

ЭВОЛЮЦИЯ МОБИЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ПРИМЕРЕ ТЕХНОЛОГИИ LTE. ОПИСАНИЕ, ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ

© 2017 А. В. Липинский, Д. А. Булавко, А. Е. Бычков, С. С. Грибанов

Воронежский институт высоких технологий (г. Воронеж, Россия)

Российский новый университет (г. Москва, Россия)

Открытое акционерное общество «СОГАЗ» (г. Москва, Россия)

Ростовский государственный университет путей сообщения (г. Ростов, Россия)

В данной работе описан процесс эволюции сетей мобильной связи на примере технологии LTE. Приводится структура сети LTE и произведен процесс математического описания сигнала по технологии OFDM.

Ключевые слова: сеть, связь, модуль, мультиплексирование, канал связи.

Связь сегодня является одной из основных отраслей человеческого общества. Благодаря технологиям, позволяющим за доли секунды передавать информацию от источника к приемнику, находящихся в ряде случаев на разных концах земного шара, появилась возможность выполнять задачи из разных отраслей науки и техники, которые раньше были невыполнимы.

Например, при установлении канала связи с воздушным судном появляется возможность управления им с земли, при наличии связи между континентами ученый мир может производить совместные опыты, мировая торговля – молниеносное развитие.

На более ранних этапах развития связь была строго стационарным понятием, для обеспечения связи необходимы были целые комплексы аппаратного обеспечения и большое количество людей.

Изобретатель телефона Александр Белл говорил: «Я верю, что в будущем телефон будет в каждом городе».

В результате развития технологического процесса сегодня телефоном обладают подавляющее большинство людей как в России, так и за рубежом.

Эволюция коснулась и среды передачи данных – если на ранних этапах в качестве такой среды использовался медный провод-

ник, то сегодня существуют и беспроводные среды.

Например, это сети мобильной связи, среда распространения которых – радиосигнал.

Сети мобильной связи не стоят на месте, постоянно развиваясь. Операторы ведут борьбу за каждого абонента, предоставляя все новые и новые сервисы.

Одним из таких сервисов, получившим распространение в настоящее время, является широкополосный доступ в сеть «Интернет».

Данная услуга крайне популярна среди пользователей мобильной связи, именно поэтому происходит развитие порядка доступа к сети.

Данное развитие происходит с условным делением на поколения сотовой или мобильной связи – в начале сам доступ в Интернет с мобильного телефона был новинкой, реализованной на базе технологии 1G, позже он стал более высокоскоростным, в технологии 2G, в результате развития появилась возможность говорить о широкополосно-беспроводном доступе в Интернет – сети 3G, и сейчас развивается сеть 4G, или LTE, в ближайшее время прогнозируют активное внедрение 5G.

Сеть LTE – это продукт развития сетей сотовой связи, представляющий собой множество оконечно-транзитных узлов, территориально распределенных и взаимоувязанных. Схематично данный узел можно изобразить таким образом, как указано на рисунке. Сеть состоит из множества элементов.

При помощи радиодоступа происходит информационный обмен между терминала-

Липинский Алексей Викторович – ВИБТ-АНОО ВО, студент, lippinkue466c54dg@yandex.ru.

Булавко Дмитрий Анатольевич – РосНОУ, студент bulavvVicc2or@yandex.ru.

Бычков Андрей Евгеньевич – ОАО «СОГАЗ», специалист, U22bych78Ertw@yandex.ru.

Грибанов Станислав Сергеевич – Ростовский государственный университет путей сообщения студент, r45612Tracks21@yandex.ru.

ми абонентов, а именно: обильными телефонами, планшетами, другими устройствами, имеющими LTE модуль.

Далее, сигнал приходит на базовые станции, транслирующие его на контроллер сети радиодоступа. После этого происходит выбор маршрута – либо на другой оконечно-транзитный узел, либо какую-либо опорную

стационарную сеть, которые призваны увеличить скорость и разгрузить участки передачи данных по радио.

Необходимо остановить внимание на данном участке радио, который по своей сути и является наиболее проблемным, с точки зрения ширины полосы при передаче данных.

