

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

**Реферат по дисциплине
"Радиотелефонные и сотовые коммуникационные сети"**

ТЕХНОЛОГИЯ UMTS

Выполнил:
студент группы 14-502
Овчинникова Е.А.

Проверил:
Скородумов А.И.

Москва, 2011

Содержание

Краткая история мобильной связи	3
Принцип действия UMTS.....	6
Распределение частот UMTS	7
Недостатки UMTS.....	8
HSDPA (High Speed Downlink Packet Access).....	8
Место технологии HSDPA в сети UMTS.....	9
В России.....	10
День сегодняшний	10
LTE.....	11

Краткая история мобильной связи

Что касается мобильной связи в широком смысле, то она появилась одновременно с изобретением радио. Если рассматривать сети сотовой связи, обеспечивающие непрерывное обслуживание абонента при его перемещении с "автомобильной" высокой скоростью, то в 80-х годах прошлого века они прошли этап аналоговой радиотелефонии (первое поколение или 1G), а в 90-х — цифровой радиотелефонии (2G). Во многом движущими силами развития мобильной связи были единство и борьба поставщиков в искреннем желании не только сгенерировать новые доходы, но и унифицировать технику.

В конце XX века появление Интернета не сразу было воспринято индустрией мобильной связи во всей его динамике развития не только с точки зрения скоростей передачи информации, но и новых технологий доставки этой информации, потому что версталось третье поколение.

3G было призвано объединить сотовый мир 2G, в котором существовало несколько "нестыкуемых" стандартов (например, GSM и cdmaOne/IS-95), на основе рамочных стандартов Международного Союза Электросвязи (МСЭ или ITU) в интересах так называемой программы IMT-2000 (International Mobile Telecommunications). Вот как об этом писали все СМИ в конце 90-х: "Одним из наиболее грандиозных проектов конца XX века является концепция IMT-2000. В ее основе лежит идея создания нового поколения семейства систем беспроводного доступа, сотовой и спутниковой связи. Ключевые требования, предъявляемые к стандартам семейства IMT-2000, — дешевые карманные терминалы, обеспечение глобального роуминга и универсальные решения для сетей разного класса (микросотовых, сотовых и спутниковых)" и т. д. и т. п.

Теперь, по прошествии первого десятилетия XXI века, можно посмотреть, что из всего этого получилось. Во-первых, война поставщиков привела к тому, что сотовый мир получил сразу пять стандартов 3G, из которых два развились наиболее широко (UMTS и cdma2000 EV-DO) во всем мире, не считая местный китайский стандарт TD-SCDMA. Во-вторых, глобального "оттенка" не получилось еще и потому, что никакие спутниковые системы связи в 3G так и не прижились — не до них было. В-третьих, резко "пошедший в гору" одновременно с появлением концепции IMT-2000 Интернет спутал все карты и заставил ориентироваться на скоростную передачу данных, которая поначалу получалась "не очень" (в UMTS, кто помнит, получалось лишь 384 кбит/с при быстром перемещении абонента). В Европе переход с технологии TDMA (GSM) на WCDMA (UMTS) подразумевал серьезную смену радиооборудования, которую поставщики сумели оформить в виде этакой "каши из топора", когда параллельно телефонной сети постепенно создавалась сеть передачи данных (GPRS, EDGE), и все это объединялось в общем радиointерфейсе (т. н. сети 2,5G), а старое 1 оборудование выбрасывалось. А уж потом оператор "дозревал" до построения сети 3G/UMTS.

Еще в начале XXI века были длительные проблемы с терминалами 3G/UMTS, которые плохо работали, быстро разряжались и пр. и пр. А еще европейские бюрократы вместе с поставщиками оборудования сумели "снять" с операторов порядка 300 млрд евро за лицензии и оборудование (включая и ту самую "кашу из топора"), что серьезным образом сказалось на окупаемости "сетей будущего". В общем, история 3G приобрела положительный оттенок и "заиграла" в полную силу лишь к концу десятилетия ее развития, когда сети UMTS стали модернизироваться с помощью семейства технологий HSPA/HSPA+ (High Speed Packet Access), которые позволяют получать 21 Мбит/с на линии "вниз" и 14 Мбит/с в направлении "вверх". Одновременно и сами сети смогли отказаться от "телефонной" технологии TDM и перейти полностью на IP.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), универсальная система мобильных телекоммуникаций — один из стандартов, разработанный Европейским институтом стандартов телекоммуникаций (ETSI) для внедрения 3G в Европе. Появление GPRS и EDGE (EDGE (EGPRS - *Enhanced Data rates for GSM Evolution* — цифровая технология для мобильной связи, которая функционирует как надстройка над 2G и 2.5G (GPRS)-сетями) и последующий переход к UMTS открывают дорогу ко многим дополнительным возможностям помимо голосовой связи. UMTS — это высокоскоростная передача данных, мобильный Интернет, различные приложения на основе Интернета, Интранета и мультимедиа. Ключевой технологией для UMTS является широкополосный многостанционный доступ с кодовым разделением (WCDMA). Эта технология

радиодоступа, выбранная в сентябре 1998 г. ETSI, поддерживает мультимедийные услуги 3G. Системы WCDMA/UMTS включают усовершенствованную базовую сеть GSM и радиointерфейс по технологии WCDMA. Скорость передачи в радиоканале для мобильного абонента достигает в пределе 2 Мбит/с. WCDMA предназначена для использования в системах, работающих в частотном диапазоне 2 ГГц, который позволит использовать все преимущества этой технологии. Например, всего одна несущая WCDMA шириной 5 МГц обеспечит предоставление смешанных услуг, требующих скоростей передачи от 8 кбит/с до 2 Мбит/с. Мобильные терминалы, совместимые с WCDMA, в соответствии с рекомендациями ITU могут работать сразу с несколькими услугами.

