

# РЕФЕРАТ

По предмету: Радиотелефонные и сотовые ТКС  
На тему: Технология UTRA TDD (ret.4) и LTE TDD

Работу выполнил:  
студент гр.14-502  
Оводов К.А.

Работу принял:  
преподаватель  
Скородумов А.И.

Москва, 2011

## 1. История вопроса

### 1.1. Предисловие. Дорога к поколению 4G.

Поколение	1G	2G	2.5G	3G	3.5G	4G
Начало разработок	1970	1980	1985	1990	<2000	2000
Реализация	1984	1991	1999	2002	2006—2007	2008—2010
Сервисы	аналоговый стандарт	цифровой стандарт, поддержка коротких сообщений (SMS), передача данных со скоростью до 9,6 кбит/с	большая ёмкость, пакетная передача данных	ещё большая ёмкость, скорости до 2 Мбит/с	увеличение скорости сетей третьего поколения	большая ёмкость, IP-ориентированная сеть, поддержка мультимедиа, скорости до сотен мегабит в секунду
Скорость передачи	1,9 кбит/с	14,4 кбит/с	384 кбит/с	2 Мбит/с	3-14 Мбит/с	1 Гбит/с
Стандарты	AMPS, TACS, NMT	TDMA, CDMA, GSM, PDC	GPRS, EDGE (2.75G), 1xRTT	WCDMA, CDMA2000, UMTS	HSDPA	единый стандарт
Сеть	PSTN	PSTN	PSTN, сеть пакетной передачи данных	сеть пакетной передачи данных	сеть пакетной передачи данных	Интернет

Стандарт 3G был разработан Международным союзом электросвязи (International Telecommunication Union, ITU) и носит название IMT-2000 (International Mobile Telecommunications 2000). Основная цель — гармонизация систем третьего поколения для обеспечения глобального роуминга — в настоящее время труднодостижима, так как многие из них работают в разных стандартах: под аббревиатурой IMT-2000, объединены 5 стандартов, а именно:

- W-CDMA
- CDMA2000
- TD-CDMA/TD-SCDMA
- DECT
- UWC-136

Из этих пяти только три первых — W-CDMA, CDMA2000 и TD-CDMA/TD-SCDMA обеспечивают полное покрытие в макро-, микро- и пикосотах, и поэтому фактически только они могут рассматриваться в качестве полноценных 3G-решений. В числе остальных стандартов, DECT используется, в частности, в беспроводных телефонах домашнего и офисного назначения. Кроме того, он может применяться для организации 3G хот-спотов с небольшой зоной обслуживания (с этой точки зрения его можно рассматривать в качестве подмножества «большой» 3G-сети). И, наконец, UWC-136 — это просто другое название технологии EDGE, которую обычно относят к 2,5G.

Согласно стандартам ИМТ-2000 под мобильной связью третьего поколения понимается интегрированная сеть, обеспечивающая следующие скорости передачи данных: для абонентов с высокой мобильностью (до 120 км/ч) — не менее 144 кбит/с, для абонентов с низкой мобильностью (до 3 км/ч) — 384 кбит/с, для неподвижных объектов на коротких расстояниях — 2,048 Мбит/с.

**W-CDMA** (другое название — UMTS, Universal Mobile Telecommunication System — универсальная система мобильной связи), — это стандарт, который принят в Европе и Японии. UMTS, по сути дела, — это апгрейд стандарта GSM через GPRS и EDGE. Наземная часть UMTS известна как UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access). FDD-компонент UTRA основан на стандарте W-CDMA (UTRA FDD). Теоретически он обеспечивает передачу данных со скоростью до 2 Мбит/с, однако на практике скорости гораздо ниже: системы W-CDMA обладают определенными техническими ограничениями. (TDD-компонент UTRA, называемый TD-CDMA (или UTRA TDD) будет рассмотрен ниже.) Работа по стандартизации UMTS координируется группой Third Generation Partnership Project (3GPP).