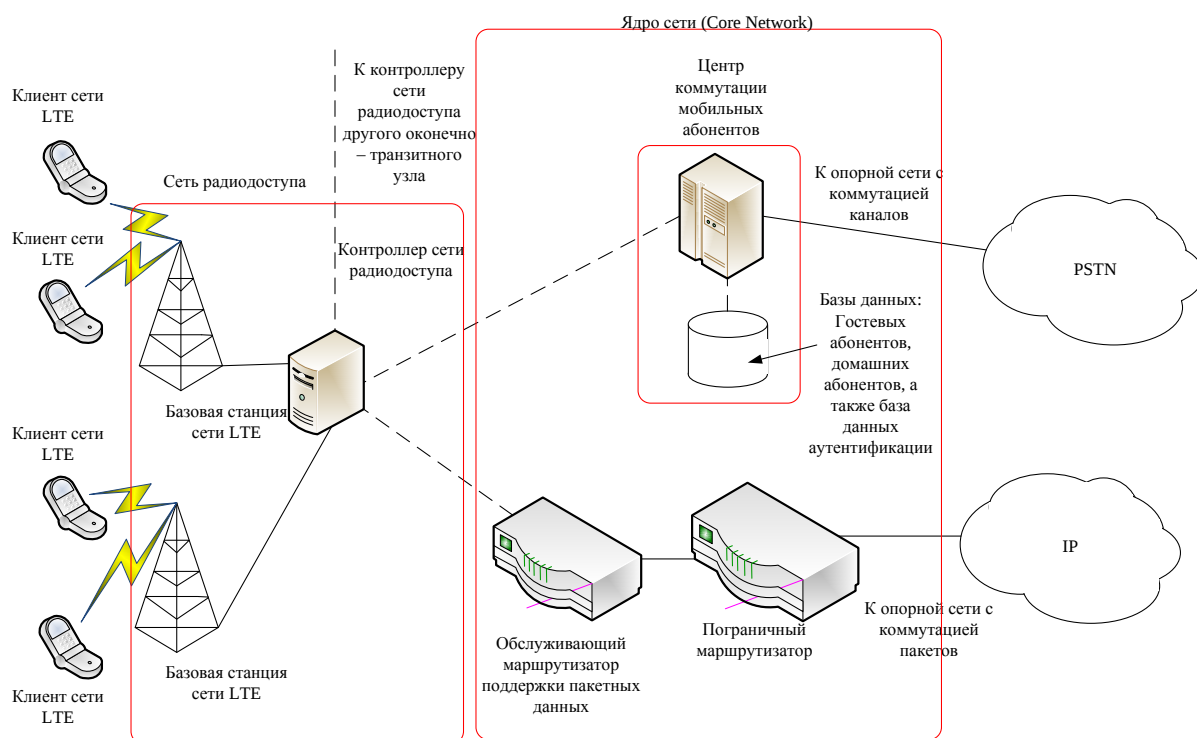


Рисунок. Схема организации связи оконечно-транзитного узла связи сети подвижной радиосвязи LTE.

Стоит отметить, что среди массы плюсов технологии LTE перед технологиями, предшествующих ей, таких например, как: существование более низкой задержки при передаче данных и более низкой задержка при установке соединения, улучшенной мобильности, а также наличие поддержки сосуществования со старыми стандартами, такими, как: GSM/EDGE, UMTS и CDMA2000, когда пользователи могут начать вызов или передачу данных в области с наличием LTE и, покинув область покрытия, продолжить работу без каких-либо специальных действий с его стороны в сетях GSM/GPRS, существует один главный плюс, это использование технологии OFDMA для нисходящей линии связи, SC-FDMA для восходящей линии связи с целью экономии энергии.

Ортогональное частотное мультиплексирование, которое обозначается аббревиа-

турой OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), в данной технологии применяется для значительного увеличения полосы пропускания радиоканала.

Происходит это потому, что данная технология призвана улучшить спектральную эффективность.

Ее применение дает возможность для увеличения скорости передачи без увеличения занимаемой полосы частот или уровня модуляции, чего и было необходимо добиться для более высокоскоростного предоставления абонентам сети LTE доступа к услугам сети «Интернет».

Сигнал, образованный за счет технологии OFDM, является результатом объединения множества узкополосных субканалов, которые в отдельности модулируются на низкой скорости, так как модулирование при использовании низкой символьной скорости

дает защиту от временного рассеивания и межсимвольного искажения за счет использования незанятого интервала, называемого также защитным интервалом.

В рамках данной технологии передача передаваемых данных распределяется при помощи специального алгоритма между рядами частотных ортогональных друг другу подканалов и происходит независимо друг от друга и параллельно.

Так как несущие сигналы ортогональны, обеспечивается их частотная независимость друг от друга и, следовательно, отсут-

ствие взаимного влияния, также известного, как межканальная интерференция.