До недавнего времени основным фактором, определявшим развитие мобильных коммуникаций, была традиционная передача голоса. Однако внедрение новых технологий высокоскоростной передачи данных, в том числе GPRS и EDGE, и эволюция к системам UMTS/WCDMA позволят операторам сотовой связи предоставлять различные беспроводные мультимедиауслуги, например, электронные открытки, просмотр Web-страниц, доступ к корпоративным сетям.

Какова сегодня судьба UMTS в России? По мнению экспертов, развертывание сетей UMTS будет происходить после выдачи лицензий и проведения тендера на использование участков радиочастотного спектра. Предположительно, это произойдет в конце нынешнего года. Официальное объяснение задержки – нельзя допустить отток инвестиций от развития сетей GSM в регионах.

На начало 2006 г. производители будут готовы предоставить оборудование UMTS, соответствующее Rel'4 и Rel'5 стандарта 3GPP. Уже на этапе построения сетей UMTS российские операторы получают возможность разделять сигнальную (user plane) составляющую опорной сети, применять IP Multimedia Subsystem, рассматривать внедрение HSDPA.

Что касается состояния абонентской базы, то в настоящий момент, по большому счету, ее просто нет.

И это несмотря на то, что двухрежимные телефоны GSM/UMTS уже продаются (Nokia 7600, 6330). Тем не менее можно предположить, что в ближайшем будущем рост числа абонентов UMTS в Москве превзойдет ожидания. Эксперты предсказывают, что миллион абонентов будет набран в течение первых трех лет эксплуатации сети. Основные фокусные группы – бизнес и молодежь.

Пока достаточно сложно прогнозировать, какие маркетинговые подходы и технические решения будут использоваться для выделения частотного спектра под сети 3G. Вероятно, это будет зависеть от условий конкретных тендеров и ряда традиционных для нашей страны факторов, зачастую далеких от чисто технологических или рыночных механизмов.

Вопрос о том, что может сегодня предложить подписчикам стандарт UMTS, также довольно сложен. Сегодня самый востребованный сервис UMTS на Западе – обычная речевая связь. Перспективными можно считать следующие услуги:

- мультимедийные сервисы. Они открывают новые возможности для общения, например rich voice. Это решение позволяет одновременно с разговором по телефону передавать изображение (фото с места событий, если угодно);
- сервисы на основе прямых соединений мобильных терминалов через сеть передачи данных. Передача файлов, обмен программами – все это сделает мобильный терминал похожим на ставший уже привычным компьютер и позволит перенести опыт работы с персональным компьютером на мобильную связь;
- Sharing – сервисы, при которых контент разделяется между группой пользователей (например, PoC и конференции с использованием виртуальной whiteboard).

При этом рынок терминалов позволяет предположить, что в скором времени они найдут своего потребителя и в нашей стране. Стоимость уже упомянутых двухрежимных терминалов GSM/UMTS ниже, чем многих бизнес-моделей телефонов GSM.

Если сравнивать UMTS и GSM, то, по мнению многих экспертов, последний уступает UMTS практически по всем позициям, за исключением строительства сетей с большими радиусами сот. Разумеется, при этом стоит учитывать, что широкое распространение сетей GSM сегодня – это реальность, с которой нельзя не считаться.

Такой огромный сегмент рынка не может просто в одночасье сдать свои позиции, не говоря уже о довольно болезненных вопросах, связанных с появлением промежуточных и альтернативных решений.

Одной из главных перспектив стандарта многие считают построение All-IP-сетей мобильной связи с интегрированной сетью радиодоступа.

Среди основных проблем, уже традиционно, – неподготовленность нашего законодательства к реализации проектов такого масштаба. Достаточно вспомнить последние изменения правил работы операторов интернет-телефонии.

Итак, доминирующим в России стандартом сотовой связи остается GSM, услугами которого пользуются 95–96% ли NMT пока не столь очевидна.

На российском рынке представлены стандарты сотовой связи всех трех поколений — 1G, 2G, 2,75G, и в скором времени ожидают появления 3G. Однако на практике GSM вытеснил с рынка практически всех конкурентов. При этом постепенно сходит на нет использование сетей первого поколения, а технологии третьего — W-CDMA или CDMA2000 – пока не получили широкого распространения.

