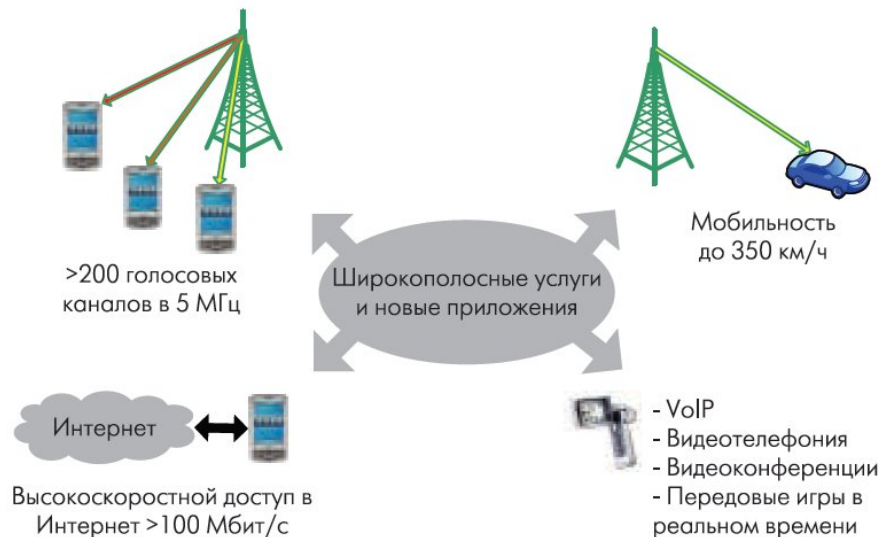




Введение

LTE-беспроводная связь 4-го поколения, наиболее перспективный на сегодняшний день стандарт связи. Одной из основных проблем в сети, является система синхронизации базовых и мобильных станций. Работа нашей группы направлена на моделирование системы синхронизации, описание каналов служебной информации, и системы мультиплексирования. В результате получится рабочая модель, которую можно использовать при разработке и развертывании сети LTE.



Развитие технологии LTE

Разработка технологии LTE как стандарта официально началась в конце 2004 года. Основной целью исследований на начальном этапе был выбор технологии физического уровня, которая смогла бы обеспечить высокую скорость передачи данных. В качестве основных были предложены два варианта: развитие существующего радиointерфейса W-CDMA и создание нового на основе технологии OFDM. В результате проведенных исследований единственной подходящей технологией оказалась OFDM, и в мае 2006 года в 3GPP была создана первая спецификация на радиointерфейс Evolved UMTS Terrestrial Radio Access (E-UTRA). Первые, предварительные спецификации LTE создавались в рамках так называемого 3GPP Release 7.

А в декабре 2008 года утверждена версия стандартов 3GPP (Release 8), фиксирующая архитектурные и функциональные требования к системам LTE.

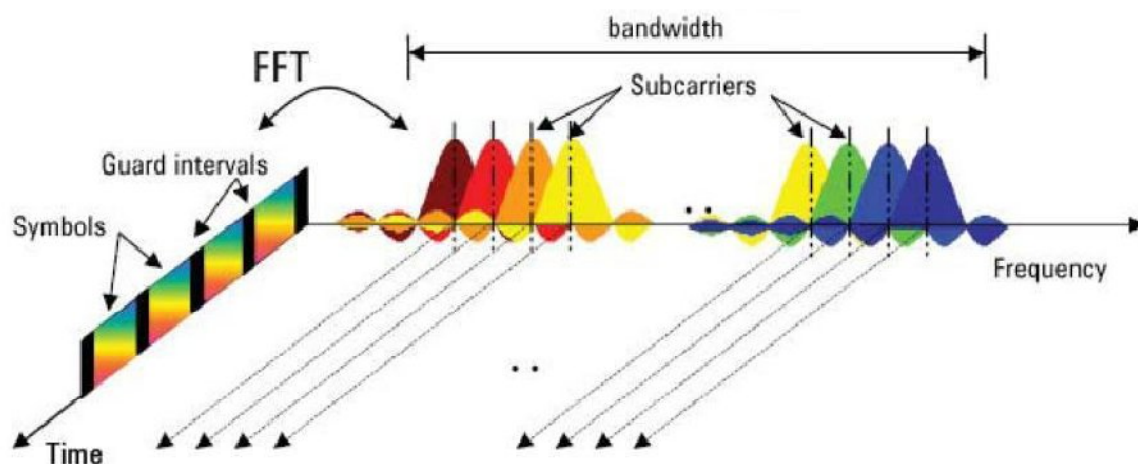
Возможности

Скорость передачи данных по стандарту 3GPP LTE в теории достигает 326,4 Мбит/с (демонстрационно 1 Гбит/с на оборудовании для коммерческого использования) на приём (download), и 172,8 Мбит/с на отдачу (upload), в международном стандарте же прописано 173 Мбит/с на приём и 58 Мбит/с на отдачу.

