Белорусский Государственный Университет

Информатики и Радиоэлектроники

Кафедра Электронной техники и технологии

Реферат

по теме: “Поколения мобильного интернета“

Выполнил: студент I курса ФКП Гуревич О.В.

Проверила: Дубина С.А.

Минск, 2009

**Поколение 1G**

Все первые системы сотовой связи были аналоговыми. К ним относятся:

AMPS (Advanced Mobile Phone Service – усовершенствованная мобильная телефонная служба, диапазон 800 МГц) – широко используется в США, Канаде, Центральной и Южной Америке, Австралии; известен также как «североамериканский стандарт»; это наиболее распространенный стандарт в мире, обслуживающий почти половину всех абонентов сотовой связи (вместе с цифровой модификацией D-AMPS, речь о которой впереди); используется в России в качестве регионального стандарта (в основном - в варианте D-AMPS), где он также является наиболее распространенным;

TACS (Total Access Communications System – общедоступная система связи, диапазон 900 МГц) - используется в Англии, Италии, Испании, Австрии, Ирландии, с модификациями ETACS (Англия) и JTACS/NTACS (Япония); это второй по распространенности стандарт среди аналоговых; еще недавно, в 1995 г., он занимал и общее второе место в мире по величине абонентской базы, но в 1997 г. оттеснен на четвертое место более быстро развивающимися цифровыми стандартами;

» NMT 450 и NMT 900 (Nordic Mobile Telephone – мобильный телефон северных стран, диапазоны 450 и 900 МГц соответственно) - используется в Скандинавии и во многих других странах; известен также как «скандинавский стандарт»; третий по распространенности среди аналоговых стандартов мира; стандарт NMT 450 является одним из двух стандартов сотовой связи, принятых в России в качестве федеральных (второй - цифровой стандарт GSM 900);

» С-450 (диапазон 450 МГц) - используется в Германии и Португалии;

» RTMS (Radio Telephone Mobile System - мобильная радиотелефонная система, диапазон 450 МГц) - используется в Италии;

» Radiocom 2000 (диапазоны 170, 200, 400 МГц) - используется во Франции;

» NTT (Nippon Telephone and Telegraph system - японская система телефона и телеграфа, диапазон 800…900 МГц - в трех вариантах) - используется в Японии.

Во всех аналоговых стандартах применяются частотная модуляция для передачи речи и частотная манипуляция для передачи информации управления (или сигнализации - signaling). Для передачи информации различных каналов используются различные участки спектра частот - применяется метод множественного доступа с частотным разделением каналов (Frequency Division Multiple Access - FDMA), с полосами каналов в различных стандартах от 12,5 до 30 кГц. С этим непосредственно связан основной недостаток аналоговых систем - относительно низкая емкость, являющаяся прямым следствием недостаточно рационального использования выделенной полосы частот при частотном разделении каналов. Этот недостаток стал очевиден уже к середине 80-х годов, в самом начале широкого распространения сотовой связи в ведущих странах, и сразу же значительные силы были направлены на поиск более совершенных технических решений. В результате этих усилий и поисков появились цифровые сотовые системы второго поколения. Переход к цифровым системам сотовой связи стимулировался также широким внедрением цифровой техники в связь в целом и в значительной степени был обеспечен разработкой низкоскоростных методов кодирования и появлением сверхминиатюрных интегральных схем для цифровой обработки сигналов.

Мобильные телефоны первого поколения были размером немногим меньше среднестатистического чемодана и состояли из базы и отдельной трубки, которую практически нельзя было носить с собой. Сейчас трудно себе представить такое чудо техники, которое весило несколько килограммов, излучало 20-30 ваттный сигнал и имело антенну размером 30-40 сантиметров в длину. Максимальная скорость передачи голоса составляла 9.6 Kbit/s, а скорость передачи данных равнялась 1.9 Kbit/s. На западном рынке стандарт NMT был представлен несколько иными стандартами (AMPS advanced mobile phone service) и TACS (total access communications system). Первый опыт эксплуатации аналоговых систем позволил выявить также и ряд присущих им недостатков: возможность прослушивания переговоров, наличие двойников, перегруженность частотного диапазона вследствие его неэффективного использования, ограниченность зоны действия. Кроме того, распространение радиоволн в условиях интенсивных городских застроек связано с возникновением глубоких селективных замираний, вызванных многолучевым распространением радиоволн. Наличие замираний приводит к ухудшению отношения сигнал/шум на выходе ЧМ приемника на 10-20 дБ. Таким образом, с точки зрения качества передачи речи системы первого поколения не оправдали возлагавшихся на них ожиданий.