Говоря о подготовке операторов и производителей к внедрению 3G в России, как одно из основных достижений в этой области можно упомянуть создание Ассоциации операторов сетей третьего поколения 3G, в рамках которой были начаты исследования важнейших аспектов внедрения сетей 3G в России. Операторские компании — члены Ассоциации 3G еще в 2001–2002 годах развернули фрагменты опытной зоны W-CDMA в Москве и Санкт-Петербурге. Результаты проведенных исследований получили одобрение Мининформсвязи России, и внедрение сетей связи 3G в 2002 г. было признано одним из наиболее перспективных направлений развития отрасли.

В конце позапрошлого года компании «СкайЛинк» удалось «застолбить» за собой частоты 2ГГц, необходимые для опытной зоны 3G. К тестированию сетей в новом диапазоне оператор приступил осенью 2004 г., совместно с американским поставщиком телекоммуникационного оборудования Lucent Technologies.

Государственная комиссия по радиочастотам Мининформсвязи России уже утвердила временные нормы частотно-территориального разноса радиоэлектронных средств (РЭС) сетей UMTS и РЭС правительственного назначения.

В настоящее время операторы сетей стандарта NMT-450 постепенно мигрируют в 2,75G — стандарт IMT-TC-450, который предоставляет возможность последующего перехода к полноценным сетям 3G. На начало 2004 г. в России существовало около 60 NMT-операторов. Абонентская база этого стандарта достигла пика в 2001 г., составив 475 тыс. человек. За последние 2–3 года операторы NMT-450 потеряли около 20% своих клиентов. К осени 2004 г. практически все они были скуплены оператором «СкайЛинка», который на их базе приступил к развертыванию общероссийской сети 2.75G.

Операторы сетей стандарта GSM приступят к предоставлению услуг в европейском стандарте UMTS, вероятно, не раньше 2006 г. В декабре 2004 г. в России появилась первая коммерческая сеть EDGE, запущенная «ВымпелКомом» в Вологодской области. В начале 2005 г. «МегаФон» открыл доступ к этой услуге москвичам. Таким образом, на базе «промежуточных» технологий (в данном случае EDGE) GSM-операторы планируют осуществлять постепенный переход к сетям третьего поколения.

Однако точку в этом вопросе ставить еще рано. Однозначного ответа, каким путем пойдет развитие мобильных технологий в нашей стране, сегодня по-прежнему нет. На ситуацию может повлиять множество факторов, в том числе и таких, которые не имеют никакого отношения не только к сотовой связи, но и к сектору IT в целом. Тем не менее очевидная тенденция к развитию новых мобильных сервисов, несомненно, в ближайшие годы приведет к появлению техого поколения, абонентами которых могут стать 15–20% сегодняшних пользователей GSM. Вероятно, наибольшие шансы на успех новые сети будут иметь в мегаполисах, где уровень благосостояния населения существенно выше, чем в среднем по стране.

UMTS, используя разработки W-CDMA, позволяет поддерживать скорость передачи информации на теоретическом уровне до 21 Мбит в сек. (при использовании HSPA+). В настоящий момент самыми высокими скоростями считаются 384 Кбит/сек для мобильных станций технологии R99 и 7,2 Мбит/сек для станций HSDPA в режиме передачи данных от базовой станции к мобильному терминалу. Это является скачком по сравнению со значением в 9,6 Кбит/сек при передаче данных по каналу GSM, или

использованием в соответствии с технологией HSCSD нескольких каналов 9,6 Кбит/сек (при этом максимально достигаемая скорость – 14,4 Кбит/сек в CDMAOne), и, наряду с другими технологиями беспроводной передачи данных (CDMA2000, PHS, WLAN) позволяет получить доступ к Всемирной Паутине WWW и другим сервисам посредством использования мобильных станций.

Предшествующее поколению 3G второе поколение мобильной связи включает в себя такие технологии как GSM, IS-95, PHS, используемый в Японии PDC и некоторые другие, принятые на вооружение в самых разных странах. Эволюционным этапом на этом пути развития телекоммуникаций является поколение «2,5G», обозначающее применение на сетях технологии GPRS. Теоретически скорость передачи данных с GPRS может составлять максимально 171,2 Кбит/сек, но на практике она колеблется в пределах 56 Кбит/сек, что тем не менее повышает привлекательность технологии, основанной на пакетной коммутации по сравнению с более медленными в передаче данных способами, основанными на коммутации каналов. GPRS применена на многих сотовых сетях стандарта GSM, а следующий этап в этой технологии – EDGE, использующий более сложные схемы кодирования информации – позволяет поднять скорость передачи данных до 473,6 Кбит/с в теории и до 180 Кбит/сек на практике. Сети, развернутые с применением EDGE, относят к поколению «2,75G».

Начиная с 2006 года на сетях UMTS повсеместно распространяется технология высокоскоростной пакетной передачи данных от базовой станции к мобильному терминалу HSDPA, которую принято относить к сетям поколения «3,5G». К началу 2008 года HSDPA поддерживала скорость передачи данных в режиме «от базовой станции к мобильному терминалу» до 7,2 Мбит/сек. Также ведутся разработки по повышению скорости передачи данных в режиме от мобильного терминала к базовой станции HSUPA. В долгосрочной перспективе, согласно проектам 3GPP, планируется эволюция UCMC в сети четвертого поколения 4G, позволяющие базовым станциям передавать и принимать информацию на скоростях 100 Мбит/сек и 50 Мбит/сек соответственно, благодаря усовершенствованному использованию воздушной среды посредством мультиплексирования с ортогональным частотным разделением сигналов OFDM.

