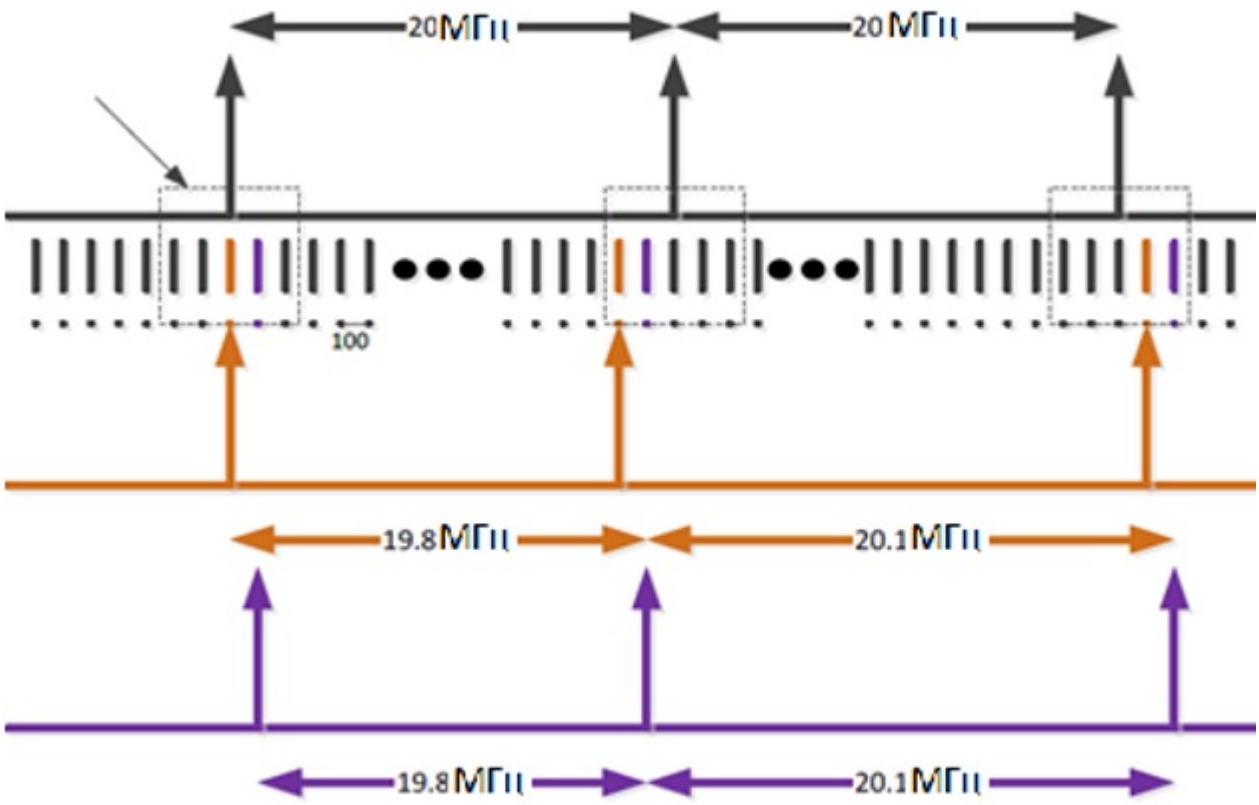

Рисунок 2 – Разрешение частот по каналам

Полные преимущества системы LTE-U в общем состоят из двух внутренних конструктивных особенностей системы.

Во-первых, каналы управления LTE разработаны для широкого покрытия и высокой надежности в среде работы, ограниченной интерференцией. Покрытие и надежность достигнуты минимизацией и сжатием битов управляющей информации и более низких уровней кодирования. Таким образом, надежность и более широкое покрытие каналов управления позволяют системе LTE-U функционировать с большим количеством мобильных пользователей и достигать большей разгрузки трафика.

Во-вторых, физические каналы LTE передачи данных и протоколы разработаны так, чтобы возможно было обработать данные в неизвестной радио среде и восстановить информацию корректно даже в условиях неблагоприятной интерференции. Поток данных LTE может быть закодирован с высоким уровнем кода канала (например, 1/3), в то время как самый низкий уровень кодирования для трафика Wi-Fi составляет 1/2. Кроме того, когда декодирование данных по LTE некорректно, тогда полученные сигналы буферизуются в LTE UE и объединяются с более поздней

повторной передачей, чтобы использовать улучшенную производительность декодирования. Этот гибридный автоматический запрос повторной передачи (HARQ) улучшает производительность повторной передачи на несколько дБ, по сравнению с простым автоматическим запросом повторной передачи (ARQ) – протокол в системе Wi-Fi [3, с. 187].

Одним из определяющих параметров сравнения двух технологий стала оценка пропускной способности при 5%, 50% и 95% загрузке пользователями. Как видно из диаграммы, при одинаковой загрузке пользователями систем LTE-U и Wi-Fi большие скорости достигаются у системы LTE-U.