Математический аппарат, при помощи которого может быть произведено описание демодулятора – модулятора OFDM сигнала можно изобразить следующим образом: потоковый сигнал данных является выходом обратного быстрого преобразования Фурье, данный сигнал представлен на формуле (1). В результате суммирования частоты взаимно исключаются и получается сигнал, математически описанный на основе формулы (2):

$$S_B(t) = \sum_{n=-k}^k (I(n) + jQ(n)) \exp(j2\pi f t) \quad (1)$$

$$S(t) = \sum_{n=-k}^k (I(n) \cos(2\pi f t) - Q(n) \sin(2\pi(nf + f_0)t)) \quad (2)$$

В рамках данной статьи был рассмотрен вариант организации канала связи на участке радиолинии по технологии LTE. Для этого был проведен анализ структуры оконечно – транзитного участка, как основного элемента сети LTE, а также приведен математический аппарат, в соответствии с которым возможна адаптивная передача данных.

Стоит отметить, что при использовании адаптивных линейных алгоритмов становится возможным наращивание количества и качества сервисов, необходимых абонентам.

При развитии количества сервисов и их качества возможно наибольшее развитие науки и техники, так как связь, в том числе и мобильная, с условием получения широкой полосы для передачи данных – наиболее перспективные технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аббас Д. Х. Разработка подсистемы САПР для проведения анализа рассеивающих свойств объектов с поглощающими покрытиями на основе факетной модели / Д. Х. Аббас, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 2 (17). – С. 10.
2. Алешкина Е. В. Моделирование рассеяния радиоволн на структурах с поглощающим слоем / Е. В. Алешкина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 15.
3. Алимбеков А. Р. Интеграция ГИС и САПР в беспроводных системах связи / А. Р. Алимбеков, Е. А. Авдеенко, В. В. Шевелев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 12.
4. Алимбеков А. Р. Моделирование рассеяния радиоволн сотовых систем связи на элементах зданий / А. Р. Алимбеков, Е. А. Авдеенко, В. В. Шевелев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 7.14.
5. Вековищева К. В. Исправляющая способность некоторых кодов / К. В. Вековищева, В. В. Костюченко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 9.
6. Воронов А. А. Обеспечение системы управления рисками при возникновении угроз информационной безопасности / А. А. Воронов, И. Я. Львович, Ю. П. Преображенский, В. А. Воронов // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9. – № 2. – С. 8-11.
7. Гусев А. В. Алгоритм спектрально-временного анализа сигналов телекоммуникационных систем в устройствах вычислительной техники / А. В. Гусев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 11.
8. Костюченко В. В. Моделирование рассеяния импульсов радиоволн на полой структуре / В. В. Костюченко, Н. А. Анкина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 2 (17). – С. 4.
9. Львович Я. Е. Исследование методов оптимизации при проектировании систем радиосвязи / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский, С. О. Головинов // Теория и техника радиосвязи. – 2011. – № 1. – С. 5-9.
10. Преображенский А. П. САПР современных радиоэлектронных устройств и систем / А. П. Преображенский, Р. П. Юров // Вестник Воронежского государственного

технического университета. – 2006. – Т. 2. – № 3. – С. 35-37.

11. Чопоров О. Н. Анализ затухания радиоволн беспроводной связи внутри зданий на основе сравнения теоретических и экспериментальных данных / О. Н. Чопоров, А. П. Преображенский, А. А. Хромых // Информация и безопасность. – 2013. – Т. 16. – № 4. – С. 584-587.

12. Stefanovic J. The technique of calculation the parameters of the electromagnetic the

fields scattered by the body with complex form in the near zone / J. Stefanovic, E. Ruzitsky // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 2 (17). – С. 7.

13. Steshkovoy A. S. Compact patch antenna for microwave range / A. S. Steshkovoy, A. V. Turovskiy // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 7.

EVOLUTION OF MOBILE NETWORKS BY THE EXAMPLE OF TECHNOLOGY OF LTE. DESCRIPTION, PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF THE NETWORK CONVENTIONS

© 2017 A. V. Lipinskiy, D. A. Bulavko, A. E. Bychkov, S. S. Griбанov

Voronezh Institute of high technologies (Voronezh, Russia)

Russian new University (Moscow, Russia)

Open joint-stock company «SOGAZ» (Moscow, Russia)

Rostov state transport University (Rostov, Russia)

This paper describes the evolution of mobile communication networks, for example LTE technology. The structure of the LTE network and made the process of mathematical description of the signal according to the OFDM technology.

Keywords: network, communication, module, multiplexing, channel.