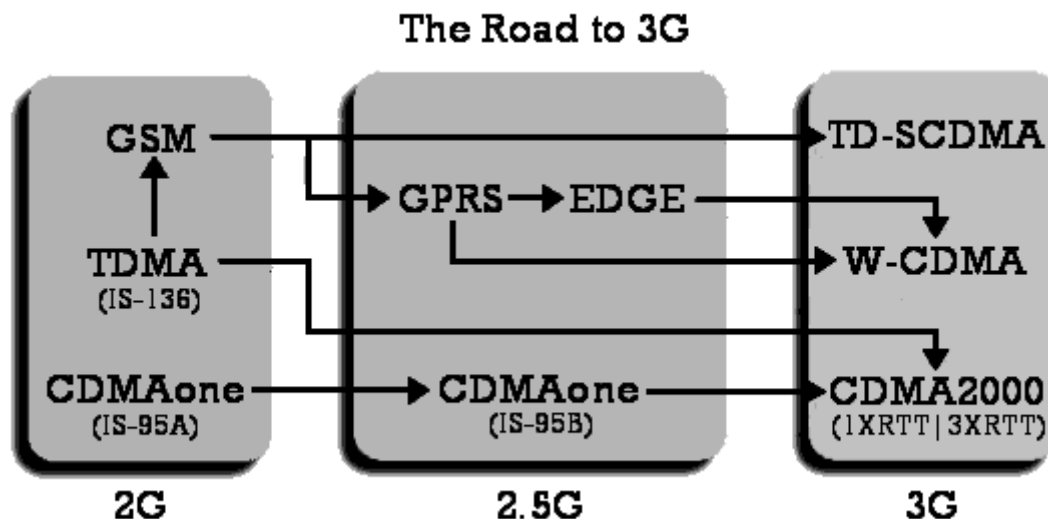
**CDMA2000.** Этот стандарт, продвигаемый американским оператором Qualcomm, является основным конкурентом европейской версии UMTS. Работа по стандартизации CDMA2000 координируется группой Third Generation Partnership Project 2 (3GPP2, группа развития CDMA (CDMA Development Group) обращается за советами к 3GPP2).

Несмотря на то, что стандарты «W-CDMA» и «CDMA2000» имеют общую аббревиатуру в своих названиях, это совершенно разные системы, использующие различные технологии. Тем не менее, есть надежда, что мобильные терминалы, работающие в этих несовместимых стандартах, когда-нибудь научатся «общаться» друг с другом.

CDMA2000 имеет 2 фазы развития: первая 1XRТТ, также известная как 1X, обеспечивает скорость передачи данных до 144 Кбит/с, и может быть усовершенствована до второй фазы — 3XRТТ (или 3X), где скорость достигает 2 Мбит/с.

Другая эволюционная ступень подразумевает 2 стандарта CDMA2000 1X EV («EV» = «Evolution», «эволюция, развитие»). CDMA2000 1X EV-DO («Data Only» — «только данные») будет использовать различные частоты для передачи голоса и данных. В следующей ступени — стандарт CDMA2000 1X EV-DV («Data and Voice» — «данные и голос») произойдет интеграция голоса и данных в одном частотном диапазоне.

**TD-CDMA.** Технология UMTS также содержит другой стандарт радиопередачи, который упоминается гораздо реже, чем W-CDMA — TD-CDMA (другое название — TDD UTRA). Стандарт TD-CDMA, разработанный немецким концерном Siemens, использует технологию TDD, и, в отличие от W-CDMA, использующей технологию FDD, которая требует так называемого парного спектра<sup>1</sup>, может использовать непарный спектр. Считается, что технология TDD хорошо приспособлена для передачи данных в интернет.



Число абонентов сотовой связи 3G стандарта WCDMA в мире в настоящее время насчитывает 32,22 млн человек. При этом ежемесячный прирост абонентской базы сетей стандарта WCDMA составляет 2 млн абонентов. На конец 2004 г число пользователей стандарта WCDMA в мире насчитывало 16,26 млн человек.

В настоящее время в коммерческой эксплуатации находится 82 коммерческих сети стандарта WCDMA в 37 странах. Всего в мире на сегодняшний день выдано 146 лицензий на предоставление услуг связи стандарта WCDMA, при этом более 60 % из общего числа держателей лицензий уже начали предоставлять услуги сотовой связи третьего поколения или готовятся к запуску сетей в ближайшее время.

Сейчас на мировом рынке представлено 186 моделей телефонов, поддерживающих стандарт WCDMA/HSPA, от 26 производителей. Только за последние 6 месяцев было выпущено более 70 новых моделей WCDMA-телефонов.

На сегодняшний день абонентская база GSM-сетей превышает 1,546 млрд человек. Стандарт GSM занимает 76,8 % рынка сотовой связи и обеспечивает более 88 % прироста абонентов сотовой связи, каждый день абонентами GSM-сетей становится более 1 млн человек.

В мире насчитывается 670 коммерческих сетей стандарта GSM в 200 странах. 116 коммерческих сетей сотовой связи в 70 странах поддерживают технологию EDGE.

