

Мобильная связь

1. Понятие мобильной связи.
 - 1.1. Определение и классификация мобильной связи.
 - 1.2. Сотовая связь.
 - 1.3. Транкинговые системы.
 - 1.4. Виды телефонов.
 - 1.5. Неголосовые сервисы сотовых сетей.
2. Стандарты мобильной связи.
 - 2.1. Стандарт GSM.
 - 2.2. Стандарт CDMA.
 - 2.3. Стандарт Tetra.
 - 2.4. Другие технологии множественного доступа.
 - 2.5. Классификация операторов мобильной связи по применяемому им стандарту.
3. Мобильный Интернет.
 - 3.1. Circuit Switched Data,
 - 3.2. GPRS,
 - 3.3. EDGE.

1. Понятие мобильной связи.

1.1. Мобильная радиосвязь — это [радиосвязь](#) между [абонентами](#), местоположение которых может меняться.

Классификация систем мобильной радиосвязи (СМРС)

- Наземные
 - системы персонального радиовызова (СПРВ)
 - [сотовые СМРС](#) (предоставляют доступ к территориальному ресурсу)
 - простейшие системы мобильной радиосвязи, [транкинговая система](#) мобильной радиосвязи (используют ретрансляторы, система автоматически выбирает лучший)
 - зоновые СМРС (фиксированный канал через ретранслятор)
- [Спутниковые](#)
 - геостационарные (спутник находится на геостационарной орбите, высота около 34 тысяч км)
 - среднеорбитальные
 - низкоорбитальные
 - высокоэллиптические (работа спутника осуществляется при его нахождении в апогее.)

1.2. Сотовая связь — один из видов [мобильной радиосвязи](#), в основе которого лежит **сотовая сеть**. Ключевая особенность заключается в том, что общая [зона покрытия](#) делится на ячейки (соты), определяющиеся зонами покрытия отдельных [базовых станций](#) (БС). Соты частично перекрываются и вместе образуют сеть. На идеальной (ровной и без застройки) поверхности зона покрытия одной БС представляет собой круг, поэтому составленная из них сеть имеет вид сот с шестиугольными ячейками (сотами).

Сеть составляют разнесённые в пространстве приёмопередатчики, работающие в одном и том же частотном диапазоне, и коммутирующее оборудование, позволяющее определять текущее местоположение подвижных абонентов и обеспечивать непрерывность связи при перемещении абонента из зоны действия одного приёмопередатчика в зону действия другого.

История

Первое использование подвижной телефонной радиосвязи в США относится к 1921 г.: полиция [Детройта](#) использовала одностороннюю диспетчерскую связь в диапазоне 2 МГц для передачи информации от центрального передатчика к приёмникам, установленным на автомашинах. В 1933 г. полиция Нью-Йорка начала использовать систему двусторонней подвижной телефонной радиосвязи также в диапазоне 2 МГц. В 1934 г. [Федеральная комиссия связи США](#) выделила для телефонной радиосвязи 4 канала в диапазоне 30...40 МГц, и в 1940 г. телефонной радиосвязью пользовались уже около 10 тысяч полицейских автомашин. Во всех этих системах использовалась [амплитудная модуляция](#). [Частотная модуляция](#) начала применяться с 1940 г. и к 1946 г. полностью вытеснила амплитудную. Первый общественный подвижный радиотелефон появился в 1946 г. (Сент-Луис, США; фирма Bell Telephone Laboratories), в нём использовался диапазон 150 МГц. В 1955 г. начала работать 11-канальная система в диапазоне 150 МГц, а в 1956 г. — 12-канальная система в диапазоне 450 МГц. Обе эти системы были симплексными, и в них использовалась ручная коммутация. Автоматические дуплексные системы начали работать соответственно в 1964 г. (150 МГц) и в 1969 г. (450 МГц).

В СССР в 1957 г. московский инженер [Л. И. Куприянович](#) создал опытный образец носимого автоматического дуплексного мобильного радиотелефона ЛК-1 и базовую станцию к нему. Мобильный радиотелефон весил около трех килограммов и имел радиус действия 20-30 км. В 1958 году Куприянович создает усовершенствованные модели аппарата весом 0,5 кг и размером с папиросную коробку. В 60-х гг Христо Бочваров в Болгарии демонстрирует свой опытный образец карманного мобильного радиотелефона. На выставке «Интероргтехника-66» Болгария представляет комплект для организации местной мобильной связи из карманных мобильных телефонов РАТ-0,5 и

АТРТ-0,5 и базовой станции РАТЦ-10, обеспечивающей подключение 10 абонентов.

В конце 50-х гг в СССР начинается разработка [системы автомобильного радиотелефона «Алтай»](#), введенная в опытную эксплуатацию в 1963 г. Система «Алтай» первоначально работала на частоте 150 МГц. В 1970 г. система «Алтай» работала в 30 городах СССР и для нее был выделен диапазон 330 МГц.

Аналогичным образом, с естественными отличиями и в меньших масштабах, развивалась ситуация и в других странах. Так, в Норвегии общественная телефонная радиосвязь использовалась в качестве морской мобильной связи с 1931 г.; в 1955 г. в стране было 27 береговых радиостанций. Наземная мобильная связь начала развиваться после второй мировой войны в виде частных сетей с ручной коммутацией. Таким образом, к 1970 г. подвижная телефонная радиосвязь, с одной стороны, уже получила достаточно широкое распространение, но с другой — явно не успевала за быстро растущими потребностями, при ограниченном числе каналов в жёстко определённых полосах частот. Выход был найден в виде системы сотовой связи, что позволило резко увеличить ёмкость за счёт повторного использования частот в системе с ячеистой структурой.

Конечно, как это обычно бывает в жизни, отдельные элементы системы сотовой связи существовали и раньше. В частности, некоторое подобие сотовой системы использовалось в 1949 г. в Детройте (США) диспетчерской службой такси — с повторным использованием частот в разных ячейках при ручном переключении каналов пользователями в оговоренных заранее местах. Однако архитектура той системы, которая сегодня известна как система сотовой связи, была изложена только в техническом докладе компании Bell System, представленном в Федеральную комиссию связи США в декабре 1971 г. И с этого времени начинается развитие собственно сотовой связи, которое стало поистине триумфальным с 1985 г., в последние десять с небольшим лет.

В 1974 г. Федеральная комиссия связи США приняла решение о выделении для сотовой связи полосы частот в 40 МГц в диапазоне 800 МГц; в 1986 г. к ней было добавлено ещё 10 МГц в том же диапазоне. В 1978 г. в Чикаго начались испытания первой опытной системы сотовой связи на 2 тыс. абонентов. Поэтому 1978 год можно считать годом начала практического применения сотовой связи. Первая автоматическая коммерческая система сотовой связи была введена в эксплуатацию также в Чикаго в октябре 1983 г. компанией American Telephone and Telegraph (АТ&Т). В Канаде сотовая связь используется с 1978 г., в Японии — с 1979 г., в Скандинавских странах (Дания, Норвегия, Швеция, Финляндия) — с 1981 г., в Испании и Англии —

с 1982 г. По состоянию на июль 1997 г. сотовая связь работала более чем в 140 странах всех континентов, обслуживая более 150 млн абонентов.