Начиная с середины 80-х годов, в мире начался интенсивный рост числа подвижных абонентов, который превзошел все самые смелые прогнозы. Стало ясно, что существующие аналоговые системы, базирующиеся на большом числе несовместимых друг с другом стандартов, не отвечают современным требованиям, и переход от действующих аналоговых сетей к цифровым технологиям является неизбежным. Число абонентов аналоговых сетей с каждым годом стремительно уменьшается, а в некоторых странах наметился полный отказ от них.

**Поколение 2G**

В США аналоговый стандарт AMPS получил столь широкое распространение, что прямая замена его цифровым оказалась практически невозможной. Выход был найден в разработке двухрежимной аналого-цифровой системы, позволяющей совмещать работу аналоговой и цифровой систем в одном и том же диапазоне. Работа над соответствующим стандартом была начата в 1988 г. и закончена в 1992 г.; стандарт получил наименование D-AMPS, или IS-54 (IS - сокращение от Interim Standard, т.е. «промежуточный стандарт»). Его практическое использование началось в 1993 г. В Европе ситуация осложнялась наличием множества несовместимых аналоговых систем («лоскутное одеяло»). Здесь выходом оказалась разработка единого общеевропейского стандарта GSM (GSM 900 - диапазон 900 МГц). Соответствующая работа была начата в 1982 году, к 1987 году были определены все основные характеристики системы, а в 1988 г. приняты основные документы стандарта. Практическое применение стандарта началось с 1991 г. Еще один вариант цифрового стандарта, по техническим характеристикам схожий с D-AMPS, был разработан в Японии в 1993 г.; первоначально он назывался JDC, а с 1994 г. - PDC (Personal Digital Cellular - буквально «персональная цифровая сотовая связь»). Но на этом развитие цифровых систем сотовой связи не остановилось.

Стандарт D-AMPS дополнительно усовершенствовался за счет введения нового типа каналов управления. Дело в том, что цифровая версия IS-54 сохранила структуру каналов управления аналогового AMPS, что ограничивало возможности системы. Новые чисто цифровые каналы управления введены в версии IS-136, которая была разработана в 1994 г. и начала применяться в 1996 г. При этом была сохранена совместимость с AMPS и IS-54, но повышена емкость канала управления и заметно расширены функциональные возможности системы.

Стандарт GSM, продолжая совершенствоваться технически (последовательно вводимые фазы 1, 2 и 2+), в 1989 г. пошел на освоение нового частотного диапазона 1800 МГц. Это направление известно под названием системы персональной связи. Отличие последней от исходной системы GSM 900 не столько техническое, сколько маркетинговое при технической поддержке: более широкая рабочая полоса частот в сочетании с меньшими размерами ячеек (сот) позволяет строить сотовые сети значительно большей емкости, и именно расчет на массовую систему мобильной связи с относительно компактными, легкими, удобными и недорогими абонентскими терминалами был заложен в основу этой системы. Соответствующий стандарт (в виде дополнений к исходному стандарту GSM 900) был разработан в Европе в 1990 - 1991 гг. Система получила название DCS 1800 (Digital Cellular System - цифровая система сотовой связи; первоначально использовалось также наименование PCN - Personal Communications Network, что в буквальном переводе означает «сеть персональной связи») и начала использоваться с 1993 г. В 1996 г. было принято решение именовать ее GSM 1800. В США диапазон 1800 МГц оказался занят другими пользователями, но была найдена возможность выделить полосу частот в диапазоне 1900 МГц, которая получила в Америке название диапазона систем персональной связи (PCS - Personal Communications Systems), в отличие от диапазона 800 МГц, за которым сохранено название сотового (cellular). Освоение диапазона 1900 МГц началось с конца 1995 г.; работа в этом диапазоне предусмотрена стандартом D-AMPS (версия IS-136, но аналогового AMPS в диапазоне 1900 МГц уже нет), и разработана соответствующая версия стандарта GSM («американский» GSM 1900 - стандарт IS-661).

# Поколение 2.5G

Поколение 2.5G представлено стандартами GPRS и WiDEN.