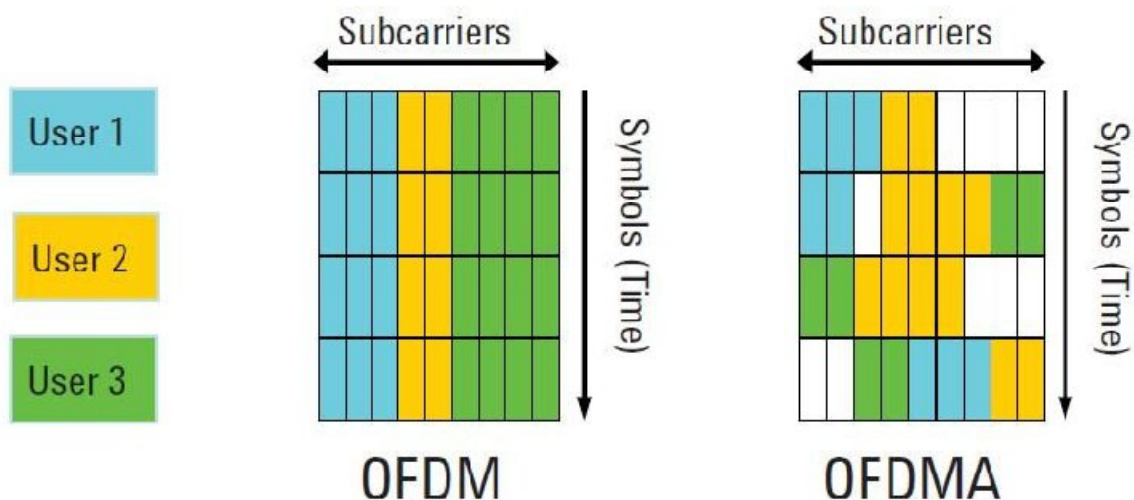
Стандарт 3GPP LTE, формально, не является стандартом беспроводной связи 4G, однако стандарт LTE Advanced утвержден Международным Союзом Электросвязи как стандарт беспроводных сетей, отвечающий всем требованиям беспроводной связи четвертого поколения, и включен в IMT-Advanced. Первоначально 3GPP LTE не относился к 4G — четвертому поколению беспроводной связи, так как он не удовлетворял всем условиям Международного Союза Электросвязи относительно 4G, однако позже было разрешено использование этого обозначения, и стандарт 3GPP LTE стали относить к pre-4G, то есть предварительной версии стандартов 4-го поколения. Вместе со стандартом WiMAX 2.

Мультиплексирование

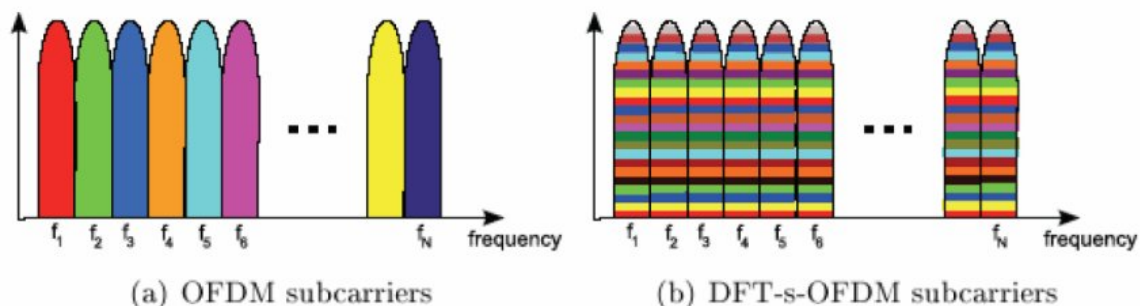
Восходящий канал (UpLink) LTE использует технологию SC-FDMA, нисходящий (DownLink) использует OFDMA. Остановимся подробнее на этих технологиях. OFDMA, созданная на основе OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, мультиплексирование с ортогональным частотным разделением сигналов), цифровой манипуляции, с множеством несущих. Информация передается по радиоканалу посредством изменения частоты, фазы, или амплитуды несущей. Вместо того, чтобы информацию передавать на одной частоте несущей, входной поток высокой скорости разбивается на параллельные потоки, с маленькой скоростью. Каждый поток модулируется на отдельной поднесущей в частотной области, с помощью обратного быстрого преобразования Фурье (IFFT) и передается по каналу. В приемнике сигнал демодулируется с помощью быстрого преобразования Фурье (FFT), преобразуется из комплексной временной формы обратно в спектральные составляющие, восстанавливаются исходные поднесущие с их модуляцией, и таким образом весь исходный поток битов. На рисунке ниже показаны частотные и временные плоскости, в которых представлен сигнал OFDM.