Первой коммерчески успешной сотовой сетью была финская сеть [Autoradiopuhelin](#) (ARP). Это название переводится на русский как «Автомобильный радиотелефон». Запущенная в [1971](#) г., она достигла 100%-ного покрытия территории [Финляндии](#) в [1978](#). Размер соты был равен около 30 [км](#), в [1986](#) г. в ней было более 30 тыс. [абонентов](#). Работала она на частоте 150 [МГц](#).

Принцип действия сотовой связи



[Антенна](#) базовой станции на мачте

Основные составляющие сотовой сети — это [сотовые телефоны](#) и **базовые станции**. Базовые станции обычно располагают на крышах зданий и вышках. Будучи включённым, сотовый телефон прослушивает эфир, находя сигнал базовой станции. После этого телефон посылает станции свой уникальный идентификационный код. Телефон и станция поддерживают постоянный радиоконтакт, периодически обмениваясь пакетами. Связь телефона со станцией может идти по аналоговому протоколу ([AMPS](#), [NAMPS](#), [NMT-450](#)) или по цифровому ([DAMPS](#), [CDMA](#), [GSM](#), [UMTS](#)). Если телефон выходит из поля действия базовой станции, он налаживает связь с другой ([англ. handover](#)).

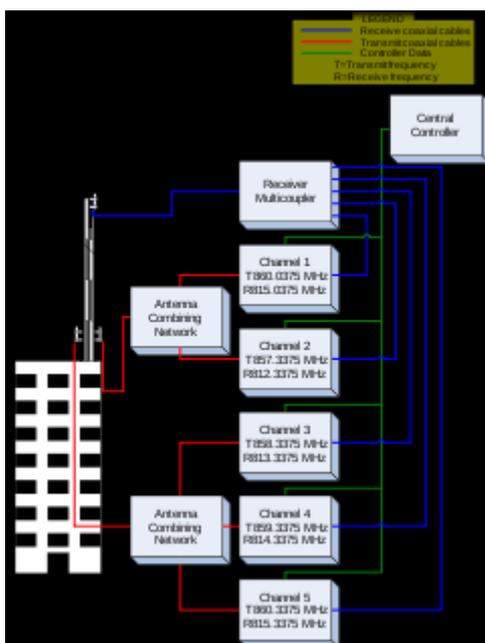
Сотовые сети могут состоять из базовых станций разного стандарта, что позволяет оптимизировать работу сети и улучшить её покрытие.

Сотовые сети разных операторов соединены друг с другом, а также со стационарной телефонной сетью. Это позволяет абонентам одного оператора делать звонки абонентам другого оператора, с мобильных телефонов на стационарные и со стационарных на мобильные.

Операторы могут заключать между собой договоры [роуминга](#). Благодаря таким договорам абонент, находясь вне зоны покрытия своей сети, может

совершать и принимать звонки через сеть другого оператора. Как правило, это осуществляется по повышенным тарифам.

1.3. Транкинговые системы ([англ. trunking](#) — объединение в пучок) — радиально-зонавые системы наземной подвижной [радиосвязи](#), осуществляющие автоматическое распределение каналов связи [ретрансляторов](#) (базовых станций) между [абонентами](#). Под термином «[транкинг](#)» понимается метод доступа абонентов к общему выделенному пучку каналов, при котором свободный канал выделяется абоненту на время сеанса связи.



Включают наземную инфраструктуру (стационарное оборудование) и абонентские станции. Основным элементом наземной инфраструктуры сети транкинговой радиосвязи является базовая станция (БС), включающая несколько ретрансляторов с соответствующим антенным оборудованием и контроллер, который управляет работой БС, коммутирует каналы ретрансляторов, обеспечивает выход на телефонную сеть общего пользования (ТфОП) или другую сеть фиксированной связи. Сеть транкинговой радиосвязи может содержать одну БС (однозонавая сеть) или несколько базовых станций (многозонавая сеть). Многозонавая сеть обычно содержит соединённый со всеми БС по выделенным линиям межзональный коммутатор, который обрабатывает все виды межзональных вызовов.

Современные транкинговые системы, как правило, обеспечивают различные типы вызова (групповой, индивидуальный, ширококвещательный), допускают приоритетные вызовы, имеют доступ к ТфОП, обеспечивают возможность передачи данных и режим прямой связи между абонентскими станциями (без использования канала БС).

Классификация

По способу передачи голосовых сообщений:

- аналоговые (Smartrunk II, Smartlink, EDACS, LTR, MPT 1327)
- цифровые (EDACS, APCO 25, TETRA, Tetrapol)

По организации доступа к системе:

- без канала управления (Smartrunk II)
- с распределенным каналом управления (LTR, Smartlink)
- с выделенным каналом управления (MPT 1327)

По способу удержания канала:

- с удержанием канала на весь сеанс переговоров (Smartrunk II, MPT)
- с удержанием канала на время одной передачи (LTR, Smartlink)

По конфигурации радиосети:

- однозоновые системы (Smartrunk)
- многозоновые системы (MPT, LTR, Smartlink, TETRA, APCO, EDACS, tetrapol)

По способу организации радиоканала:

- полудуплексные (Smartrunk II, MPT 1327, LTR, Smartlink, TETRA, APCO25, TETRAPOL)
- дуплексные (TETRA, APCO25, TETRAPO)

1.4. Виды телефонов. Сотовый (мобильный) телефон – абонентский терминал, работающий в сотовой сети. По сути, каждый сотовый телефон является специализированным компьютером, который ориентирован, в первую очередь, на обеспечение (в зоне покрытия домашней или гостевой сети) голосового общения абонентов, но также поддерживает обмен текстовыми и мультимедийными сообщениями, снабжен модемом и упрощенным интерфейсом. Передачу голоса и данных современные мобильные телефоны обеспечивают в цифровой форме.

Раннее существовавшее разделение аппаратов на «недорогие», «функциональные», «бизнес-» и «имиджевые» модели все больше теряет смысл – бизнес-аппараты приобретают черты имиджевых моделей и развлекательные функции, в результате использования аксессуаров недорогие телефоны становятся имиджевыми, а у имиджевых быстро растет функциональность.

Миниатюризация трубок, пик которой пришелся на 1999–2000, завершилась по вполне объективным причинам: аппараты достигли оптимального размера, дальнейшее их уменьшение делает неудобным нажатие кнопок, чтение текста на экране и т.д. Зато сотовый телефон стал настоящим предметом искусства: к разработке внешнего вида аппаратов привлекают ведущих дизайнеров, а владельцам предоставляются широкие возможности персонифицировать свои аппараты самостоятельно.

В настоящее время производители уделяют особое внимание функциональности мобильных телефонов, причем как основным (увеличивается время автономной работы, улучшаются экраны и т.д.), так и дополнительным их возможностям (в аппараты встраивают цифровые фотокамеры, диктофоны, MP3-плееры и прочие «сопутствующие» устройства).