Мобильные телефонные сети изначально были рассчитаны именно на передачу голоса. Поэтому, хотя GSM (Global System for Mobile Communications) и является цифровым стандартом, он предназначен для передачи голоса во время телефонного разговора и как результат не очень подходит для длительных высокоскоростных соединений.

Поэтому для обеспечения голосовых разговоров в GSM-сетях для каждого сеанса выделяется пара частот (для передачи данных в обе стороны), на которых и устанавливается цифровое соединение со скоростью 9600 бит/с, и уже поверх него передается закодированный и сжатый звук. Выделение отдельных частот обеспечивает отдельный физический канал, поэтому при разговоре по мобильному не возникают типичные для IP-телефонии проблемы перегруженных каналов связи и, как следствие, выпаданий слов (в случае мобильной связи слова также могут выпадать, если возникают какие-то радиопомехи). Скорости 9600 бит/с вполне достаточно для передачи закодированного голоса «телефонного» качества. Проблема нехватки частоты обычно не стоит, так как маловероятно, что все абоненты, находящиеся в зоне действия базовой станции (которая обеспечивает связью данную соту), вдруг начнут одновременно звонить.

Предоставление полноценного скоростного доступа сети, да еще и так, чтобы не мешать другим абонентам говорить, требует совершенно другой архитектуры построения сети мобильной связи, например, такой, как в сетях третьего поколения (3G) или наиболее близких к ним современных сетям CDMA.

Вот тут-то и пришла на выручку технология GPRS. Это своеобразный мостик между обычными (GSM) сетями и сетями третьего поколения, позволяющий реализовать некоторые новые элементы на базе уже существующих сетей.

При связи мобильного телефона с базовой станцией мобильной сети по технологии GPRS данные транслируются в паузах между передачей голоса на частотах, которые в этот же момент могут использоваться для разговоров другими абонентами.

GPRS (англ. General Packet Radio Service - пакетная радиосвязь общего пользования) - надстройка над технологией мобильной связи GSM, осуществляющая пакетную передачу данных. GPRS позволяет пользователю мобильного телефона производить обмен данными с другими устройствами в сети GSM и с внешними сетями, в том числе Интернет. GPRS предполагает тарификацию по объему переданной/полученной информации, а не времени.

Служба передачи данных GPRS надстраивается над существующей сетью GSM. На структурном уровне систему GPRS можно разделить на две части: подсистему базовых станций (BSS) и опорную сеть GPRS (GPRS Core Network).

В BSS входят все базовые станции и контроллеры, которые поддерживают пакетную передачу данных. Для этого BSC (Base Station Controller) дополняется блоком управления пакетами - PCU (Packet Controller Unit), а BTS (Base Tranceiver Station) - кодирующим устройством CCU (Channel Codec Unit).

Основным элементом опорной сети является сервисный узел поддержки GPRS - SGSN (Serving GPRS Support Node). Он занимается обработкой пакетной информации и преобразованием кадров данных GSM в форматы, используемые протоколами TCP/IP.

Шлюзы с внешними сетями (Internet, intranet, X.25) называют GGSN (Gateway GPRS Support Node). Обмен информацией между SGSN и GGSN происходит на основе IP-протоколов.

Также в состав GPRS Core входят DNS (Domain Name System) и Charging Gateway (шлюз для связи с системой тарификации).

При использовании GPRS информация собирается в пакеты и передается через неиспользуемые в данный момент голосовые каналы, такая технология предполагает более эффективное использование ресурсов сети GSM. При этом приоритет передачи - голосовой трафик или передача данных - выбирается оператором связи. Федеральная тройка в России использует безусловный приоритет голосового трафика перед данными, поэтому скорость передачи зависит не только от возможностей оборудования, но и от загрузки сети. Возможность использования сразу нескольких каналов обеспечивает достаточно высокие скорости передачи данных, теоретический максимум при всех занятых таймслотах TDMA составляет 171,2 кбит/c. Существуют различные классы GPRS, различающиеся скоростью передачи данных и возможностью совмещения передачи данных с одновременным голосовым вызовом.

Передача данных разделяется по направлениям «вниз» (downlink, DL) - от сети к абоненту, и «вверх» (uplink, UL) - от абонента к сети. Мобильные терминалы разделяются на классы по количеству одновременно используемых таймслотов для передачи и приёма данных. Современные телефоны (июнь 2006) поддерживают до 4-х таймслотов одновременно для приёма по линии «вниз» (то есть могут принимать 85 килобит в секунду по кодовой схеме CS-4), и до 2-х для передачи по линии «вверх» (class 10 или 4+2).