Количество моделей сотовых телефонов стандарта GSM на мировом рынке 1700, при этом 143 GSM-телефона поддерживают технологию EDGE.

55 мобильных операторов развертывают сети с поддержкой двух технологий EDGE и WCDMA.

## 4G

Стандарты третьего поколения позволяют предоставить широкий перечень мультимедийных услуг и поддерживают скорости передачи данных до 14Мбит/сек. Это вполне соответствует запросам абонентов в настоящее время. Однако, объемы передаваемой информации в телекоммуникационных сетях растут с каждым днем. Чтобы удовлетворить потребности пользователей по скорости передачи данных и набору услуг хотя бы на 20 лет вперед необходим новый стандарт, уже четвертого поколения.

## 1.2. История

Разговоры о системах подвижной связи следующего поколения идут уже несколько лет. И вот, наконец, эта технология начинает принимать конкретные очертания - во всяком случае, в Европе.

Произошло событие, которое, несомненно, окажет значительное влияние на дальнейшее развитие мобильной связи в Европе. На состоявшемся в Париже 28-29 января заседании Европейского института по стандартам в области электросвязи (ETSI, European Telecommunications Standards Institute) было принято решение, регламентирующее основные направления развития нового стандарта на радиointерфейс для европейских систем подвижной связи следующего поколения под названием UMTS (Universal Mobile Telephone Service). Новый стандарт получил название UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access); предполагается, что именно он будет передан в Международный союз электросвязи (МСЭ) в качестве европейской заявки на технологию радиointерфейса для глобального стандарта систем мобильной связи следующего поколения ИМТ-2000.

Причин разработки нового общемирового стандарта несколько. Число абонентов систем подвижной связи растет очень быстро; степень проникновения этой технологии (т. е. число пользователей мобильной связи в процентах от общей численности населения) в ряде стран измеряется уже десятками процентов. Кстати, лидирует вовсе не США или Япония, а Финляндия: здесь услугами подвижной связи пользуются 45% населения. Если темпы роста числа абонентов не изменятся, то емкости систем второго поколения (GSM, TDMA) может не хватить.

Далее, имеется потребность в организации всемирного роуминга. В какой бы стране ни оказался абонент с мобильным телефоном, он должен получить доступ к услугам связи.

Наконец, технология нового поколения должна поддерживать высокую скорость передачи данных. В частности, необходимо, чтобы она обеспечивала работу мультимедийных приложений. Конкретные значения пропускной способности такие: 144 Мбит/с для быстро перемещающихся абонентов, 384 Мбит/с для пешеходов, 2 Мбит/с для фиксированных терминалов. При этом должна обеспечиваться возможность асимметричного обмена трафиком. (Напомним, что распространенный в настоящее время стандарт GSM дает не более 9600 бит/с, и именно это часто называют одним из главных факторов, сдерживающих широкое распространение услуги доступа в Internet через сотовые сети.) Новую технологию предполагается также использовать для предоставления ряда новых услуг, в частности двустороннего обмена короткими текстовыми сообщениями, доступа в Internet и др.

Предполагается, что под ИМТ-2000 будут выделены частоты в диапазонах 1885-2025 и 2110-2220 МГц. В США, правда, некоторые из этих частот уже выделены под системы персональных коммуникаций (PCS, Personal Communication Systems), так что пока не вполне ясно, каким образом можно будет обеспечить соблюдение нового стандарта во всем мире.

В настоящее время (до июня сего года) МСЭ собирает заявки на ИМТ-2000. Затем специальная рабочая группа МСЭ проведет оценку заявок и выработает общую спецификацию для радиointерфейса ИМТ-2000. Планируется, что эта деятельность завершится до конца 1999 г.

Но вернемся в Европу. Работы над проектом UMTS начались еще в 1992 г. На рассмотрение ETSI были представлены пять альтернативных технологий: WCDMA, OFDM, W-TDMA, TD-CDMA и ODMA. Основная борьба развернулась между сторонниками WCDMA и TD-CDMA.

WCDMA продвигали в первую очередь Ericsson (все мы помним, какую сенсацию произвело летом прошлого года сообщение о том, что Ericsson уже несколько лет проводит изыскания в области CDMA) и Nokia. Вокруг TD-CDMA сложилось свое

сообщество компаний, в состав которого входят такие гиганты, как Motorola, Siemens, Alcatel, Bosch, Italtel, Nortel и Sony.