Практически все современные аппараты, за исключением некоторых моделей нижнего ценового диапазона, позволяют загружать программы. Большинство аппаратов может исполнять Java-приложения, увеличивается количество телефонов, использующих операционные системы, унаследованные от КПК или портированные с них: Symbian, Windows Mobile for Smartphones и т.д. Телефоны со встроенными операционными системами называют смартфонами (от комбинации английских слов «smart» и «phone» – «умный телефон»).

В качестве абонентских терминалов сегодня могут использоваться также коммуникаторы – карманные компьютеры, снабженные модулем с поддержкой GSM/GPRS, а иногда EDGE и стандартов третьего поколения.

1.5. Неголосовые сервисы сотовых сетей. Абонентам сотовых сетей доступен целый ряд неголосовых сервисов, «ассортимент» которых зависит от возможностей конкретного телефона и от спектра предложений компании-оператора. Перечень сервисов в домашней сети может отличаться от списка услуг, доступных в роуминге.

Сервисы могут быть коммуникационными (обеспечивающими различные формы связи с другими людьми), информационными (например, сообщающими о прогнозе погоды или рыночных котировках), обеспечивающими доступ в Интернет, коммерческими (для оплаты с телефонов различных товаров и услуг), развлекательными (мобильные игры, викторины, казино и лотереи) и другими (сюда относится, например, мобильное позиционирование). Сегодня появляется все больше сервисов, находящихся «на стыке», например, большинство игр и лотерей являются платными, появляются игры, использующие технологии мобильного позиционирования, и т.д.

Практически всеми операторами и большинством современных аппаратов поддерживаются следующие сервисы:

А). – SMS – Short Message Service – передача коротких текстовых сообщений;

SMS (англ. Short Message Service — служба коротких сообщений) — технология, позволяющая осуществлять приём и передачу коротких текстовых сообщений сотовым телефоном. К настоящему времени входит в стандарты сотовой связи.

О технологии

- *SMS, как правило, доставляются в течение нескольких секунд. Отправитель может получать уведомление о доставке сообщения.*
- *Можно отправить сообщение на выключенный или находящийся вне зоны действия сети телефон. Как только адресат появится в сети, он получит сообщение. Если отправитель получает уведомления о доставке, то таким образом можно определить момент появления в сети получателя.*
- *Можно отправить сообщение абоненту, который в данный момент занят разговором.*
- *С помощью расширенного варианта SMS, называющегося EMS, можно отправлять и получать мелодии звонков, пиктограммы и многое другое.*

Технология SMS поддерживается основными сотовыми сетями (GSM, NMT, D-AMPS, CDMA, UMTS). Также SMS на телефоны можно отправлять из Интернета и из других сетей (пейджинговых, Фидонет, x.25 и др.), используя специальные программы, универсальные SMS-формы, а также непосредственно SMS шлюзы мобильных операторов.

История возникновения

SMS была создана как составная часть стандарта GSM Phase 1. Впервые система рассылки коротких сообщений была опробована в декабре 1992 года в Англии для передачи текста с персонального компьютера на мобильный телефон в сети GSM компании Vodafone.

По отчёту Cellular Telecommunications Industry Association (CTIA), около 40 % пользователей мобильных телефонов пользуются SMS.

Длина сообщения

Текст может состоять из алфавитно-цифровых символов. Максимальный размер сообщения в стандарте GSM — 140 байт (1120 бит). Таким образом,

при использовании 7-битной кодировки (латинский алфавит и цифры) можно отправлять сообщения длиной до 160 [символов](#). При использовании 8-битной кодировки (немецкий, французский язык) можно отправлять сообщения длиной до 140 символов. Для поддержки других национальных [алфавитов](#) (китайского, арабского, русского и др.) используется 2-байтовая (16-битная) кодировка UTF-16 (см. [Unicode](#)). Таким образом, SMS, написанное [кириллицей](#), не может превышать 70 знаков.

В стандарте также предусмотрена возможность отправлять сегментированные сообщения. В таких сообщениях в заголовке пользовательских данных (UDH) помещается информация о номере сегмента сообщения и общем количестве сегментов. Эту возможность поддерживают не все телефоны, а те, которые поддерживают, зачастую накладывают ограничение на количество сегментов в сообщении (3 или 5). Телефон, который не поддерживает сегментирование, отображает каждый сегмент как отдельное сообщение. Как правило, каждый сегмент тарифицируется как отдельное сообщение.

В [России](#) некоторые абоненты сотовых сетей предпочитают писать SMS на родном языке, используя латинские буквы (см. [транслит](#)), что первоначально было обусловлено отсутствием поддержки кириллицы телефонными аппаратами. А с широким распространением русифицированных телефонов — привычкой, а также тем, что на латинице можно писать более длинные SMS (160 вместо 70 символов на [кириллице](#)) за те же деньги. Например: *Ura! Ya napisal pro SMS v Wikipedi.*

В англоязычных странах для экономии символов в SMS часто используют [аббревиатуры](#), пропуски гласных, а также обозначают слова и слоги схожими по звучанию цифрами и буквами. Например, «C u l8r» с успехом заменяет «See you later». По данным Ассоциации GSM, первое сообщение SMS было отправлено с персонального компьютера на телефон Vodafone в Великобритании в декабре 1992 года.

Структура SMS

| Структура | Длина |
|------------------------------|--------------|
| тип сообщения | 1 байт |
| временная отметка SMS-центра | 7 байт |
| адрес источника сообщения | 12 байт |
| идентификатор протокола | 1 байт |

| | |
|---------------------------------------|----------|
| схема кодирования данных | 1 байт |
| длина пользовательской области данных | 1 байт |
| текст сообщения | 140 байт |
| итого | 163 байт |

Тарификация

В России

В России, как правило, оплачивается отправка SMS (в большинстве сетей не дороже 0,1 у.е. [источник не указан 236 дней]) и не оплачивается их приём. Стоимость отправки и получения SMS в роуминге зависит от роумингового соглашения, и может меняться в зависимости от сети пребывания абонента. В последние годы почти все российские операторы мобильной связи ввели разную стоимость отправки SMS: внутри домашнего региона и на все внутрисетевые страны, за пределы домашнего региона внутри страны, за рубеж. [источник не указан 110 дней]

Отправка сообщений через официальные сайты сотовых операторов, как правило, бесплатна.

SMS и мобильные телефоны

Большинство современных мобильных телефонов всех стандартов позволяют использовать SMS в полном объёме.

Для того чтобы телефон мог отправлять SMS, необходимо указать номер SMS-центра (SMSC) оператора мобильной связи. В подавляющем большинстве случаев этот номер уже записан на SIM-карте, и настраивать его вручную не нужно.