Абоненту, подключенному к GPRS, предоставляется виртуальный канал, который на время передачи пакета становится реальным, а в остальное время используется для передачи пакетов других пользователей. Поскольку один канал могут использовать несколько абонентов, возможно возникновение очереди на передачу пакетов, и, как следствие, задержка связи. Например, современная версия программного обеспечения контроллеров базовых станций допускает одновременное использование одного таймслота шестнадцатью абонентами в разное время и до 5 (из восьми) таймслотов на частоте, итого - до 80 абонентов, пользующихся GPRS на одном канале связи (средняя максимальная скорость при этом 21,4\*5/80 = 1,3 кбит/с на абонента). Другой крайний случай - пакетирование таймслотов в один непрерывный с вытеснением голосовых абонентов на другие частоты (при наличии таковых и с учётом приоритета). При этом телефон, работающий в режиме GPRS, принимает все пакеты на одной частоте и не тратит времени на переключения. В этом случае скорость передачи данных достигает максимально возможной, как и описано выше, 4+2 таймслота (class 10).

Технология GPRS использует GMSK-модуляцию. В зависимости от качества радиосигнала, данные, пересылаемые по радио эфиру, кодируются по одной из 4-х кодовых схем (CS1-CS4). Каждая кодовая схема характеризуется избыточностью кодирования и помехоустойчивостью, и выбирается автоматически в зависимости от качества радиосигнала.

GPRS по принципу работы аналогична Интернет: данные разбиваются на пакеты и отправляются получателю (необязательно одним и тем же маршрутом), где происходит их сборка. При установлении сессии каждому устройству присваивается уникальный адрес, что по сути превращает его в сервер. Протокол GPRS прозрачен для TCP/IP, поэтому интеграция GPRS с Интернет незаметна конечному пользователю. Пакеты могут иметь формат IP или X.25, при этом не имеет значения, какие протоколы используются поверх IP, поэтому есть возможность использования любых стандартных протоколов транспортного и прикладного уровней, применяемых в Интернет (TCP, UDP, HTTP, HTTPS, SSL, POP3, Jabber и др.). Также при использовании GPRS мобильный телефон выступает как клиент внешней сети, и ему присваивается IP-адрес (постоянный или динамический).

# Поколение 2.75G

EDGE (англ. Enhanced Data rates for GSM Evolution) - цифровая технология для мобильной связи, которая функционирует как надстройка над 2G и 2.5G (GPRS) сетями. Эта технология работает в TDMA и GSM сетях. Для поддержки EDGE в сети GSM требуются определённые модификации и усовершенствования. На основе EDGE могут работать: ECSD - ускоренный доступ в Интернет по каналу CSD, EHSCSD - по каналу HSCSD, и EGPRS - по каналу GPRS. EDGE был впервые представлен в 2003 году в Северной Америке.

В дополнение к GMSK (англ. Gaussian minimum-shift keying) EDGE использует модуляцию 8PSK (англ. 8 Phase Shift Keying) для пяти из девяти кодовых схем (MCS). EDGE получает 3-х битовое слово за каждое изменение фазы несущей. Это эффективно (в среднем в 3 раза в сравнении с GPRS) увеличивает общую скорость, предоставляемую GSM. EDGE, как и GPRS, использует адаптивный алгоритм изменения подстройки модуляции и кодовой схемы (MCS) в соответствии с качеством радиоканала, что влияет, соответственно, на скорость и устойчивость передачи данных. Кроме того, EDGE представляет новую технологию, которой не было в GPRS - Incremental Redundancy (нарастающая избыточность) - в соответствии с которой вместо повторной отсылки повреждённых пакетов отсылается дополнительная избыточная информация, которая накапливается в приёмнике. Это увеличивает возможность правильного декодирования повреждённого пакета.

EDGE обеспечивает передачу данных со скоростью до 474 кбит в секунду в режиме пакетной коммутации (8 тайм-слотов x 59,2 кбит на схеме кодирования MCS-9) соответствуя, таким образом, требованиям ITU к сетям 3G. Данная технология была принята ITU как часть семейства IMT-2000 стандартов 3G. Она также расширяет технологию передачи данных с коммутацией каналов HSCSD, увеличивая пропускную способность этого сервиса.

