

## УПРАВЛЕНИЕ РАДИОРЕСУРСАМИ В СОТОВОЙ СЕТИ 3GPP LTE

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Ячменев А.А.

Саломатин С.Б. – к.т.н., доцент

С развитием рынка телекоммуникаций появляется все большее количество пользователей, которым необходимо передавать и принимать высококачественное видеоизображение, поддерживать постоянное высокоскоростное соединение с сетью Интернет, пользоваться разнообразными приложениями, требующих высоких скоростей передачи данных и большую пропускную способность. Постоянная растущая нагрузка на сети операторов подвижной радиосвязи требует регулярной модернизации их сетей. Повсеместное развитие и активное использование современных сетей подвижной радиосвязи четвертого поколения стандарта Long Term Evolution (LTE), пришедшего на смену стандартам третьего поколения, поможет справиться с проблемами, возникшими вследствие постоянно растущей нагрузкой на сети операторов подвижной радиосвязи.

В настоящее время наблюдается быстрый рост количества беспроводных сетей различного типа и назначения, которые вытесняют традиционные кабельные и проводные. Быстрота развертывания и гибкость настройки обеспечивают им конкурентные преимущества. Однако, наличие большого количества таких сетей, работающих поблизости друг от друга и использующих общий частотный диапазон, требует тщательного подхода к управлению их энергетическими ресурсами: мощностью, а также типом излучающей системы. Регулируя уровень излучения и оптимальным образом направляя потоки информации удастся обеспечить требуемое качество передачи данных и решить проблему электромагнитной совместимости, означающую в данном случае способность различных компонентов разных сетей одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации, не создавая помех друг другу.

Целью данной статьи является изучение вопросов управления радиоресурсами мобильной сети LTE. Объектом исследований являются системы управления ресурсами сотовых сетей 3GPP LTE. Предметом исследования являются алгоритмы, позволяющие оптимизировать процессы передачи информации в таких сетях, обеспечивая оптимальное их размещение и функционирование. Практическая значимость заключается в выработке методик, алгоритмов управления ресурсами и рекомендаций по оптимизации сотовых сетей 3GPP LTE.

Одной из основных задач сети LTE, как и любой беспроводной системы связи, является обеспечение быстрой и бесперебойной передачи обслуживания от базовых станций к пользовательским терминалам. Обширный спектр предоставляемых пользователям мобильных сетей LTE услуг и при этом ограниченность частотного диапазона ставят перед сотовыми операторами задачу управления ресурсами сети для обеспечения требуемого качества предоставления услуг[1]. В соответствии с рекомендациями консорциума 3GPP, занимающегося стандартизацией сетей LTE, управление радиоресурсами (Radio Resource Management) представляет собой комплексную задачу, включающую управление уровнями радиопомех, управление доступом к радиоресурсам, управление межсотовой интерференцией, управление динамическим распределением радиоресурсов и прочие[2].

Понятие управления радиоресурсами (RRM) включает в себя стратегии и алгоритмы для управления такими параметрами как мощность передачи, распределение пользователей, формирование диаграммы направленности, скорости передачи данных, критерии передачи обслуживания, схема модуляции, схема кодирования ошибок и т. д. Целью управления радиоресурсами является использование ограниченных ресурсов радиочастотного спектра и инфраструктуры радиосети настолько эффективно, насколько это возможно.

В основе современных систем связи четвертого поколения используются такие технологии как система мультиплексирования с ортогональным доступом с частотным разделением каналов (OFDMA, Orthogonal Frequency Division Multiple Access) и метод пространственного кодирования сигнала, при котором передача данных осуществляется с помощью  $N$  антенн и их приема  $M$  антеннами MIMO (Multiple Input Multiple Output). Множество исследований при создании современных систем связи четвертого поколения ведутся в направлении использования технологии ортогонального доступа с частотным разделением каналов. Технология OFDMA принята в качестве метода доступа для стандарта подвижной радиотелефонной связи LTE, разработанного консорциумом 3GPP (3rd Generation Partnership Project)[3].

На физическом уровне на участке между пользовательским терминалом и базовой станцией в стандарте LTE применяют технологию OFDM (англ. Orthogonal frequency-division multiplexing – мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) с модуляцией 4-ФМ, 16-QAM и 64-QAM.

Существующий каналный ресурс состоит из *ресурсных блоков (РБ)*, каждый из которых включает 12 расположенных рядом поднесущих, занимающих полосу 180 кГц и одного временного слота (7 или 6 OFDM-символов на интервале 0,5 мс). Каждый OFDM-символ представляет собой *ресурсный элемент (РЭ)*, параметрами которого являются 2 значения:  $\{k, l\}$ , где  $k$  указывает на номер поднесущей, а  $l$  – номер символа в ресурсном блоке. Во время передачи по линии «вниз» (от базовой станции к абонентской) в каждом блоке из  $12 \times 7 = 84$  ресурсных элементов, некоторые из которых применяют для

отправки опорных символов. Выделяемый каналный ресурс определяют количеством ресурсных блоков или групп ресурсных блоков.