UMTS позволяет пользователям проводить сеансы видеоконференций посредством мобильного терминала, однако опыт работы операторов связи Японии и некоторых других стран показал невысокий интерес абонентов к данной услуге. Гораздо более перспективным представляется развитие сервисов, предлагающих загрузку музыкального и видео контента: высокий спрос на услуги такого рода был продемонстрирован в сетях 2,5G.

Принцип действия UMTS

UMTS развёртывается путём внедрения технологий воздушного интерфейса W-CDMA, TD-CDMA, или TD-SCDMA на «ядро» GSM. В настоящий момент большинство операторов, работающих как на сетях UMTS выбирают в качестве технологии воздушного интерфейса W-CDMA.

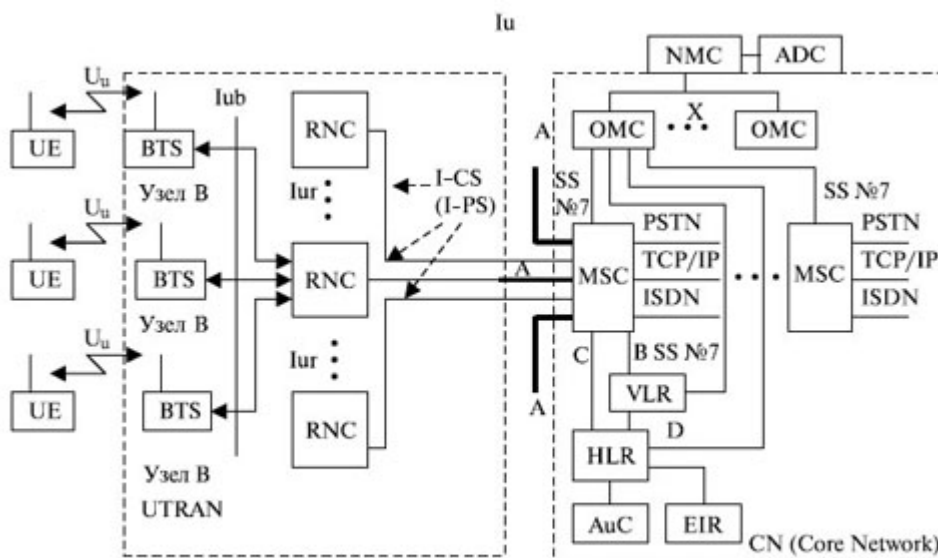
Воздушный интерфейс UMTS использует в своей работе пару каналов частотой 5 МГц. Для сравнения, конкурирующий стандарт CDMA2000 использует один или несколько каналов с частотой 1,25 МГц для каждого соединения. Здесь же кроется и недостаток сетей связи, использующих W-CDMA: неэкономичная эксплуатация спектра и необходимость освобождения уже занятых под другие службы частот, что замедляет развертывание сетей, как, например, в США.

Согласно спецификациям стандарта, UMTS использует следующий спектр частот: 1885 МГц – 2025 МГц для передачи данных в режиме «от мобильного терминала к базовой станции» и 2110 МГц – 2200 МГц для передачи данных в режиме «от станции к терминалу». В США по причине занятости спектра частот в 1900 МГц сетями GSM выделены диапазоны 1710 МГц – 1755 МГц и 2110 МГц – 2155 МГц соответственно. Кроме того, операторы некоторых стран (например, американский AT&T Mobility) дополнительно эксплуатируют полосы частот 850 МГц и 1900 МГц.

Для операторов связи, уже оказывающих услуги в формате GSM, переход в формат UMTS представляется лёгким с технической точки зрения и затратным одновременно: при создании сетей нового уровня сохраняется значительная часть прежней инфраструктуры, но вместе с тем получение лицензий и приобретение нового

оборудования для базовых станций требует значительных капитальных вложений. Основным отличием UMTS от GSM является построение воздушной среды передачи данных на принципах Сети Общего Радиодоступа GeRAN. Это позволяет осуществлять стыки UMTS с цифровыми сетями интегрированного обслуживания ISDN, сетью Интернет, сетями GSM или другими сетями UMTS. Сеть общего радиодоступа GeRAN включает три нижних уровня модели взаимодействия открытых систем, верхний из которых (третий, сетевой уровень) составляют протоколы, образующие системный уровень управления радиоресурсами (протокол RRM). Этот уровень ответственен за управление каналами между мобильными терминалами и сетью базовых станций (в том числе передача обслуживания терминала между базовыми станциями).