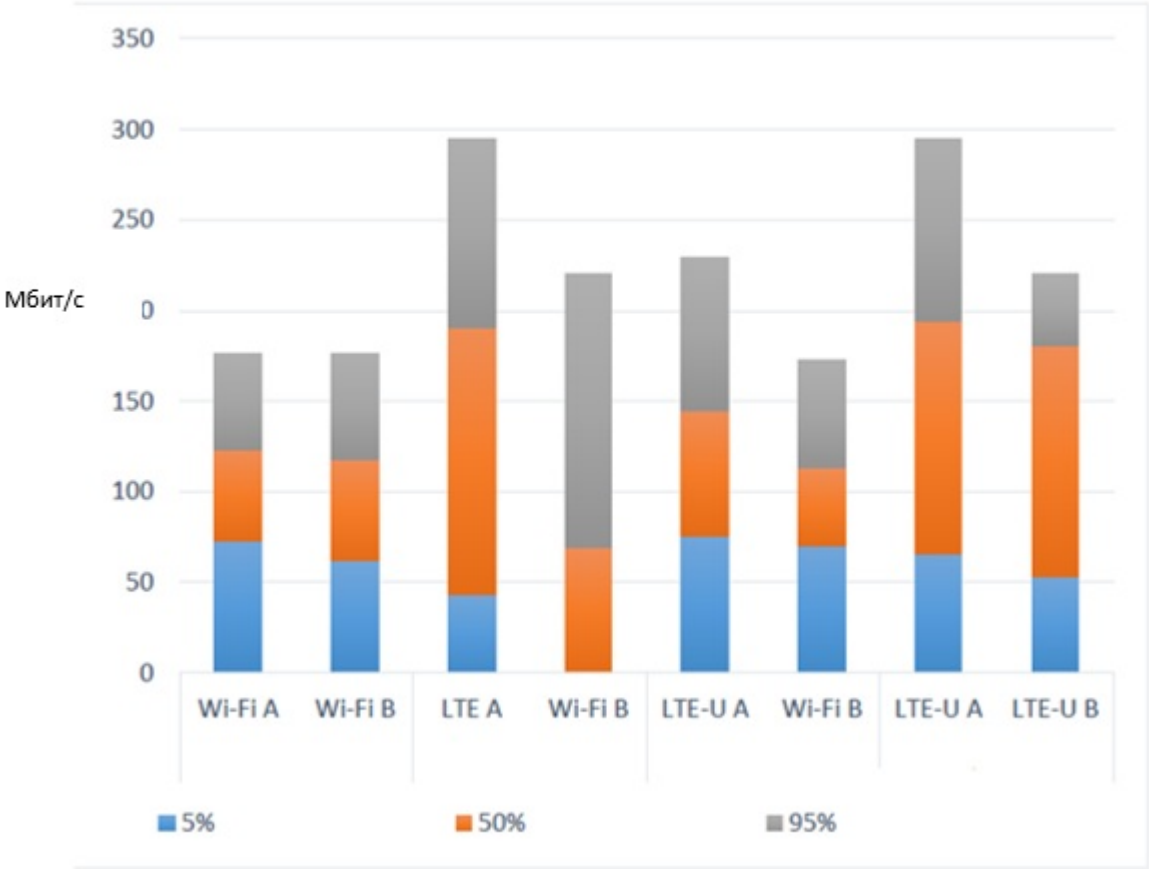

Рисунок 3 – Результаты анализа пропускной способности

Стоит отметить, что LTE-U разработан для повышения эффективности радиоинтерфейса LTE в не лицензируемой полосе частот, чтобы обеспечить устойчивое управление и более высокую спектральную эффективность, одновременно не внося помех сетям Wi-Fi.

Первоначально крупнейший в мире производитель чипов для смартфонов и планшетов Qualcomm предложил такую технологию, которая поможет обеспечить мобильные сети необходимой пропускной способностью. А в качестве примера реализации можно отметить южнокорейского оператора LG U+, который показал LTE-U с поддержкой скоростей до 600 Мбит/с на коммерческой сети. Для эксперимента агрегировались каналы 60 МГц (3x20 МГц) в не лицензируемом диапазоне 5,8 ГГц и 20 МГц в стандартном диапазоне LTE (1,8 ГГц). Компания планирует расширить агрегируемую полосу в диапазоне 5,8 ГГц до 80 МГц, что обеспечит возможность поддержки пиковых скоростей до 750 Мбит/с.

Таким образом, мы рассмотрели лишь самые основные моменты, на которые следовало бы обратить внимание при анализе и проектировании систем LTE-U. Однако даже короткое перечисление основных принципов технологии даёт повод самым серьёзным образом задуматься

над реализацией. И конечно следует отметить, что, со временем, увеличение объёма запросов потребителей, рост числа абонентов, потребность в более высоких скоростях только усилят актуальность использования технологий, с применением новых принципов, новых механизмов, которые будут решать задачи конечного потребителя.

Литература

1. LTE-U forum, LTE-U Technical Report. Alcatel-Lucent, Ericsson, Qualcomm Technologies Inc., Samsung Electronics & Verizon, 2015, – 44 pp.
2. Гельгор А.Л. Технология LTE мобильной передачи данных: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 204 с.
3. Ипатов В.П., Орлов В.К. Системы мобильной связи: учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во Горячая линия–телеком, 2003. – 272 с.