Структура ресурсного блока при передаче по линии «вниз» представлена на рисунке 1[2].

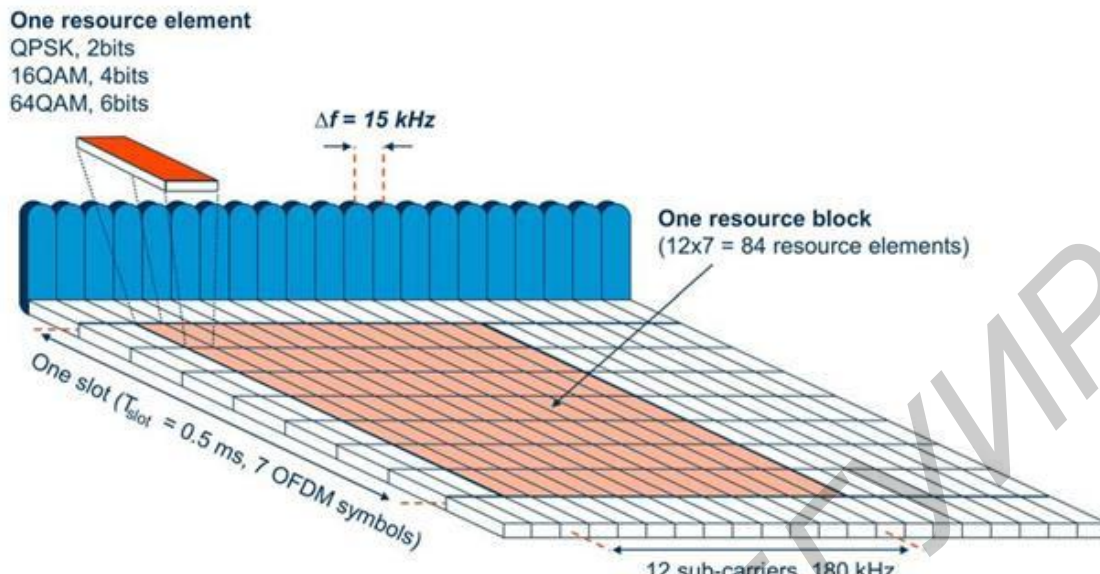


Рисунок 1 – Структура ресурсного блока при передаче по линии «вниз»

Канальный ресурс по линии «вверх» выделяют также ресурсными блоками (12 поднесущих общей полосой 180 кГц в слоте), и субкадрами длительностью 1 мс с 7 или 6 OFDM-символами в каждом слоте. Во время передачи по линии «вверх» применяют измененную технологию OFDM, а фактически производят передачу широкополосного сигнала на одной несущей. Данная технология называется SC-FDMA (Single Carrier-Frequency Division Multiple Access).

На рисунке 2 показано распределение канального ресурса на линии «вверх»[2].

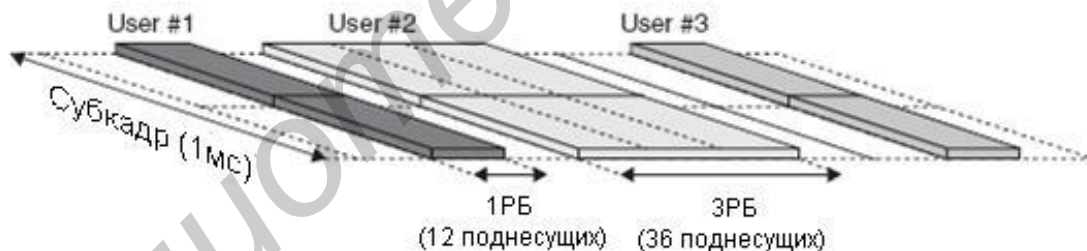


Рисунок 2 – Распределение канального ресурса на линии «вверх»

Управление радиоресурсами подразделяется на статическое и динамическое.

Статическое управление радиоресурсами включает в себя мероприятия по планированию радиосети, например, выбор планов полос распределения частот, построение частотных планов использования радиоканалов, формирование диаграмм направленности антенн и их пространственное разнесение, выбор параметров модуляции и канального кодирования и другие.

Процедуры динамического управления радиоресурсами адаптивно регулируют параметры радиосети к нагрузке трафика, местоположению пользователей, мобильности пользователей, требованиям к качеству обслуживания и т. д.

Таким образом, механизм управления радиоресурсами позволяет эффективно использовать ограниченные ресурсы радиочастотного спектра и инфраструктуру радиосети, обеспечивая качественное обслуживание абонентам.

Список использованных источников:

1. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE. Технологии и архитектура. М.: Эко-Трендз, 2010. 284 с.
2. 3GPP TS 36.300 – Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 (Release 12). 2014.
3. Nohrborg M. LTE Overview [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.3gpp.org/LTE>.