Архитектура UMTS



ADC – Administration Center
 AuC – Authentication
 BTS – Base Telephone Station (B-Node)
 EIR – Equipment Identification Register
 HLR – Home Location Register
 I-CS – Interface Channel Switching
 I-PS – Interface Packet Switching
 ISDN – Integrated Service Digital Network
 Iu – Interface UTRAN – CN
 Iub – Interface BTS- RNC
 Iur – Interface RNC-RNC
 MS – Mobile Station
 MSC – Mobile Switching Center
 NMC – Network Management Center
 OMC – Operation and Maintenance Center

 PSTN – Public Switched Telephone Network
 RNC – Radio Network Controller
 TCP/IP – Internet Protocols

 UE – User Equipment
 UTRAN – UMTS Terrestrial RAN
 Iu – Interface UE-BTS
 VLR – Visit Location Register

Административный центр
 Центр аутентификации
 Базовая приемопередающая станция
 Регистр идентификации оборудования
 Домашний регистр местоположения
 Интерфейс коммутации каналов
 Интерфейс коммутации пакетов
 Цифровая сеть с интеграцией служб
 Интерфейс UTRAN-CN
 Интерфейс BTS-RNC
 Интерфейс RNC-RNC
 Мобильная станция
 Центр коммутации мобильной связи
 Центр управления сетью
 Центр эксплуатации и технического обслуживания
 Телефонная сеть общего пользования
 Контроллер управления радиосети
 Протокол управления передачей данных/
 Интернет-протокол
 Устройство пользователя
 Сеть наземного радиодоступа UMTS
 Интерфейс UE-BTS
 Визитный регистр местоположения

Сеть 3G строится на базе тех же компонентов, что и подвижные сети [5]: • мобильная телефонная станция, в системе UMTS она называется UE (User Equipment); • базовая телефонная станция (по терминологии UMTS – узел B); • контроллер базовой станции (BSC) • центр коммутации мобильной связи (MSC).

Распределение частот UMTS

Спектр частот, отведенный под использование UMTS в Европе, является уже занятым под предоставление других услуг на территории США: частота в 1900 МГц

отведена под Personal Communications Service (PCS) стандарта 2G, частота 2100 МГц используется для спутниковой связи. Тем не менее, по решению государственных органов США часть диапазона 2100 МГц освобождается под услуги 3G, также как и часть диапазона 1700 МГц (для передачи данных в режиме «от мобильного терминала к базовой станции»). AT&T Wireless запустила сеть UMTS в Соединенных Штатах Америки в конце 2004 г. в диапазоне 1900 МГц. Компания сотовой связи Cingular, приобретенная AT&T в том же 2004 году, смогла применить эту технологию на своей сети в ряде американских городов. В соседней Канаде запуск UMTS также анонсируется на частоте 1900 МГц. Другая компания, T-Mobile, предполагает развернуть сеть в диапазоне 2100/1700 МГц.

С целью расширения абонентской базы AT&T также осваивает диапазон в 850 МГц в части американских штатов. Австралийский оператор Telstra планирует к февралю 2008 года перейти от эксплуатации сети CDMA в диапазоне 850 МГц к UMTS на частоте 2100 МГц. Стоит отметить то что диапазон 850 МГц позволяет охватывать большую зону действия в пределах одной базовой станции по отношению к сетям 1700/1900/2100 МГц.

Недостатки UMTS

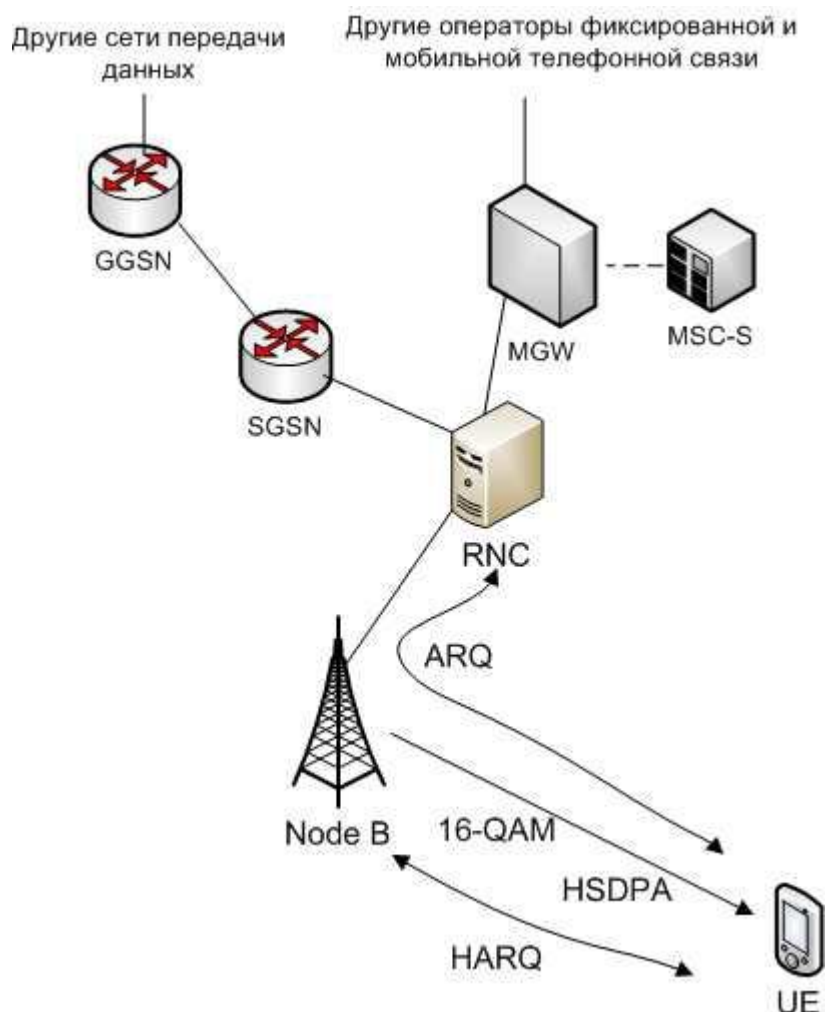
В некоторых странах (в том числе США и Японии) порядок распределения радиочастотного спектра не соответствует рекомендациям Международного союза электросвязи, и в результате UMTS не может быть развернута в спектре, назначенном разработчиками. Это требует нового подхода к оборудованию сети связи, и перед производителями ставится задача разработки новых технологических решений. Опыт эксплуатации оборудования сетей GSM позволяет сделать предположение, что в скором времени на рынке появится оборудование, которое сможет удовлетворить требованиям заказчиков во всех странах мира, но его стоимость будет значительно выше существующих на данный момент предложений. Однако такая универсальность в конечном итоге позволяет снизить затраты по отрасли в целом, и в результате абонент окажется в выгоде.