Технология OFDMA обладает большими возможностями передачи и устойчивостью к многолучевому распространению. На рисунке ниже изображено распределение OFDM и OFDMA поднесущих между абонентами.



Восходящий канал LTE использует для передачи технологию SC-FDMA (Single-Carrier Frequency-Division Multiple Access). Для систем с OFDMA на каждой поднесущей передается один модуляционный символ большой длительности. При использовании SC-FDMA несколько поднесущих модулируются одновременно и одинаково, и модуляционные символы становятся короче.

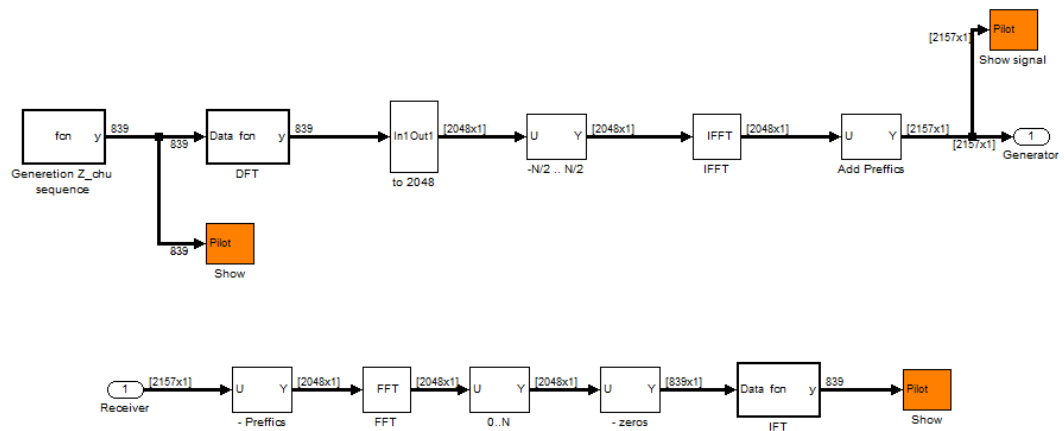


Отличие SC-FDMA от OFDMA

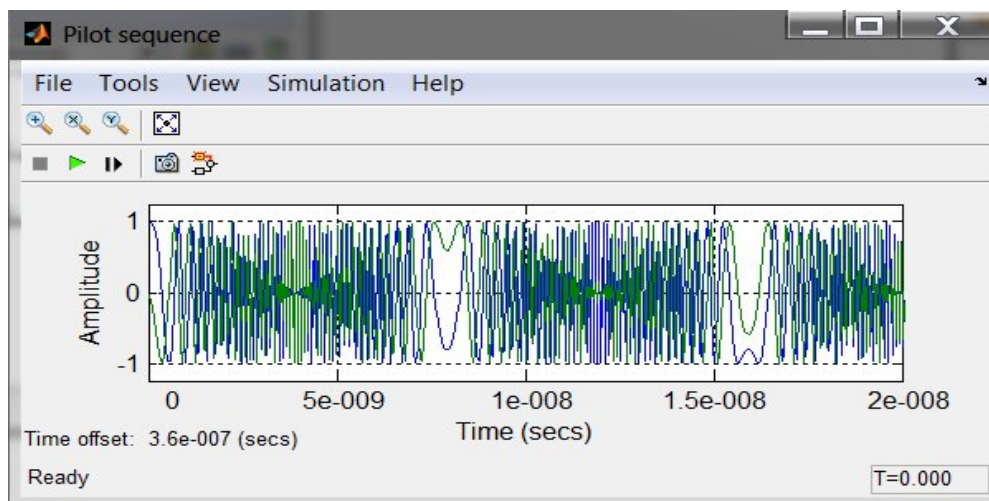
Как видно из рисунка 1 символы при использовании SC-FDMA передаются последовательно, а не параллельно как при OFDMA. Это позволяет уменьшить пик-фактор и, следовательно, повышается энергоэффективность абонентских устройств и существенно снижаются требования к точности частотных параметров в отличие от WiMax, где нестабильность частоты гетеродина или эффект Доплера могут привести к потере данных.