Согласно процедурным правилам, принятым ETSI, для утверждения в качестве стандартной технология должна была набрать 71% голосов участников собрания. Преодолеть этот барьер не смогли ни WCDMA, ни TD-CDMA: первая получила чуть больше 61%, вторая - несколько меньше 39% голосов. Поэтому было принято компромиссное решение, согласно которому в UTRA технология WCDMA должна применяться для парных частотных полос (FDD, Frequency Division Duplex), а TD-CDMA - для непарных частотных полос (TDD - Time Division Duplex).

С точки зрения пользователя, это означает, что для связи с мобильными пользователями, перемещающимися вне зданий, будет использоваться WCDMA, а для фиксированных пользователей и для связи внутри зданий - TD-CDMA. Согласно требованиям стандарта UTRA, мобильные абонентские терминалы должны поддерживать оба режима, TDD и FDD.

Одним из важнейших положений, связанных со стандартом нового поколения, является недопустимость отказа от построенной в Европе развитой инфраструктуры сетей GSM. С этой точки зрения, технология TD-CDMA имеет определенные преимущества. Что же касается WCDMA, здесь, по-видимому, совместимость с GSM предполагается обеспечивать за счет использования комбинированных абонентских терминалов, поддерживающих обе технологии радиointерфейса; это может привести к удорожанию мобильных телефонов. Именно в том, чтобы не допустить подорожания абонентских устройств, состоит еще одно требование к UTRA и IMT-2000. Напротив, ставится задача стирания грани между мобильной и фиксированной телефонной связью; в перспективе, не должно быть никакой разницы между мобильным и домашним телефонами.

Сразу же после объявления результатов парижского голосования многие наблюдатели поспешили объявить о победе "нордического альянса". Впрочем, сами представители заинтересованных сторон такую трактовку отвергают. В опубликованном 29 января совместном пресс-релизе девяти компаний (Alcatel, Bosch, Ericsson, Italtel, Motorola, Nokia, Nortel, Siemens и Sony) дается высокая оценка решения ETSI и говорится, что все компании примут участие в разработке единого решения для широкополосного радиointерфейса на базе WCDMA и TD-CDMA. Подчеркивается, что одним из приоритетов при разработке UTRA будет обеспечение легкого перехода на новую технологию для операторов и абонентов сетей GSM.

Между тем, не за горами июнь, когда станет ясно, какие технологии будут бороться за право стать стандартом IMT-2000. Помимо UTRA в МСЭ, скорее всего, будет представлена технология, разрабатываемая "бандой четырех" - компаниями Lucent, Motorola, Nortel и Qualcomm - и являющаяся развитием стандарта cdmaOne. Свое слово должны сказать и японские, и корейские компании.

### **Широкополосный CDMA**

В предложенной ETSI технологии WCDMA ширина прямого и обратного радиоканалов составляет 5 МГц. В результате удастся достичь значительного повышения пропускной способности и емкости системы по сравнению с разработанными ранее узкополосными системами CDMA. В частности, как утверждают разработчики, объем трафика в расчете на одну несущую возрастает в восемь раз по сравнению с узкополосным CDMA; при этом ширина радиоканала увеличивается только в четыре раза (с 1,25 до 5 МГц). Скорость передачи данных может меняться в соответствии с внешними условиями, что достигается за счет использования различных способов кодирования сигнала и подстройки выходной мощности абонентского терминала.

Большая ширина радиоканала обеспечивает большую устойчивость к замираниям, благодаря чему можно точнее регулировать напряжение питания и экономнее расходовать

заряд аккумуляторных батарей, чем в узкополосной CDMA. Собственно, и сама CDMA устойчивее к замираниям, чем, например, AMPS, однако WCDMA делает следующий шаг в этом направлении.

WCDMA будет обеспечивать передачу данных как с коммутацией каналов, так и с коммутацией пакетов. Коммутация пакетов удобна для передачи трафика, некритичного к задержкам (например, при использовании беспроводной технологии для обмена данными между локальными сетями), а коммутация каналов - для передачи трафика в реальном времени (в частности, для организации видеоконференций). Соответственно, данная технология допускает две схемы биллинга - по объему переданных данных и по времени соединения.

Терминалы WCDMA позволяют в одно и тоже время использовать несколько сервисов. Например, мобильный абонент может одновременно осуществлять передачу данных (скажем, работать в Internet) и отвечать на голосовой вызов.