В 2004 году наиболее активно EDGE был поддержан GSM-операторами Северной Америки, более, чем где-либо в мире. Причиной этому послужил сильный соперник: CDMA2000. Большинство других GSM-операторов рассматривали в качестве следующего шага развития технологию UMTS, поэтому предпочли либо пропустить внедрение EDGE, либо использовать его там, где будет отсутствовать покрытие UMTS-сети. Однако высокая стоимость и объём работ по внедрению UMTS (как показала практика) заставили некоторых западноевропейских операторов пересмотреть свой взгляд на EDGE как на целесообразный.

Несмотря на то, что EDGE не требует аппаратных изменений в NSS-части сети GSM, модернизации должна быть подвергнута подсистема базовых станций (BSS). Необходимо установить трансиверы, поддерживающие EDGE (8PSK модуляцию) и обновить ПО. Также требуются телефоны, обеспечивающие аппаратную и программную поддержку модуляции и кодовых схем, используемых в EDGE.

**Поколение 3G**

3G - «третье поколение», набор услуг, которые объединяют как высокоскоростной мобильный доступ с услугами сети Интернет, так и технологию радиосвязи, которая создает канал передачи данных.

3G - это не просто быстрый доступ к Интернету, это кардинально новый подход к общению, доступу к информации и т. д. Другими словами, те возможности и те устройства, которые традиционно рассматривались как исключительно стационарные, станут мобильными. Пользователь сможет не только разговаривать со своим собеседником, но и видеть его с помощью видеотелефона, путешествовать по сети Интернет, вести бизнес, обучаться, развлекаться и все это с помощью небольшого устройства, напоминающего сегодняшний сотовый телефон. Естественно, такие услуги требуют высокоскоростной передачи данных. Для этого предусматривается пошаговая модернизация существующих сетей мобильной связи, которые изначально проектировались в расчете на узкополосную передачу данных, до широкополосных сетей, обеспечивающих необходимую скорость для мобильных услуг мультимедиа и доступа к Интернету.

Основой мобильной связи третьего поколения станет технология IP, которая основана на пакетной передаче данных, что означает постоянное пребывание абонента в режиме on-line; при этом оплачиваться будет только объем переданной и полученной информации, а не время соединения, как это происходит сегодня.

Для реализации систем третьего поколения разработаны рекомендации по глобальным унифицированным стандартам мобильной связи: обеспечение качества передачи речи, сравнимого с качеством передачи в проводных сетях связи; обеспечение безопасности, сравнимой с безопасностью в проводных сетях; обеспечение национального и международного роуминга; поддержка нескольких местных и международных операторов; эффективное использование спектра частот; пакетная и канальная коммутация; поддержка многоуровневых сотовых структур; взаимодействие с системами спутниковой связи; поэтапное наращивание скорости передачи данных вплоть до 2 Мбит/с. Несмотря на то что конечная цель для всей индустрии телекоммуникаций - создать единую всемирную среду мобильной связи, поддерживающую широкополосные системы и обеспечивающую глобальную мобильность, в результате, скорее всего, возникнет некоторое семейство стандартов, обеспечивающее услуги третьего поколения.

Сети третьего поколения 3G работают на частотах дециметрового диапазона около 2 ГГц, передавая данные со скоростью 2 Мбит/с. Они позволяют организовать видеотелефонную связь, смотреть на мобильном телефоне фильмы и телепрограммы и т. д. В мире сосуществуют два стандарта 3G: UMTS (или W-CDMA) и CDMA2000. UMTS распространен в основном в Европе, CDMA2000 - в Азии и США. По данным Wireless Intelligence, на конец ноября 2006 г. в мире насчитывалось 364 млн абонентов 3G, из них 93,5 млн. были подключены к сетям UMTS и 271,1 млн - к СDMA2000.

Решение этой проблемы (совместимость стандартов и глобальный роуминг) абсолютно аналогично уже применяющемуся сегодня - разработка много модовых терминалов, способных работать в двух и более стандартах.

Термин 3G используется для описания сервисов мобильной связи стандарта следующего (третьего) поколения, которые обеспечивают более высокое качество звука, а также высокоскоростную интернет-связь и мультимедийные сервисы. Мобильные сети третьего поколения (3G) отличаются от сетей второго поколения (2G), таких как например цифровой стандарт мобильной связи GSM и переходного поколения (2.5G), таких как например GPRS - гораздо большей скоростью передачи данных, а также более широким набором и высоким качеством предоставляемых услуг.