Моделирование каналов PUCCH и PRACH

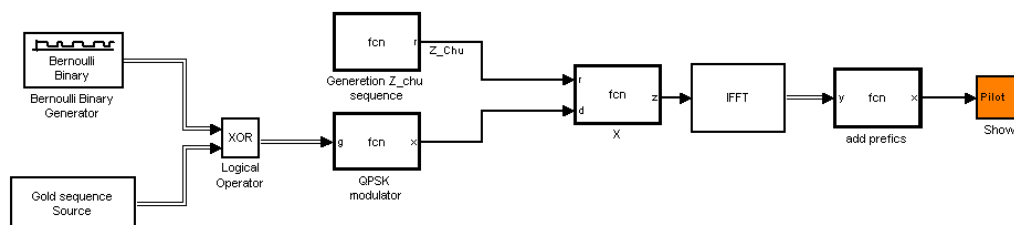
Физический канал случайного доступа (PRACH) является частью восходящего канала, который служит для установки соединения между базовой и мобильной станцией в системе LTE. Он базируется на технологии SC-FDMA, где сигнал восходящего канала задаются путем генерации последовательности CAZAC Задова-Чу. На рисунке ниже приведена сформированная в Simulink модель приемника и передатчика канала PRACH.



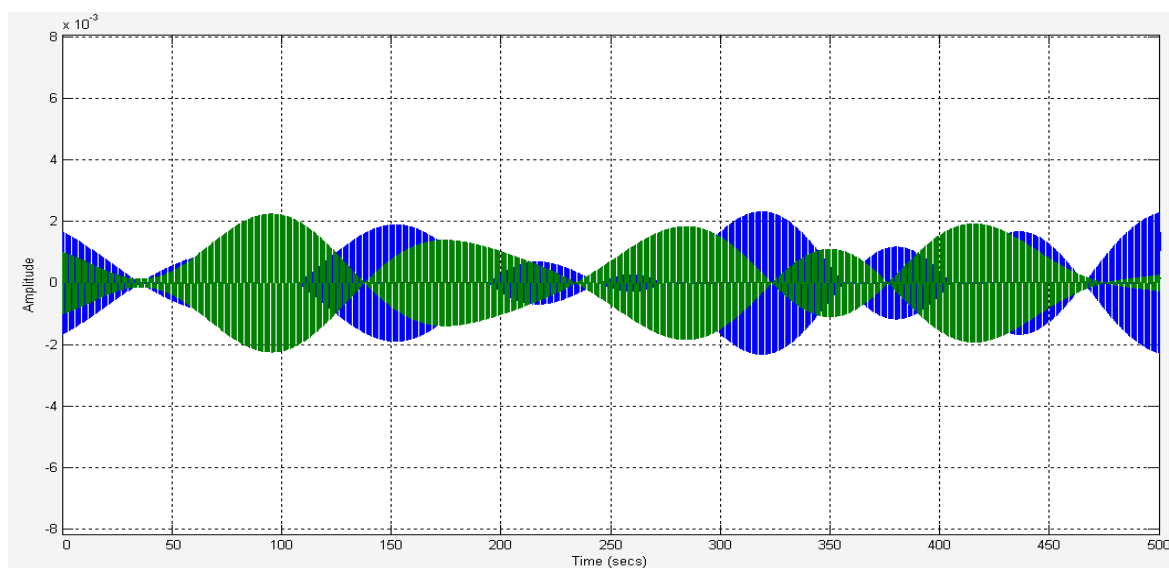
Символ канала PRACH имеет вид:



Канал PUSCH используется для передачи служебной информации. Модель канала представлена на рисунке ниже:



Символ канала PUSCH имеет вид:



Заключение

В ходе работы была разработана модель двух восходящих каналов, в дальнейшем она будет расширяться. В итоге должна быть разработана модель, которую можно интегрировать в “железо” и проводить измерения свойств канала передачи, и в конечном итоге алгоритм модели может быть интегрирован в готовый к массовому использованию LTE модуль.