Существует и ряд других полезных функций. Например, в системах WCDMA допускается построение так называемых иерархических сотовых структур. Это означает, что в местах повышенной плотности абонентов можно устанавливать дополнительные микросоты (без перепланировки сети в целом), которые возьмут на себя разгрузку установленных ранее больших ячеек.

Компания Ericsson построила первую экспериментальную систему на базе CDMA. Предполагается, что в 1998 г. на базе этой системы будут опробованы некоторые абонентские сервисы, в частности доступ к мультимедийным приложениям и одновременная передача данных и голосового трафика с одного абонентского терминала. Скорость передачи данных с коммутацией каналов составит 64-384 кбит/с, а с коммутацией пакетов - до 384 кбит/с. Каждая базовая станция будет способна обслуживать до 300 голосовых вызовов. Коммутатор экспериментальной станции поддерживает следующие соединения с "внешним миром": до 24 голосовых вызовов, до 23 соединений с коммутацией каналов по 64 кбит/с каждый и до 36 IP-соединений с коммутацией пакетов на скорости до 384 кбит/с.

### **Радиоинтерфейс TD-CDMA**

При голосовании в ETSI технология WCDMA набрала большее число голосов и для нее были отведены большие ресурсы радиоспектра (1920-1980 МГц против 1900-1920 МГц для TD-CDMA), что позволяет многим считать ее победителем в этом соревновании. Однако надо понимать, что в странах с напряженным частотным планом выделение парных диапазонов такой ширины проблематично, поэтому "узкополосные" (минимум 1,2 МГц) системы TD-CDMA "могут сделать более быстрые деньги".

Разработка системы сотовой телефонии предполагает решение нескольких задач, среди которых - организация обмена информацией между сотами, определение местоположения подвижного объекта и выбор технологии радиодоступа. Последняя задача является самой сложной; ее решение определяет эффективность использования выделенного частотного ресурса и массогабаритные характеристики абонентского терминала. Современное состояние электроники позволяет при решении задачи радиодоступа использовать мощные аналитико-математические приемы. К ним, в частности, относятся доступ по случайному коду (CDMA), а также комбинации временного и частотного мультиплексирования (TDMA/FDMA).

Предложенная альянсом фирм Motorola, Alcatel, Bosch, Italtel, Siemens, Sony схема радиоинтерфейса TD-CDMA объединяет компоненты множественного доступа с кодовым и временным разделением. В этой схеме принято деление на восемь временных слотов (временной фрейм длиной 4,615 мс) на один частотный канал (1,2 МГц) с восемью энергетическими кодовыми уровнями. Временная нарезка соответствует используемой в стандарте GSM. Таким образом, один частотный канал обеспечивает доступ 64 абонентов,

т. е. в нем реализуются 64 полноскоростных цифровых канала на несущую. Для передачи сигнала используется код передачи (объединенный модулятор и помехоустойчивый кодер) с 16-позиционной квадратурной модуляцией (16QAM). При этом задержка передачи составляет 577 мкс.

Радиоинтерфейс TD-CDMA имеет еще одно важное преимущество. При перегрузке систем с кодовым разделением каналов соединение вызывающего абонента с вызываемым может привести к разъединению уже разговаривающих абонентов на краю соты. (В системах с другой технологией разделения канала абонент, создающий перегрузку, получает сигнал "занято".) Чтобы предотвратить такие "накладки" уменьшают радиус соты - тогда проще передавать кандидата на разъединение в соту со свободным ресурсом. Использование элементов временного разделения позволяет не так сильно уменьшать радиус соты, как в обычных системах CDMA.

В абонентских терминалах TD-CDMA временное переключение трактов приема и передачи проводится с помощью интегрального антенного переключателя. Меньшее количество аналоговых элементов делает персональные устройства проще в изготовлении и облегчает реализацию комбинированных абонентских терминалов (общий приемный тракт для GSM/TD-CDMA).

### *Long Term Evolution*

Работа над первым стандартом четвертого поколения - LTE (Long Term Evolution) началась в 2004 году организацией 3GPP. Главными требованиями, которые предъявлялись в процессе работы над стандартом были следующие:

Скорость передачи данных выше 100 Мбит/сек.