Хотя существует много различных интерпретаций того, что представляет собой 3G, единственным определением, принимаемым универсально, является определение, опубликованное Международным Институтом Электросвязи (ITU). ITU, работающий с промышленными организациями по всему миру, определяет и утверждает технические требования и стандарты, а также правила использования спектра для систем 3G в рамках программы IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000). IMT-2000 - это рекомендации, разработанные Международным Институтом Электросвязи (ITU), касающиеся вопросов использования частотного спектра и технических особенностей для всего семейства стандартов 3-го поколения. Рекомендации описывают пути эволюции существующих в мире стандартов 2-го поколения в стандарты 3-го поколения. ITU требует, чтобы сети IMT-2000 (3G), помимо прочих свойств, обеспечивали улучшенную емкость системы и эффективность использования спектра для систем 2G и поддерживали сервисы передачи данных со скоростями - минимум 144 кбит/с, при использовании в мобильном режиме (не в помещениях), и максимум 2 Мбита/с, в не мобильных условиях (в помещениях).

Основываясь на этих требованиях, в 1999 году ITU одобрил пять радио интерфейсов для стандартов IMT-2000, как часть рекомендаций ITU-R M.1457. CDMA2000 - это один из пяти упомянутых стандартов. Он также известен под названием IMT-CDMA Multi Carrier в классификации ITU.

CDMA-2000 3G предлагает практически осуществимое решение для любого существующего на рынке сотового или PCS оператора - а также операторов, уже имеющих новую лицензию 3G. CDMA-2000 был разработан таким образом, что любой беспроводный носитель, вне зависимости от интерфейса, частоты или стандартов базовой сети, может извлечь пользу из его спектральной эффективности. С учётом специфики существующих в мире на сегодняшний день сетей сотовой связи, были разработаны варианты миграции этих сетей в сети третьего поколения.

В продолжение описания преимуществ сетей третьего поколения, можно утверждать, что помимо услуг интернет доступа и видеоконференц-связи, клиенты 3G смогут воспользоваться удаленным доступом к корпоративной сети. Третье поколение сотовой связи в корне изменит такое понятие, как мобильная работа. Сотрудник сможет выполнять свои задачи в любом месте, даже не выходя из дома.

Важным элементом услуг 3G станет мобильная электронная коммерция, когда оплатить товары и услуги можно будет через мобильный телефон. Он тем самым превратится в виртуальный кошелек. Кроме того, разработчики всерьез рассматривают возможность запуска такой услуги, как удаленная медицинская диагностика. IMT-2000 обеспечивает:

1. высокую скорость передачи данных как внутри помещений, так и на открытой местности;
2. симметричную и асимметричную передачу данных;
3. поддержку канальной и пакетной коммутации для обеспечения таких сервисов, как Internet Protocol (IP) и Real Time Video;
4. высокое качество голоса, не уступающее качеству голоса при передаче по проводной линии;
5. большую компактность спектра и более эффективное его использование;
6. возможность глобального роуминга.

Программа IMT-2000 базируется на ряде признаков, определяющих принципы построения систем 3-го поколения и их архитектуру. Уже на первом этапе развертывания они должны обеспечивать определенные значения скорости передачи для различных степеней мобильности абонента (т. е. разных скоростей его движения) в зависимости от величины зоны покрытия:

до 2,048 Мбит/с при низкой мобильности (скорость менее 3 км/ч) и локальной зоне покрытия;

до 144 кбит/с при высокой мобильности (до 120 км/ч) и широкой зоне покрытия;

до 64 (144) кбит/с при глобальном покрытии (спутниковая связь).

Сегодня в мире существуют две основные конкурирующие концепции 3G: UMTS (Universal Mobile Telecommunications Systems - универсальная мобильная телекоммуникационная система), поддерживаемая европейскими странами, и CDMA 2000 (Code Division Multiple Access - мультидоступ с кодовым разделением каналов), сторонниками которой традиционно являются азиатские страны и США. В принципе эти две технологии предполагают два различных подхода к организации сетей 3G: революционный (UMTS) и эволюционный (разновидности CDMA - CDMA2000, CDMA2000 IX, CDMA2000 IX EvDo). Эволюционный путь подразумевает сохранение частот и постепенный переход к новым технологиям, путем наращивания технических мощностей оператора. UMTS - совершенно новый стандарт, в то время как разновидности CDMA, предложенные для 3G, являются развитием уже эксплуатирующейся в мире технологии второго поколения cdmaOne (IS-95).