В начале эры UMTS основными недостатками технологии представляются следующие моменты:

- относительно высокий вес мобильных терминалов наряду с низкой емкостью аккумуляторных батарей
- технологические сложности корректного осуществления хэндовера между сетями UMTS и GSM
- небольшой радиус соты (для полноценного предоставления услуг он составляет 1-1,5 км).

HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)

HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) – это технология высокоскоростной передачи данных в downlink. Наряду с HSUPA входит в семейство технологий высокоскоростной передачи данных HSPA (High Speed Packet Access) для сетей сотовой связи стандарта UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Максимально поддерживаемая скорость, которая может быть достигнута только в лабораторных условиях составляет 14,4 Мбит/сек. Метод для увеличения скорости передачи данных был позаимствован из сетей 2G, а точнее из стандарта GSM. Технология EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) в свое время уже позволила увеличить скорость передачи данных в сетях второго поколения более чем в 2 раза, по сравнению с технологией GPRS (General Packet Radio Service), лишь за счет нового способа модуляции. В технологии HSDPA также применяется новый метод модуляции на радиointерфейсе (между NodeB и UE) – 16-QAM (Quadrature amplitude modulation). В одной посылке сигнала, благодаря этому способу модуляции, теперь может передаваться в 3 раза больше информации.



Место технологии HSDPA в сети UMTS

Однако, в отличие от GPRS / EDGE, это не единственное важное изменение. Наряду с новым методом модуляции сигнала HSDPA предусматривает также использование скоростной системы автоматических перезапросов HARQ (Hybrid automatic repeat request). Этот механизм отвечает за автоматический перезапрос потерянных или испорченных ошибок пакетов. Подобный механизм под названием ARQ (Automatic repeat request) уже использовался в релизе R99. Однако перезапрашивающим сетевым элементом для ARQ служил RNC (Radio Network Controller). На практике известно, что наибольшим мешающим воздействиям (помехам, искажениям) информационный сигнал подвержен на интерфейсе между UE и NodeB, а далее до RNC сигнал передается в системах связи (радиорелейная линия связи (РРЛ), волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС) и т.п.), которая меньше подвержена внешним воздействиям и, как правило, имеет собственные механизмы защиты от помех. В связи с этим оказалось целесообразно перезапрашивать искаженные пакеты в NodeB, что значительно сократит ожидание повторной передачи. Сами пакеты были уменьшены в размерах в 10 раз, что также способствует сокращению времени ожидания. Кроме того, на радиоинтерфейсе были введены специальные каналы, которые обладают специфическими особенностями способствующими увеличению скорости передачи данных.

Таким образом, все эти нововведения в купе позволили увеличить скорость передачи данных в направлении downlink более чем в 7 раз. На практике скорости передачи данных могут легко достигать значений около 2 Мбит/сек. Этого вполне достаточно для загрузки файлов больших объемов и просмотра потокового видео высокой четкости (HDTV).