Входящие SMS сохраняются в списке входящих сообщений, где они могут быть просмотрены. Некоторые модели телефонов хранят этот список на SIM-карте, и потому имеют ограничения на количество хранящихся сообщений (несколько десятков). Современные модели хранят список сообщений в памяти телефона, и количество сообщений ограничено только размером памяти телефона. Отправленные сообщения сохраняются в списке отправленных сообщений, также существуют отдельные списки для неотправленных сообщений и для черновиков.

В смартфонах и коммуникаторах SMS иногда хранятся в общем почтовом ящике, там же, где сообщения электронной почты и MMS.

Для набора SMS на мобильном телефоне, как правило, используется цифровая клавиатура телефона. Набор осуществляется либо путём последовательных нажатий для выбора нужной буквы, либо при помощи какой-либо системы предиктивного набора, типа [T9](#) или [iTAP](#). Некоторые модели телефонов имеют алфавитно-цифровую клавиатуру, что существенно облегчает набор. В смартфонах и коммуникаторах также может использоваться экранная клавиатура.

SMS и служебные приложения сим-карт

SMS также используются в приложениях [STK](#), например, в SIM-меню. Такие сообщения принимаются и отправляются незаметно для пользователя и не попадают в общий список принятых и отправленных сообщений.

Б). – MMS – Multimedia Messaging Service – передача мультимедиа-сообщений: фотографий, видеороликов и т.п.;

MMS (*аббр. англ. Multimedia Message Service* — служба мультимедийных сообщений) — это система передачи мультимедийных сообщений (изображений, мелодий, видео) в сетях [сотовой связи](#). Является развитием службы EMS. Позволяет отправлять сообщения не только на сотовый телефон, но и на электронную почту. Размер MMS ограничен [999 килобайтами](#) (стандарт MMS 2.0). Оператор может налагать собственные ограничения на размер передаваемого сообщения.

В некоторых [сотовых телефонах](#) существует ограничение на размер MMS до [100 килобайт](#). В это сообщение можно вставить фотографию разрешением [640×480 пикселей](#) или видеоролик в формате [3GP](#) длительностью около 10 секунд (всё зависит от используемого [кодека](#), разрешения и качества видеозаписи), или послать небольшую мелодию различных форматов ([MIDI](#), [MP3](#), [MMF](#)), или небольшую диктофонную запись.

Большинство операторов СНГ в настоящее время поддерживают MMS размером до 300 кБ, что соответствует видеоролику длительностью 20-40 секунд, или нескольким фотографиям.

Настройки для пользования MMS обычно приходят автоматически.

При пересылке MMS на телефон, который не поддерживает MMS, получателю придёт [веб-ссылка](#), воспользовавшись которой, он сможет просмотреть это сообщение. Для приёма MMS обычно требуется сперва настроить MMS.

Принцип работы

Сообщение MMS состоит из двух частей. Содержимое сообщения хранится на специальном [WAP](#)-сервере оператора. Вторая часть — это особое сообщение [SMS](#), которое посылается получателю. Если телефон получателя поддерживает MMS, то на экране обычно появляется уведомление о пришедшем MMS-сообщении и предложение скачать основную часть. Если телефон не поддерживает MMS, то чаще всего приходит обычное сообщение SMS с [WAP](#)-ссылкой на основную часть.

Очень часто в телефоне предусмотрена возможность автоматической загрузки MMS-сообщений. Также имеется возможность отключать загрузку MMS в роуминге, где оплата обычно снимается за трафик а не за одно сообщение.

Таким образом, MMS является надстройкой, объединяющей службы SMS и WAP. Различия заключаются лишь в позиционировании услуги и в отдельной тарификации. MMS чаще всего оплачиваются отправителем по фиксированной цене, без учёта [трафика](#), а для получателя они бесплатны. Однако при нахождении в [роуминге](#) трафик может быть платным.

- автоматический роуминг;
- определение номера звонящего абонента;
- голосовая почта – сохранение голосовых и текстовых сообщений, переданных в то время, когда абонент находился вне зоны доступа;
- заказ и получение различных средств персонификации непосредственно по каналам сотовой связи;
- выход в Интернет и просмотр специализированных (WAP) сайтов;
- загрузка рингтонов, картинок, информационных материалов со специализированных ресурсов;
- передача данных с помощью встроенного модема (она может осуществляться по различным протоколам в зависимости от того, какие технологии поддерживает конкретный аппарат).

2. Стандарты мобильной связи

2.1. GSM (от названия группы *Group Special Mobile*, позже переименован в Global System for Mobile Communications) (русск. СПС-900) — глобальный цифровой [стандарт](#) для [мобильной сотовой связи](#), с разделением частотного канала по принципу [TDMA](#) и средней степенью безопасности. Разработан

под эгидой Европейского института стандартизации электросвязи (ETSI) в конце 80-х годов.

Общие сведения

GSM относится к сетям второго поколения (2 Generation), хотя на 2006 год условно находится в фазе 2,5G (1G — аналоговая сотовая связь, 2G — цифровая сотовая связь, 3G — широкополосная цифровая сотовая связь, коммутируемая многоцелевыми компьютерными сетями, в том числе Интернет).

Сотовые телефоны выпускаются для 4 диапазонов частот: 850 МГц, 900 МГц, 1800 МГц, 1900 МГц. Существуют также, и довольно распространены, мультидиапазонные телефоны, способные работать в диапазонах 900/1800 МГц, 850/1900 МГц, (Dual Band), 900/1800/1900 МГц (Multi Band), 850/900/1800/1900 (Quad Band). Стоит отметить, что в настоящее время производство однодиапазонных телефонов практически прекращено.

В стандарте GSM применяется GMSK модуляция с величиной нормированной полосы $BT = 0,3$, где B — ширина полосы фильтра по уровню минус 3 дБ, T — длительность одного бита цифрового сообщения.

GSM на сегодняшний день является наиболее распространённым стандартом связи. По данным ассоциации GSM (GSMA) на данный стандарт приходится 82 % мирового рынка мобильной связи, 29 % населения земного шара использует глобальные технологии GSM. В GSMA в настоящее время входят операторы более чем 210 стран и территорий.

Этапы развития

GSM сначала означало Groupe Special Mobile, по названию группы анализа, которая создавала стандарт. Теперь он известен как Global System for Mobile Communications (Глобальная Система для Мобильной Связи), хотя «С» не включается в сокращение. Разработка GSM началась в 1982 группой из 26 Европейских национальных телефонных компаний. Конференция Европейских Почтовых и Телекоммуникационных Администраций или СЕРТ, стремились построить единую для всех Европейских стран сотовую систему около 900 МГц диапазона. Редкое торжество Европейского объединения, достижения GSM стали «одними из наиболее убеждающих демонстраций какое сотрудничество в Европейской промышленности может быть достигнуто на глобальном рынке».

В 1989 Европейский Телекоммуникационный Институт Стандартов или ETSI взял ответственность за дальнейшее развитие GSM. В 1990 были

опубликованы первые рекомендации. Спецификация была опубликована в 1991.