Высокий уровень безопасности системы

Высокая энергоэффективность

Низкие задержки в работе системы

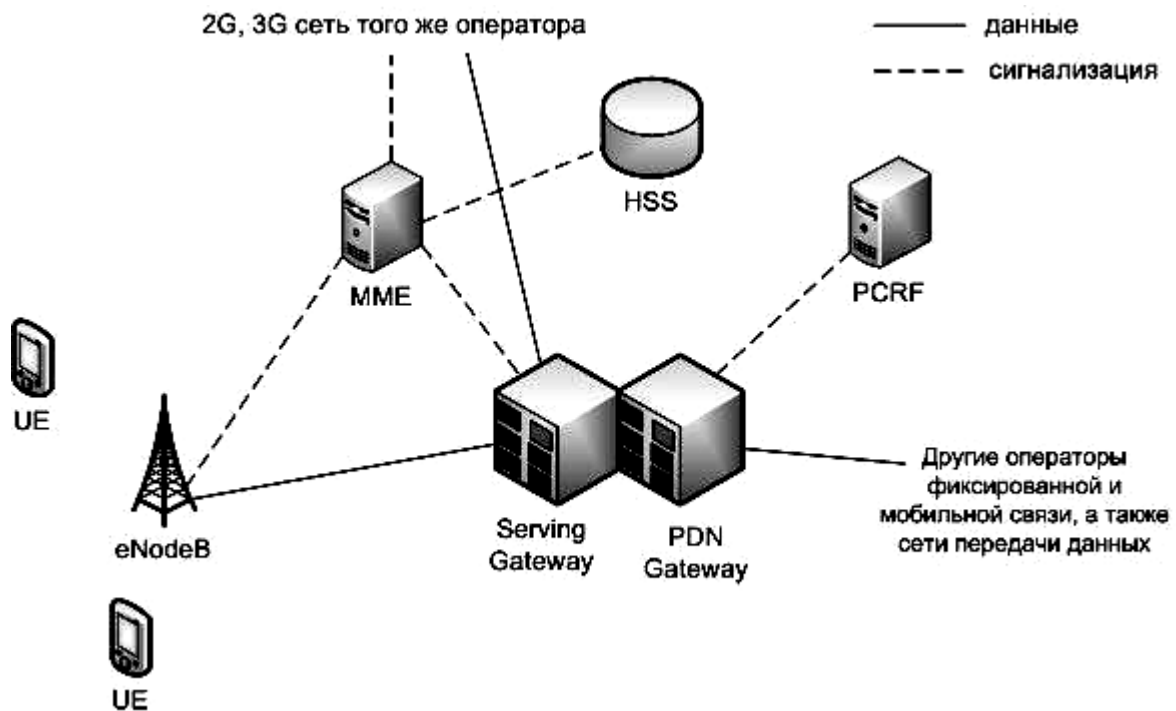
Совместимость со стандартами второго и третьего поколений

В конце 2009 года в Швеции была запущена в коммерческую эксплуатацию первая сеть стандарта LTE.

Сети LTE поддерживают скорости передачи данных до 326,4 Мбит/сек. К примеру, загрузка фильма в хорошем качестве займет менее одной минуты. Таким образом, верхняя планка по скорости передачи данных практически снимается.



Рассмотрим структуру сети LTE:



Из схемы сети LTE, представленной выше, уже видно, что структура сети сильно отличается от сетей стандартов 2G и 3G. Существенные изменения претерпела и подсистема базовых станций, и подсистема коммутации. Была изменена технология передачи данных между оборудованием пользователя и базовой станцией. Также подверглись изменению и протоколы передачи данных между сетевыми элементами. Вся информация (голос, данные) передается в виде пакетов. Таким образом, уже нет разделения на части обрабатывающие либо только голосовую информацию, либо только пакетные данные.

Можно выделить следующие основные элементы сети стандарта LTE:

**Serving Gateway (SGW)** – обслуживающий шлюз.

- ) «Якорная» точка для хэндоверов между сотами, а также между LTE и иными сетями.
- ) Законный перехват трафика
- ) Отправляет различные события в PCRF (начало соединения, завершение соединения)

**Public Data Network (PDN) SAE Gateway** или просто **PDN Gateway (PGW)** – шлюз сетей GSM и UMTS. Если информация (голос, данные) передаются из/в сети данного оператора, то они маршрутизируются именно через PGW.

**Mobility Management Entity (MME)** – узел управления мобильностью абонентов.

- ) аутентификация
- ) управление каналами на интерфейсах к другим элементам сети
- ) роуминг
- ) сигнализация между CN (Core Network) и UE (User Equipment)
- ) сигнализация между различными CN (Core Network), в случае если выполняет хэндовер между различными сетями.