В России

По результатам конкурса на получение лицензий для предоставления услуг сотовой связи в стандарте UMTS на территории России победителями оказались три крупнейших оператора стандарта GSM в РФ: в апреле 2007 года необходимые разрешения были выданы ОАО «Мобильные ТелеСистемы» (МТС), ОАО «Вымпелком» (торговая марка Билайн) и ОАО «МегаФон». Первым российским оператором, запустившим сеть третьего поколения в коммерческую эксплуатацию, стал «Северо-Западный филиал ОАО „Мегафон“»: в начале октября 2007 г. компания ввела в действие сеть из 30 базовых станций на территории г. Санкт-Петербурга, а к концу 2008 г. планировала построить на Северо-Западе 1000 базовых станций с поддержкой UMTS/HSDPA и полностью покрыть сетью 3G Петербург.^[1] 28 мая 2008 г. сеть 3G с поддержкой технологии HSDPA в Петербурге запустила в коммерческую эксплуатацию компания МТС.^[1] 15 июля 2008 г. в Сочи компания МТС запустила в коммерческую эксплуатацию сеть 3G с поддержкой технологии HSDPA^[2]. Это позволило компании «Мобильные ТелеСистемы» стать вторым оператором России, начавшим предоставление услуг связи 3G-UMTS. 1 июня 2008 года в городе Казань компанией «МТС» была запущена сеть 3G(HSDPA) в тестовом режиме, а с 1 июля 2008 года была запущена в коммерческую эксплуатацию, чуть позднее 3G сеть была развернута в городе Нижнекамск, с января 2009 года в Казани также запустила 3G сеть «Билайн», с 1 сентября 2009 года планируется запуск 3G сети компанией «Мегафон», обещавшей полностью покрыть весь город. 16 июля 2009 года в Саратове компания МТС запустила в коммерческую эксплуатацию сеть 3g с поддержкой HSDPA.

1 сентября 2008 года «Вымпелком» (торговая марка «Билайн») объявила о начале предоставления услуг на основе технологий UMTS в Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Самаре и Челябинске. 17 ноября 2008 года компания МегаФон сообщила, что 185 базовых станций, оснащённых современным оборудованием для высокоскоростной передачи данных, обеспечивают высокое качество 3G-сигнала в крупных городах и населённых пунктах республики Дагестан: Белиджи, Магарамкенте, Кизляре, Кизилюрте, Избербаше, Каспийске, Дербенте, Дагогни, Ленинкенте, Тюбе, Буйнакске и Хасавюрте.^[3] 14 ноября 2008 года «Билайн» объявила первой о начале предоставления услуг на основе технологий UMTS в Уфе, а 17 декабря 2008 года 3G сеть была запущена в Кургане, и в Чите. 18 декабря 2009 года «Билайн» запустила сеть 3G в Иркутске и Иркутской области. 6 мая 2010 года МТС запустила 3G сеть в городе Липецке.

День сегодняшний

В результате сегодня сети 3G в совокупности обслуживают почти 0,5 млрд абонентов. И основная тенденция их развития — все более и более высокие скорости передачи информации, требуемые для "хорошего" мобильного Интернета. Это позволяет продолжать "скоростную" гонку за сетями фиксированной связи. Разумеется, из-за кардинальных различий в физических средах эту гонку им не выиграть, но самое главное все-таки не скорость, а чтобы потребитель был доволен услугами, главной из которых является мобильность. А еще абонент хочет везде получать такой же Интернет, как дома или в офисе.

Сегодня в мире насчитывается свыше 5 млрд мобильных устройств в основном, однако, разработанных для передачи голоса, но значительный рост популярности смартфонов, например, Apple iPhone, ведет к удвоению объема трафика мобильных данных каждые шесть месяцев. И уже сегодня мобильная связь начинает вытеснять фиксированную как в телефонии, так и в скоростном доступе в Интернет (Mobile Broadband — МВВ). К примеру, расставленные недавно по всем населенным пунктам РФ таксофоны не пользуются популярностью, потому что большинство местных жителей, включая пенсионеров, уже имеют мобильные телефоны и пользуются относительно недорогими тарифами. А там, где появились сети 3G, тарифы на мобильный Интернет в разы ниже тарифов операторов фиксированной связи, чего не скажешь о скоростях доступа.

Итак, основными стимулами для внедрения МВВ сегодня являются:

- рост спроса на услуги передачи данных, рост трафика, требования к качеству;

- новые услуги, проникновение Интернета, новый контент, генераторами которого становятся сами пользователи, а также многомодовые терминалы (например, с Wi-Fi);
- дальнейшее вовлечение населения многих стран в мировое информационное пространство;
- ограниченность ресурсов существующих сетей, снижение средних доходов с абонента (ARPU);
- возможность фрагментарного и взаимодополняющего построения новых сетей;
- повышение экономической, функциональной и спектральной эффективности использования радиоспектра.

Учитывая вышесказанное, отрасль мобильной связи двинулась за рамки IMT-2000 к четвертому поколению (4G), где международная организация 3GPP (3-rd Generation Partnership Project), занимающаяся развитием технологической линейки GSM/UMTS/HSPA, предложила концепцию "долговременной эволюции" LTE (Long Term Evolution).

LTE

В долгом процессе превращения мобильной телефонии в скоростную передачу данных вкупе с переходом от TDM к IP последняя "обросла" множеством дополнительных архитектурных построений, увеличивающих капитальные и операционные затраты операторов сетей. Приход поколения 4G не только логично продолжал великое дело увеличения скоростей передачи информации в мобильных сетях, но и был призван существенно упростить их архитектуру. Началом работы над концепцией LTE считается семинар по эволюции радиосетей доступа, состоявшийся в ноябре 2004 г. в Торонто. На семинаре присутствовали все заинтересованные организации (члены и не члены 3GPP). Там же были определены основные цели и задачи работ по дальнейшему развитию сетей 3G:

- снижение себестоимости на бит информации;
- увеличение количества услуг с ориентацией на требования абонентов;
- высокая гибкость использования имеющихся и новых частотных диапазонов;
- упрощенная архитектура, открытость интерфейсов;
- возможность рационального потребления энергии абонентскими терминалами;
- было также рекомендовано упростить базовую сеть (объединяющую базовые станции).