Коммерческие сети GSM начали действовать в Европейских странах в середине 1991. GSM разработан позже, чем стандартная сотовая связь и во многих отношениях лучше был сконструирован. Северо-Американский аналог — PCS, вырос из своих корней стандарты включая TDMA и CDMA цифровую технологию, но для CDMA реально возросшая возможность вызова так и не была никогда подтверждена.

GSM Phase 1

1982 (Groupe Special Mobile) — 1990 г. Global System for Mobile Communications. Первая коммерческая сеть в январе 1992 г. Цифровой стандарт, поддерживает скорость передачи данных до 9.6 кбит/с. Полностью устарел, производство оборудования под него прекращено.

В 1991 году были введены услуги стандарта GSM «ФАЗА 1».

В них входят:

- Переадресация вызова (Call forwarding).
- Возможность перевода входящих звонков на другой телефонный номер в тех случаях, когда номер занят или абонент не отвечает; когда телефон выключен или находится вне зоны действия сети и т. п. Кроме того, возможна переадресация факсов и данных.
- Запрет вызова (Call barring). Запрет на все входящие/исходящие звонки; запрет на исходящие международные звонки; запрет на входящие звонки, за исключением внутрисетевых.
- Ожидание вызова (Call waiting). Эта услуга позволяет принять входящий вызов во время уже продолжающегося разговора. При этом первый абонент или по-прежнему будет находиться на связи, или разговор с ним может быть завершён.
- Удержание вызова (Call Holding). Эта услуга позволяет, не разрывая связь с одним абонентом, позвонить (или ответить на входящий звонок) другому абоненту.
- Глобальный роуминг (Global roaming). При посещении любой из стран, с которой ваш оператор подписал соответствующее соглашение, вы можете пользоваться своим сотовым телефоном GSM без изменения номера.

GSM Phase 2

1993 г. Включает диапазон 1900 МГц в 1995. Цифровой стандарт, поддерживает скорость передачи данных до 9.6 кбит/с. Устарел. Второй этап

развития GSM «ФАЗА 2», который завершился в 1997 г., предусматривает такие услуги:

- Определение номера вызывающей линии (Calling Line Identification Presentation). При входящем звонке на экране высвечивается номер вызывающего абонента.
- Антиопределитель номера (Calling Line Identification Restriction). С помощью этой услуги можно запретить определение собственного номера при соединении с другим абонентом.
- Групповой вызов (Multi party).
- Режим телеконференции или конференц-связи позволяет объединить до пяти абонентов в группу и вести переговоры между всеми членами группы одновременно.
- Создание закрытой группы до десяти абонентов (Closed User Group). Позволяет создавать группу пользователей, члены которой могут связываться только между собой. Чаще всего к этой услуге прибегают компании, предоставляющие терминалы своим служащим для работы.
- Информация о стоимости разговора. Сюда входят таймер, который считает время на линии, и счётчик звонков. Также благодаря этой услуге можно проверять оставшийся на счёте кредит. Возможна и другая услуга: «Совет по оплате» (Advice of Charge). По требованию пользователя происходит проверка стоимости и длительности разговора в то время, когда аппарат находится на связи.
- Обслуживание дополнительной линии (Alternative Line Service). Пользователь может приобрести два номера, которые будут приписаны к одному модулю SIM. В этом случае связь выполняется по двум линиям, с предоставлением двух счетов, двух голосовых ящиков и т. п.
- Короткие текстовые сообщения (Short Message Service). Возможность приёма и передачи коротких текстовых сообщений (до 160 знаков).
- Система голосовых сообщений (Voice mail). Услуга позволяет автоматически переводить входящие звонки на персональный автоответчик (голосовая почта). Пользоваться этим можно только в том случае, если у абонента активизирована услуга «переадресация вызовов».

GSM Phase 2+

Следующий этап развития сетей стандарта GSM «ФАЗА 2+» не связан с конкретным годом внедрения. Новые услуги и функции стандартизируются и внедряются после подготовки и утверждения их технических описаний. Все работы по этапу «Фаза 2+» проводились Европейским институтом стандартизации электросвязи (ETSI). Количество уже внедрённых и находящихся в стадии утверждения услуг превышает 50. Среди них можно выделить следующие:

- улучшенное программное обеспечение SIM-карты;
- улучшенное полноскоростное кодирование речи EFR (Enhanced Full Rate);
- возможность взаимодействия между системами GSM и DECT;
- повышение скорости передачи данных благодаря пакетной передаче данных GPRS (General Packet RadioService) или за счёт системы передачи данных по коммутируемым каналам HSCSD (High Speed Circuit Switched Data).

Предоставляемые услуги

GSM обеспечивает поддержку следующих услуг:

- Услуги передачи данных (синхронный и асинхронный обмен данными, в том числе пакетная передача данных — [GPRS](#)). Данные услуги не гарантируют совместимость терминальных устройств и обеспечивают только передачу информации к ним и от них.
- Передача речевой информации.
- Передача коротких сообщений ([SMS](#)).
- Передача [факсимильных сообщений](#).

Дополнительные (необязательные к предоставлению) услуги:

- Определение вызывающего номера и ограничение такого определения.
- Безусловная и условная переадресация вызова на другой номер.
- Ожидание и удержание вызова.
- Конференцсвязь (одновременная речевая связь между тремя и более подвижными станциями).
- Запрет на определённые пользователем услуги (международные звонки, роуминговые звонки и др.)
- Голосовая почта.

и многие другие услуги.

Преимущества и недостатки

Преимущества стандарта GSM:

- Меньшие по сравнению с аналоговыми стандартами ([NMT-450](#), [AMPS-800](#)) размеры и вес телефонных аппаратов при большем времени работы без подзарядки аккумулятора. Это достигается в основном за счёт аппаратуры базовой станции, которая постоянно анализирует уровень сигнала, принимаемого от аппарата абонента. В тех случаях, когда он выше требуемого, на сотовый телефон автоматически подаётся команда снизить излучаемую мощность.

- Хорошее качество связи при достаточной плотности размещения базовых станций.
- Большая ёмкость сети, возможность большого числа одновременных соединений.
- Низкий уровень промышленных помех в данных частотных диапазонах.
- Улучшенная (по сравнению с аналоговыми системами) защита от подслушивания и нелегального использования, что достигается путём применения алгоритмов шифрования с разделяемым ключом. [\[уточнить\]](#)
- Эффективное кодирование (сжатие) речи. [EFR-технология](#) была разработана фирмой [Nokia](#) и впоследствии стала промышленным стандартом кодирования/декодирования для технологии GSM. [\[уточнить\]](#)
- Широкое распространение, особенно в Европе, большой выбор оборудования. На сегодняшний день стандарт GSM поддерживают 228 операторов, официально зарегистрированных в Ассоциации операторов GSM из 110 стран.
- Возможность [роуминга](#). Это означает, что абонент одной из сетей GSM может пользоваться сотовым телефонным номером не только у себя «дома», но и перемещаться по всему миру переходя из одной сети в другую не расставаясь со своим абонентским номером. Процесс перехода из сети в сеть происходит автоматически, и пользователю телефона GSM нет необходимости заранее уведомлять оператора (в сетях некоторых операторов, могут действовать ограничения на предоставление роуминга своим абонентам, более детальную информацию можно получить обратившись непосредственно к своему GSM оператору)

Недостатки стандарта GSM:

- Искажение речи при цифровой обработке и передаче.
- Связь на расстоянии не более 120 км^[1] от ближайшей базовой станции даже при использовании усилителей и направленных антенн. Поэтому для покрытия определённой площади необходимо большее количество передатчиков, чем в [NMT-450](#) и [AMPS](#).
- Излучение носимыми трубками — потенциальный вред здоровью. В настоящее время не подтверждено, даже после проведения множества экспериментов.