**Home Subscriber Server (HSS)** – сервер абонентских данных.

**Policy and Charging Rules Function (PCRF)** – узел выставления счетов абонентам за оказанные услуги связи.

## 2. Основные технические характеристики и параметры

Показатель	UTRA TDD
Диапазон частот, МГц	1900-1920 («вниз»); 2010-2025 («вверх»)
Метод доступа	T D-CDMA
Полоса частот, МГц	5
Разнос между несущими, кГц	200
Чиповая скорость (базовая), Мчип/с	3,84
Синхронизации базовых станций	Синхронная
Схема поиска ячеек	Канал SCH (повторение N раз в течение 240 мс)
Коэффициент расширения (SF)	1—16
Модуляция в канале данных	
«вниз»	QPSK
«вверх»	QPSK
Расширяющая модуляция	
«вниз»	QPSK
«вверх»	QPSK
Глубина перемежения, мс	10/20/40/80
Кадровая структура, мс	0,625 (КИ), 10 (кадр) 720 (суперкадр)
Скорость передачи в канале	
управления мощностью, кбит/с	0,1—0,8
Точность управления мощностью, дБ	1—3
Максимальная излучаемая мощность (скорость 8 кбит/с, речь), дБм	27,2
Пропускная способность**	
в полосе 30 МГц, Эрл/МГц/сота	68,0/106****
Пропускная способность***	
в полосе 30 МГц, Мбит/с/МГц/сота	0,846/0,452****
Максимальная дальность мобильной и базовой станций, км	6,041/5,279****

- КИ — канальный интервал.
- \*\* При передаче речи.
- \*\*\* При передаче данных со скоростью 144 кбит/с.
- \*\*\*\* Первая цифра соответствует линии «вниз», вторая — линии «верх».

При дуплексной передаче с частотным разделением - FDD - число каналов в линиях "вниз" и "вверх", как правило, одинаково. А в режиме TDD двусторонняя радиосвязь обеспечивается за счет временного уплотнения каналов передачи и приема на одной несущей, что позволяет оптимально перераспределять ресурсы линии связи, выделяя различное число временных интервалов в линиях "вверх" и "вниз".

В европейском проекте UTRA изменение соотношения трафика в линиях "вверх" и "вниз" составляет от 15/1 до 2/14. Некоторое отличие в коэффициенте асимметрии обусловлено тем, что по крайней мере два канальных интервала должны быть выделены для служебных нужд в линии "вниз" (каналы синхронизации SCH) и один - в линии "вверх" (канал доступа RACH). Аналогичные решения будут приняты для режима TDD в других проектах наземных систем подвижной связи 3-го поколения.

Необходимость совместимости режимов TDD и FDD требует реализации простых и дешевых двухрежимных FDD/TDD-терминалов. Сегодня это возможно благодаря использованию одних и тех же микросхем как в двух-, так и в однорежимных радиотелефонах. При этом двухрежимное абонентское устройство FDD/TDD будет ненамного сложнее обычного FDD-терминала.

Протоколы верхнего уровня обрабатываются в режимах TDD и FDD идентичным образом. Кроме того, процедуры мультиплексирования и расширения кодов в каналах "вверх"/"вниз" этих режимов используют одинаковую управляющую информацию.

Общие процедуры и одна и та же канальная структура позволяют говорить о совпадении основных свойств UTRA TDD и WCDMA FDD (набор протоколов верхних уровней, услуги для прикладных служб и др.).

Использование одной и той же частоты для линий "вверх" и "вниз" упрощает конструкцию адаптивных (интеллектуальных) антенн, приемопередатчиков и в целом оборудования базовых станций. Так как характеристики замираний в прямом и обратном каналах в значительной степени коррелированы, то для их компенсации используются одинаковые методы управления мощностью и адаптивными антеннами.

Таким образом, системы на базе WCDMA FDD и UTRA TDD дают возможность нескольким операторам совместно использовать одну и ту же полосу частот, без взаимных помех и снижения качества связи. Никакой частотной координации между операторами в этом случае не требуется. А гибкая сетевая архитектура обеспечивает создание сетей разной конфигурации (макро-, микро- и пикосоты) при экономном использовании радиоресурсов.