Система связи LTE является частью спецификаций 3GPP rel.8 и rel.9 и одновременно дальнейшим развитием стандартов UMTS/HSPA. Пиковые скорости передачи данных в ранних реализациях должны составлять не менее 100 Мбит/с в канале "вниз" и не менее 50 Мбит/с в канале "вверх". Кроме того, время задержки отклика в сети радиодоступа (RAN) должно быть менее 10 мс (т. е. абонент быстро оказывается в Интернете); должна осуществляться поддержка гибких полос частот несущей с шириной от 5 МГц и меньше и до 20 МГц во многих новых и существующих частотных диапазонах, а также поддержка развертывания с разделением по частоте (FDD) и времени (TDD).

Серьезным шагом вперед на пути к глобальному 4G стал отказ компании Qualcomm (производителя чипов для мобильных телефонов) от дальнейшего развития линейки стандартов cdma2000 в лице перспективного стандарта cdma2000 EV-DO rev.C (он же UMB -Ultra Mobile Broadband), основные технические характеристики которого (как, впрочем, и набор применяемых технологий) были близки LTE. К тому же ряд крупных операторов сетей cdma2000 (прежде всего, американский Verizon) заявили о будущем переходе на LTE во имя обслуживания глобальной абонентской базы планеты. Отныне Qualcomm занимается созданием многостандартных чипов, одновременно поддерживающих UMTS, cdma 2000, LTE, а также GPS и ГЛОНАСС, что открывает производителям терминалов будущего весьма широкие возможности.

Система LTE состоит из радиоподсистемы E-UTRAN и базовой сети в лице системы SAE (System Architecture Evolution). Именно поэтому ее часто называют LTE/SAE.

Основной технологической особенностью LTE (помимо "тотального" IP) является отход от радиоинтерфейса на базе CDMA и использование хорошо зарекомендовавшей себя в системах WiMAX технологии радиодоступа OFDM (ортогональное частотное

разделение каналов), технологии MIMO (Multiple Input — Multiple Output: одновременная работа на нескольких передающих и приемных антеннах, позволяющая уменьшить воздействие помех и переотражений), AAS (адаптивные антенны, формирующие диаграмму направленности в сторону абонентской станции) и пр. Из других технологических ухищрений, применяемых в LTE для улучшения технических характеристик, можно упомянуть технологию HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request – гибридная система автоматического запроса повторной передачи), которая предусматривает возможность перепосылки блоков пакетов между базовой и абонентской станциями, что повышает производительность и позволяет сохранять устойчивое соединение при резкой смене направления движения абонентского оборудования. Уменьшение количества ошибок на краях соты позволяет повысить ее эффективность и расширить зону обслуживания. Межсотовое управление интерференцией с помощью изменения излучаемой мощности в направлении секторов других базовых станций, работающих на той же несущей частоте, повышает эффективность работы всей сети. Еще одно ухищрение — встроенные механизмы для предотвращения перегрузки сетей. Например, поезд, в котором едет на работу масса людей с работающими смартфонами, при выезде из туннеля — это серьезный "удар" по ближайшей базовой станции с точки зрения нагрузки.

Помимо указанных достижений в радиосети сама сетевая архитектура становится "плоской" путем упрощения до двух уровней — E-UTRAN (усовершенствованная сеть радиодоступа UTRAN) и шлюза доступа AGW (Access Gateway), подключаемого к транспортной IP-сети. Это позволяет повысить пропускную способность сети путем модернизации узлов только двух типов: базовых станций и шлюзов, чтобы они справились с трафиком в случае его значительного роста. Таким образом, в LTE/SAE используются лишь два интерфейса для соединения базовых станций друг с другом и их подключения к IP-сети.

Поддержка передачи обслуживания смежным базовым станциям и роуминга с существующими мобильными сетями позволяет с самого начала предоставить абонентам доступ к мобильной связи в любой точке.

В декабре прошедшего года состоялся запуск первой в мире мобильной сети на базе технологии LTE в Стокгольме и Осло. Воспользоваться новой технологией жители этих европейских столиц могут посредством LTE-модемов Samsung, прошедших тестирование на работоспособность в сети в октябре. Они уже поступили в продажу.

В конце сентября 2009 г. сто мобильных сетей в мире уже либо тестировали LTE, либо взяли на себя подобные обязательства. Только в Азиатско-Тихоокеанском регионе планируется свыше 40 тестовых развертываний LTE. Правда, пока сети LTE не готовы для передачи голоса (голос пока будет передаваться по сетям 2G/3G), да и мобильных телефонов LTE пока не существует (ожидаются к 2011—2012 гг.).