Производители оборудования GSM постепенно повышают чувствительность выпускаемых устройств, что ведёт к снижению требуемой мощности излучения телефонов, но принципиально ситуация не меняется.

Стандарты и радиointерфейс

В стандарте GSM определены 4 диапазона работы (ещё есть пятый):

900/1800 МГц (используется в Европе, Азии)

| Характеристики | GSM-900 | GSM-1800 |
|-------------------------------------------------|-----------|-------------|
| Частоты передачи MS и приёма BTS, МГц | 890 - 915 | 1710 - 1785 |
| Частоты приёма MS и передачи BTS, МГц | 935 - 960 | 1805 - 1880 |
| Дуплексный разнос частот приёма и передачи, МГц | 45 | 95 |
| Количество каналов связи | 124 | 374 |
| Ширина полосы канала связи, кГц | 200 | 200 |

GSM-900

Цифровой стандарт мобильной связи в диапазоне частот от 890 до 915 МГц (от телефона к базовой станции) и от 935 до 960 МГц (от базовой станции к телефону).

В некоторых странах диапазон частот GSM-900 был расширен до 880—915 МГц (MS → BTS) и 925—960 МГц (MS ← BTS), благодаря чему максимальное количество каналов связи увеличилось на 50. Такая модификация была названа **E-GSM** (extended GSM).

GSM-1800

Модификация стандарта GSM-900, цифровой стандарт мобильной связи в диапазоне частот от 1710 до 1880 МГц.

Особенности:

- Максимальная излучаемая мощность мобильных телефонов стандарта GSM-1800 — 1Вт, для сравнения у GSM-900 — 2Вт. Больше время непрерывной работы без подзарядки аккумулятора и снижение уровня радиоизлучения, однако воздействие излучения более высокой частоты менее предсказуемо и более опасно для человека.
- Высокая ёмкость сети, что важно для крупных городов.
- Возможность использования телефонных аппаратов, работающих в стандартах GSM-900 и GSM-1800 одновременно. Такой аппарат функционирует в сети GSM-900, но, попадая в зону GSM-1800, переключается — вручную или автоматически. Это позволяет оператору рациональнее использовать частотный ресурс, а клиентам — экономить деньги за счёт низких тарифов. В обеих сетях абонент

пользуется одним номером. Но использование аппарата в двух сетях возможно только в тех случаях, когда эти сети принадлежат одной компании, или между компаниями, работающими в разных диапазонах, заключено соглашение о роуминге.

Проблема состоит в том, что зона охвата для каждой базовой станции значительно меньше, чем в стандартах [GSM-900](#), [AMPS/DAMPS-800](#), [NMT-450](#). Необходимо большее число базовых станций. Чем выше частота излучения, тем больше ^{[источник не указан 246 дней](#)} проникающая способность (характеризуется т. н. *глубиной [скин-слоя](#)*) радиоволн и тем меньше способность отражаться и огибать преграды.

] **850/1900 МГц** (используется в США, Канаде, отдельных странах Латинской Америки и Африки)

| Характеристики | GSM-850 | GSM-1900 |
|-------------------------------------------------|-----------|-------------|
| Частоты передачи MS и приёма BTS, МГц | 824 - 849 | 1850 - 1910 |
| Частоты приёма MS и передачи BTS, МГц | 869 - 894 | 1930 - 1990 |
| Дуплексный разнос частот приёма и передачи, МГц | 45 | 80 |

Структура GSM

Система GSM состоит из трёх основных подсистем:

- подсистема [базовых станций](#) (BSS — Base Station Subsystem),
- подсистема коммутации (NSS — Network Switching Subsystem),
- центр технического обслуживания (OMC — Operation and Maintenance Centre).

В отдельный класс оборудования GSM выделены терминальные устройства — подвижные станции (MS — Mobile Station), также известные, как [мобильные \(сотовые\) телефоны](#).

Подсистема базовых станций

BSS состоит из собственно [базовых станций](#) (BTS — Base Transceiver Station) и контроллеров базовых станций (BSC — Base Station Controller). Область, покрываемая сетью GSM, разбита на соты шестиугольной формы. Диаметр каждой шестиугольной ячейки может быть разным — от 400 м до 50 км. Максимальный теоретический радиус ячейки составляет 120 км^[1], что обусловлено ограниченной возможностью системы синхронизации к

компенсации времени задержки сигнала. Каждая ячейка покрывается одной BTS, при этом ячейки частично перекрывают друг друга, тем самым сохраняется возможность передачи обслуживания MS при перемещении её из одной соты в другую без разрыва соединения. (*Операция передачи обслуживания мобильного телефона (MS) от одной базовой станции (BTS) к другой в момент перехода мобильного телефона границы досягаемости текущей базовой станции во время разговора, или GPRS-сессии называется техническим термином «Handover»*) Естественно, что на самом деле сигнал от каждой станции распространяется, покрывая площадь в виде круга, но при пересечении — как получаются правильные шестиугольники. Каждая база имеет шесть соседних в связи с тем, что в задачи планирования размещения станций входила такая, как минимизация зон перекрывания сигнала от каждой станции. Больше число соседних станций, чем 6 — особых выгод не несёт. Рассматривая границы покрытия сигнала от каждой станции уже в зоне перекрытия, как раз получаем — шестиугольники.

Базовая станция (BTS) обеспечивает приём/передачу сигнала между MS и контроллером базовых станций. BTS является автономной и строится по модульному принципу. Направленные антенны базовых станций могут располагаться на вышках, крышах зданий и т. д.

Контроллер базовых станций (BSC) контролирует соединения между BTS и подсистемой коммутации. В его полномочия также входит управление очередностью соединений, скоростью передачи данных, распределение радиоканалов, сбор статистики, контроль различных радиоизмерений, назначение и управление процедурой Handover.

Подсистема коммутации

NSS построена из следующих компонентов:

Центр коммутации (MSC — Mobile Switching Centre)

MSC контролирует определённую географическую зону с расположенными на ней BTS и BSC. Осуществляет установку соединения к абоненту и от него внутри сети GSM, обеспечивает интерфейс между GSM и [ТфОП](#), другими сетями радиосвязи, сетями передачи данных. Также выполняет функции маршрутизации вызовов, управление вызовами, эстафетной передачи обслуживания при перемещении MS из одной ячейки в другую. После завершения вызова MSC обрабатывает данные по нему и передаёт их в центр расчётов для формирования счета за предоставленные услуги, собирает статистические данные. MSC также постоянно следит за положением MS, используя данные из HLR и VLR, что необходимо для быстрого нахождения и установления соединения с MS в случае её вызова.