### **Особенности, параметры и характеристики LTE**

- Поддержка различных частотных полос  
-)1,4 3 5 10 15 20 МГц
- Архитектура основанная на едином канале
- Совместимость и взаимодействие с предыдущими разработками 3GPP
- Взаимодействие с другими системами
- Временное и частотное разделение канала в рамках одной технологии радиодоступа
- Скорость передачи 100Мбит/с downlink и 50 Мбит/с uplink (при полосе 20 МГц)
- Зона покрытия одной базовой станцией до 100 км
- Время между отправкой запроса и получением ответа 10 мс

### 3. Экономическая эффективность

#### 3.1. состояние разработок в мире и перспектива развития;

- Число операторов, которые дали обязательства по построению сети LTE — 128 на март 2011г.
- Число сетей LTE, запущенных в коммерческую эксплуатацию: 17 сетей в 12 странах в марте 2011г.
- Число сетей LTE, которые будут в коммерческой эксплуатации на конец 2012 года: не менее 63 (прогноз марта 2011г.)
- Число абонентских устройств LTE 63, из них 27 с поддержкой HSPA (февраль 2011г.)
- Число подключений к сетям LTE в мире 565 тыс. абонентов на конец первого квартала 2011 только в сети Verizon Wireless
- К 2015 году прогнозируется уровень доходов от услуг LTE US\$200 млрд
- К 2016 году прогнозируется 305 млн. абонентов сетей LTE
- До конца 2011 года планируется отгрузить 5.5 млн. устройств LTE
- В 2014 году эта цифра по прогнозам составит 129 млн.

#### 3.2. Недостатки и достоинства

ПАРАМЕТРЫ	LTE-TDD	LTE-FDD
<b>Парный спектр</b>	Не требует использовать парный спектр. Прием и передача происходит в том же канале	Требует использование парного спектра частот
<b>Стоимость аппаратуры</b>	Небольшая стоимость, так как не используется diplexer, чтобы изолировать отправленные и полученные данные.	Обязательное использование diplexer для разделения принимаемых и передающих данных.
<b>Характеристики канала</b>	Канал работает в обоих направлениях и позволяет принимать и передавать сигнал	Канал работает в обоих направлениях в результате использования различных частот
<b>UL / DL asymmetry</b>	Есть возможность динамически изменять UL и DL потенциала отношения, чтобы соответствовать заявленным требованиям	UL / DL потенциал определяется распределением частот установленными регулятором. Поэтому не возможно производить динамические изменения, чтобы изменять мощность.

### 3.3. Состояние в России

- В декабре 2009г. Минкомсвязи и Минобороны подготовили ответ на требование президента РФ Дмитрия Медведева решить проблему с частотами для развития сетей связи 4G и WiMAX.

На высвобождение полос частот под LTE в диапазоне 790-862 мегагерц потребуется 56 миллиардов рублей. Полная конверсия частот обойдется более чем в 600 миллиардов рублей.

Тем не менее, полный вывод всех военных средств связи из обсуждаемых диапазонов частот возможен только к 2025 году.

- В декабре 2009г. сотовый оператор "Скай Линк" отправил на имя замминистра Минкомсвязи письмо с предложением о создании опытной зоны LTE в частотном диапазоне 1800 мегагерц.

Между тем вместо разрешения на строительство сети "Скай Линк" рискует лишиться диапазона частот 1800 МГц. Оператор нарушил условия выигранных в 2007 году GSM-лицензий.

- В феврале 2010 «Мегафон» подал заявку на частоты 4G

- Компания "Скартел"(Yota) 30 августа 2010г. развернула в Казани первую сеть работающую по стандарту LTE.

Строительство сети заняло два месяца и обошлось в 20 миллионов долларов. Всего было установлено 147 базовых станций, сигнал которых полностью покрывает город.

Достигнутая в ходе лабораторных испытаний скорость передачи данных составила 90 Мбит/с. В реальных условиях сервис SpeedTest показывал скорость от 10 до 30 Мбит/с при одновременной работе нескольких клиентов.

- 31 августа 2010г. сеть LTE в Казани была закрыта.

Глава "Скартела" подчеркнул, что запуск сети 4G в Казани был пилотным. Пока Yota не имеет разрешения эксплуатировать сеть 4G стандарта LTE в коммерческом или тестовом режиме.

- "Ростелеком" выиграл лицензии на право оказания услуг мобильного беспроводного доступа в диапазоне 2300—2400 МГц в 11 из 12 регионов, выставленных Роскомнадзором на четвертый конкурс 2010 года.

- «Ростелеком», «МТС», «Вымпелком» и «Мегафон» сформировали консорциум «для исследования возможностей и условий» создания в России сетей 4G.

Задача консорциума — до 1 июля 2011 г. подготовить предложения об использовании частот, подходящих для строительства сетей 4G стандарта LTE (в частности, 790-862 МГц и 2,5-2,7 ГГц), и предложить условия конкурсов на эти частоты.