В настоящее время сети 3G уже работают в Азии, США, в то время как в Европе существует пока только в тестовых вариантах. Наиболее впечатляющих успехов в области 3G на мировом фоне добилась Япония. Там сегодня работают два оператора, которые предоставляют услуги третьего поколения, - это NTT DoCoMo и KDDI. К 2003 году в Японии появится третий оператор, владеющий сетью 3G - J-Phone Communications. Используя CDMA2000 и WCDMA технологии, первые всемирные коммерческие 3G сети уже обслуживают миллионы абонентов. К концу октября 2002 года, KDDI подключил 3,9 миллиона абонентов CDMA2000, NTT DоCоMо - 149,000 абонентов FOMA (WCDMA). Также к концу октября общее количество абонентов в Корее составило более чем 15 миллионов абонентов CDMA2000. По данным на 16 декабря 2002 года в мире запущено 32 сети третьего поколения в 16 странах.

# Поколение 3.5G

Переходное поколение 3.5G представлено стандартом HSDPA.

Для сотовых сетей сегодня существует несколько протоколов, увеличивающих скорость передачи данных. Однако фактически ни один из них не способен экономить ресурсы мобильной сети, что делает такой трафик дорогим и неэффективным. Задуманный ведущими производителями инфраструктурного оборудования мобильной связи протокол HSDPA призван повысить производительность сети именно за счет более эффективного использования радиоканала, в частности сокращением задержек при передаче пакетов. Технология HSDPA не несет в себе ничего нового, но изменяет представление пользователя о мобильных сетях передачи данных третьего поколения.

HSDPA (англ. High-Speed Downlink Packet Access - высокоскоростная пакетная передача данных от базовой станции к мобильному телефону) - стандарт мобильной связи, рассматривается специалистами как один из переходных этапов миграции к технологиям мобильной связи четвертого поколения (4G). Максимальная теоретическая скорость передачи данных по стандарту составляет 14,4 Мбит/сек., практическая достижимая в существующих сетях - около 3 Мбит/сек.

аналоговый сотовый адаптивный модуляция

По сравнению с UMTS, в сети HSDPA можно передавать в три раза больше данных и поддерживать вдвое больше пользователей на одну соту.

В ее основе лежит теория, согласно которой при сопоставимых размерах сот применение много кодовой передачи позволяет достигать пиковых скоростей порядка 10 Мбит/с (теоретически максимальная скорость передачи данных в этих условиях составляет 14,4 Мбит/с).

Стандарты 3GPP, которые станут пятой версии, нацелены на дальнейшее увеличение пропускной способности: достижение пиковых скоростей порядка 20-30 Мбит/с при помощи технологии Multiple и иных способов применения антенных решеток.

Кроме того, HSDPA значительно улучшает качество предоставляемых абоненту мультимедийных услуг (именно за счет высокой скорости задержка становится неощутимой, а объем передаваемой информации увеличивается). По словам главного аналитика Gartner Group по вопросам мобильной инфраструктуры Джейсона Чепмена, “ позиционирование HSDPA поможет ускорить внедрение сетей 3G. Эта технология предоставляет новые возможности для поддержки приложений, включая загрузку сетевого контента”.

**Поколение 4G**

4G - четвёртое поколение мобильной связи, характеризующееся высокой скоростью передачи данных и повышенным качеством голосовой связи.

К четвёртому поколению относятся технологии, позволяющие осуществлять передачу данных со скоростью, превышающей 100 мбит/с. Примерами технологий 4G являются Wi-Fi и WiMax, имеющие теоретический предел скорости передачи в 1 гбит/с. Для сравнения максимальная скорость передачи через GSM (2G) составляет 240 кбит/с, а в 3G - около 10 мбит/с.

4G основан на протоколах пакетной передачи данных. Для пересылки данных используется протокол IPv6. Для передачи данных используются частоты 40 и 60 GHz. Для чёткого приёма и передачи планируют применять адаптивные антенны, которые смогут подстраиваться под конкретную базовую станцию.