Домашний реестр местоположения (HLR — Home Location Registry)

Содержит базу данных абонентов, приписанных к нему. Здесь содержится информация о предоставляемых данному абоненту услугах, информация о состоянии каждого абонента, необходимая в случае его вызова, а также Международный Идентификатор Мобильного Абонента (IMSI — International Mobile Subscriber Identity), который используется для аутентификации абонента (при помощи AUC). Каждый абонент приписан к одному HLR. К данным HLR имеют доступ все MSC и VLR в данной GSM-сети, а в случае межсетевого роуминга — и MSC других сетей.

Гостевой реестр местоположения (VLR — Visitor Location Registry)

VLR обеспечивает мониторинг передвижения MS из одной зоны в другую и содержит базу данных о перемещающихся абонентах, находящихся в данный момент в этой зоне, в том числе абонентах других систем GSM — так называемых роумерах. Данные об абоненте удаляются из VLR в том случае, если абонент переместился в другую зону. Такая схема позволяет сократить количество запросов на HLR данного абонента и, следовательно, время обслуживания вызова.

Реестр идентификации оборудования (EIR — Equipment Identification Registry)

Содержит базу данных, необходимую для установления подлинности MS по IMEI (International Mobile Equipment Identity). Формирует три списка: белый (допущен к использованию), серый (некоторые проблемы с идентификацией MS) и чёрный (MS, запрещённые к применению). У российских операторов (и большей части операторов стран СНГ) используются только белые списки, что не позволяет раз и навсегда решить проблему кражи мобильных телефонов. В случае занесения владельцем своего, но уже украденного у него, телефона в чёрный список — он [телефон] перестаёт работать и, следовательно, не представляет для воров никакого коммерческого интереса. Замечание. Российские сотовые операторы не используют оборудование EIR, соответственно говорить об использовании только белых списков можно с большой натяжкой. Владелец не может внести самостоятельно свой телефон ни в какой список — ни чёрный, ни белый, ни серый, это сфера деятельности оператора. При внесении телефона в чёрный список каким-либо оператором телефон сможет нормально работать в другой сети, так как единой базы данных не существует. Российские сотовые операторы пролоббировали поправки к закону «О связи», в которых интересы сотовых операторов стоят выше прав и свобод граждан России.

Центр аутентификации (AUC — Authentication Centre)

Здесь производится аутентификация абонента, а точнее — [SIM](#) (Subscriber Identity Module). Доступ к сети разрешается только после прохождения SIM процедуры проверки подлинности, в процессе которой с AUC на MS приходит случайное число RAND, после чего на AUC и MS параллельно происходит шифрование числа RAND ключом Ki для данной SIM при помощи специального алгоритма. Затем с MS и AUC на MSC возвращаются «подписанные отклики» — SRES (Signed Response), являющиеся результатом данного шифрования. На MSC отклики сравниваются, и в случае их совпадения аутентификация считается успешной.

Подсистема OMC (Operations and Maintenance Center)

Соединена с остальными компонентами сети и обеспечивает контроль качества работы и управление всей сетью. Обрабатывает аварийные сигналы, при которых требуется вмешательство персонала. Обеспечивает проверку состояния сети, возможность прохождения вызова. Производит обновление программного обеспечения на всех элементах сети и ряд других функций.

2.2. CDMA ([англ. Code Division Multiple Access](#)) — множественный доступ с кодовым разделением.

Каналы трафика при таком способе разделения среды создаются присвоением каждому пользователю отдельного числового [кода](#), который распространяется по всей ширине полосы. Нет [временного разделения](#), все абоненты постоянно используют всю ширину канала. Полоса частот одного канала очень широка, вещание абонентов накладывается друг на друга но, поскольку их коды отличаются, они могут быть дифференцированы.

Технология множественного доступа с кодовым разделением каналов известна давно. В СССР первая работа, посвящённая этой теме, была опубликована ещё в 1935 году [Д. В. Агеевым](#).

Эволюция систем сотовой связи, использующих технологию CDMA

Технология кодового разделения каналов CDMA, благодаря высокой спектральной эффективности, является радикальным решением дальнейшей эволюции сотовых систем связи.

CDMA2000 является стандартом [3G](#) в эволюционном развитии сетей [cdmaOne](#) (основанных на [IS-95](#)). При сохранении основных принципов, заложенных версией [IS-95A](#), технология стандарта CDMA непрерывно развивается и совершенствуется.

Последующее развитие технологии CDMA происходит в рамках технологии CDMA2000. При построении системы мобильной связи на основе технологии CDMA2000 1X первая фаза обеспечивает передачу данных со скоростью до 153 кбит/с, что позволяет предоставлять услуги голосовой связи, передачу коротких сообщений, работу с электронной почтой, интернетом, базами данных, передачу данных и неподвижных изображений. Переход к следующей фазе CDMA2000 [1xEV-DO](#) происходит при использовании той же полосы частот 1,23 МГц, скорость передачи — до 2,4 Мбит/с в прямом канале и до 153 кбит/с в обратном, что делает эту систему связи отвечающей требованиям 3G и даёт возможность предоставлять самый широкий спектр услуг, вплоть до передачи видео в режиме реального времени. Следующей фазой развития стандарта является [1xEV-DO Rev A](#), что позволяет увеличить сетевую ёмкость и скорость передачи данных. На данном этапе обеспечивается передача данных со скоростью до 3,1 Мбит/с по направлению к абоненту и до 1,8 Мбит/с по направлению от абонента. Операторы смогут предоставлять те же услуги, что и на базе Rev. 0, а, кроме того, передавать голос, данные и осуществлять широко вещание по IP сетям. В мире уже есть несколько таких действующих сетей. Поскольку прогресс не стоит на месте, разработчики оборудования уже работают над реализацией следующей фазы — [1xEV-DO Rev B](#), — что позволит достигнуть следующих скоростей на одном частотном канале: 4,9 Мбит/с к абоненту и 2,4 Мбит/с от абонента. К тому же будет обеспечиваться возможность объединения нескольких частотных каналов для увеличения скорости. Например, объединение 15-ти частотных каналов (максимально возможное количество) позволит достигать скоростей 73,5 Мбит/с к абоненту и 27 Мбит/с от абонента. Применение таких сетей — улучшенная работа чувствительных к временным задержкам приложений типа [VoIP](#), Push to Talk, видеотелефония, параллельное использование голоса и мультимедиа, мультисессионные сетевые игры и др.

Основными компонентами коммерческого успеха системы CDMA2000 являются более широкая зона обслуживания, высокое качество речи (практически эквивалентное проводным системам), гибкость и дешевизна внедрения новых услуг. Данная технология обеспечивает высокую помехозащищённость, устойчивость канала связи от перехвата и прослушивания, что делает его привлекательным в использовании для всех категорий абонентов.