Международный союз телекоммуникаций определяет технологию 4G как технологию беспроводной коммуникации, которая позволяет достичь скорости передачи данных до 1 Гбит/с в условиях движения источника или приемника и до 100 Мбит/с в условиях обмена данными между двумя мобильными устройствами. Пересылка данных в 4G осуществляется по протоколу IPv6 (IP версии 6). Это заметно облегчает работу сетей, особенно если они различных типов.

Для обеспечения необходимой скорости используются частоты 40 и 60 GHz. Создатели приемопередающего оборудования для 4G применили испытанный в цифровом вещании прием - технологию мультиплексирования с ортогональным разделением частот OFDM. Такая методика манипулирования сигналом позволяет значительно “уплотнить” данные без взаимных помех и искажений. При этом происходит разбиение по частотам с соблюдением ортогональности: максимум каждой несущей волны приходится на тот момент, когда соседние имеют нулевое значение. Этим исключается их взаимодействие, а также более эффективно используется частотный спектр - не нужны защитные “противоинтерференционные” полосы. Для передачи сигнала применяется модуляция со сдвигом фазы (PSK и ее разновидности), при которой пересылается больше информации за отрезок времени, или квадратно амплитудная (QAM), более современная и позволяющая выжать максимум из пропускной способности канала. Конкретный тип выбирается в зависимости от требуемой скорости и условий приема. Сигнал разбивается на определенное количество параллельных потоков при передаче и собирается при приеме.

Принят единый стандарт передачи данных в рамках LTE сетей

Большое количество операторов мобильной связи, а также производителей телефонов договорились об использовании общего стандарта для передачи голосовых сообщений и SMS в сети LTE (Long Term Evolution). Среди участников соглашения присутствуют AT&T, Orange, Telefonica, TeliaSonera, Verizon, Vodafone, Alcatel-Lucent, Ericsson, Nokia Siemens Networks, Nokia, Samsung Electronics и Sony Ericsson. Компании работали над единым набором правил в рамках инициативы One Voice, которая позволит обеспечить совместимость между различными провайдерами и мобильными устройствами.

Использование единого стандарта даст возможность компаниям обеспечивать стабильный роуминг, Это необходимо для обеспечения плавного перехода от сетей GSM и HSDPA к стандарту Long Term Evolution. Многие компании уже анонсировали модемы для этого типа сетей, использующие дополнительные скоростные возможности каналов, которые, теоретически, составляют 326,4 Мбит/с на закачку, и 172,8 Мбит/с на отдачу.

Первое развертывание LTE сетей ожидается в некоторых странах к концу этого года. Оператор Verizon заявляет, что начнет предоставлять подобные услуги в 2010 году, а AT&T планирует сделать это в 2011 году.

**Литература**

1. Материалы энциклопедии “Википедия“.
2. Журнал InternetZone, статья “GSM 2.5G = GPRS“.
3. Статья “UMTS: вопросов больше, чем ответов” на connect.ru.
4. Статья “Что такое TDMA?” на сайте uatelefonopt.info .
5. Статья “Definition and overview of TDMA” на сайте IEC (англ.).
6. Статья “История радио и мобильной связи” - 3dnews.ru.
7. “Push-to-Talk: мобильный телефон как портативная рация” - статья на iXBT.com.
8. Статья “PDC Summary” на сайте Radio-Electronics.Com (англ.).
9. Новости о технологии на wi-fi.ru.
10. Статья на CitForum: “Все больше данных, все выше скорости“.
11. Журнал InternetZone, статья “GSM 2.5G = GPRS“.
12. Статья “WCDMA: сети 3g - реальность сегодняшнего дня” на сайте Nokia.
13. Статья “Что нам делать с сетями NMT-450?” - Открытые системы.
14. Описание технологии iDEN с сайта telco.ru.
15. Сайт HSUPA.com
16. Подробно о главном: Сети сотовой подвижной связи в стандарте GSM. Самуйлов К. Е., Никитина М. В.
17. Статья “GPRS - интернет в телефоне” на сайте gprs.ufamobile.ru
18. “Мобильные Компьютеры”, №9.
19. Статья “Технология EDGE: что это и зачем это нужно?” - iXBT.com.
20. Статья “WiMAX: беспроводная магистраль в будущее” - 3dnews.ru
21. Статья “Сети AMPS: взгляд изнутри” на iXBT.com
22. Сайт “Четвертое поколение сетей мобильной связи“.
23. Материал iXBT.com: “Эволюция стандартов сотовой связи“