Также немаловажную роль играет низкая излучаемая мощность радиопередатчиков абонентских устройств. Так, для систем CDMA2000 максимальная излучаемая мощность составляет 250 мВт, в то время как для систем GSM-900 этот показатель равен 2 Вт (в импульсе), а для GSM-1800 1 Вт (в импульсе). Справедливости ради отметим, что мнение о вредном влиянии излучения мобильных телефонов на организм человека учёными так и не доказано, но и не опровергнуто.

В отличие от других технологий радиосвязи, в которых имеющийся частотный спектр разбивается на узкополосные каналы и временные интервалы, в системе CDMA сигналы распределяются в широкой полосе частот. Таким способом система CDMA обеспечивает более эффективное использование имеющегося частотного спектра, обеспечивая значительное увеличение пропускной способности. Пропускная способность системы CDMA в 10-20 раз выше, чем у аналоговых систем AMPS, и по меньшей мере втрое по сравнению с другими технологиями цифровой связи, такими как TDMA и GSM. В существующих сотовых системах эта пропускная способность может быть увеличена поэтапно. Путем перевода лишь 10% спектра с технологии AMPS на CDMA общая пропускная способность системы может быть удвоена. Обладая повышенной пропускной способностью, система CDMA предотвращает блокировку вызовов, позволяет удовлетворить растущий спрос на обслуживание и поддерживает новые виды цифровых услуг, такие как опознавание вызывающего абонента, передача данных и мобильная факсимильная связь. Уникальная для каждого отдельного соединения схема кодирования в системе CDMA практически полностью устраняет перекрестные помехи и значительно снижает влияние помех от других источников. Этот подход также устраняет необходимость сдвига несущих частот между соседними сотами, обеспечивая надежную "мягкую" эстафетную передачу абонента, которая предотвращает прерывание вызова. Путем использования интегральных приемников типа Рейк системы Qualcomm в значительной степени снижает эффект многолучевости, характерный для зон вблизи многоэтажных зданий и на пересеченной местности. Благодаря защищенной патентами технологии управления мощностью, система также снижает затухание сигналов у границ сот. А применение в системе CDMA вокодеров на 13 кбит/с переменной скоростью передачи данных обеспечивает качество передачи речи, сопоставимое с качеством связи по проводным линиям. Типичная выходная мощность переносного аппарата CDMA составляет всего два милливатта - значительно меньше, чем средняя выходная мощность в 125 мВт у аппаратов системы GSM. За счет сокращения потребляемой энергии батареи переносные аппараты CDMA обеспечивают существенное увеличение продолжительности работы в режиме соединения (до пяти часов) и в режиме ожидания (до двух дней). Снижение требований по расходу энергии также позволило уменьшить габариты и массу переносных телефонов, а также время вынужденного простоя, связанного с необходимостью перезарядки батарей. Кроме того, снижение выходной мощности уменьшает озабоченность потребителей в отношении риска для здоровья и снижает взаимное влияние с другими устройствами радиосвязи. Сигналы с расширенным спектром, применяемые в системе CDMA, обеспечивают зону покрытия значительно большей площади в сравнении с сигналами, используемыми в системах AMPS, TDMA или GSP. В результате, количество базовых станций, необходимых для системы CDMA, сокращается в 2-5 раз. Такое расширение зоны покрытия обеспечивается практически во всех

системах и при всех условиях развертывания (в городах, пригородах, сельской местности). Радиоинтерфейс системы CDMA соответствует требованиям как стандарта цифровой сотовой связи IS-95A, так и стандарта PCS J-STD-008. Система также отвечает требованиям интерфейсных протоколов Подсистемы Подвижной Связи (MAP) IS-41, обеспечивая тем самым полную совместимость с проводными и беспроводными системами связи, применяемыми в США.

2.3. TETRA (TErrestrial Trunked RAdio) — открытый стандарт цифровой транкинговой радиосвязи, разработанный европейским институтом телекоммуникационных стандартов ETSI (European Telecommunications Standards Institute) для замены морально устаревшего стандарта MPT 1327.

Радиоинтерфейс стандарта TETRA предполагает работу в стандартной сетке частот с шагом 25 кГц и минимальным дуплексным разносом радиоканалов 10 МГц. Могут использоваться диапазоны частот от 150 до 900 МГц. В странах Европы за службами безопасности закреплены диапазоны 380-385/390-395 МГц, а для коммерческих организаций предусмотрены диапазоны 410-430/450-470 МГц и 870-876/915-921 МГц. Используется метод временного разделения каналов TDMA (Time Division Multiple Access) — на одной физической частоте образуется 4 логических канала (слота).

Для кодирования речи используется речевой кодек ACELP (линейное предсказание с возбуждением от алгебраической кодовой книги) скоростью 4,8 кбит/с. После добавления избыточности один голосовой поток приобретает скорость 7,2 кбит/с. Скорость суммарного выходного потока в радиоканале равна 36 кбит/с. Если сравнивать качество голоса в сетях стандарта TETRA с качеством голоса в сетях GSM, то TETRA незначительно уступает по этому показателю. Но при этом стандарт TETRA в четыре раза эффективнее GSM с точки зрения использования частотного спектра.

Дополнение.

Поколения мобильной телефонии

| Поколение | 1G | 2G | 2.5G | 3G | 3.5G | 4G |
|-------------------|------------|--------------------|------------------|-------------|------------|------------------|
| Начало разработки | 1970 | 1980 | 1985 | 1990 | до 2000 | с 2000 |
| Реализация | 1984 | 1991 | 1999 | 2002 | 2006-2007 | 2008-2010 |
| Сервисы | аналоговый | цифровой стандарт, | большая емкость, | еще большая | увеличение | большая емкость, |

| | | | | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| | стандарт, синхронная передача данных со скоростью до 9,6 кбит/с | поддержка коротких сообщений (sms) | пакетная передача данных | емкость, большие скорости | скорости сетей третьего поколения | IP-ориентированная сеть, поддержка мультимедиа, скорости до сотен Мбит/с |
| Ширина канала | 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, CDMA One, GSM, PDC, DAMPS | GPRS, EDGE, 1xRTT | WCDMA, CDMA 2000, UMTS | HSDPA | единый стандарт |
| Сеть | PSTN | PSTN | PSTN, сеть пакетной передачи данных | сеть пакетной передачи данных | сеть пакетной передачи данных | Интернет |

AMPS /D-AMPS /N-AMPS

Система сотовой подвижной связи стандарта AMPS (Advanced Mobile Phone Service) была впервые введена в эксплуатацию в США в 1979г. Система работает в диапазоне 825-890 МГц и имеет 666 дуплексных каналов при ширине полосы частот каждого канала 30 кГц. Мощность передатчика базовой станции составляет 45 Вт, автомобильной подвижной станции - 12 Вт, переносного аппарата - 1 Вт. В стандарте использован ряд оригинальных технических решений, направленных на обеспечение качественной связи при минимальной стоимости оборудования.

На основе этого стандарта в дальнейшем были разработаны две его модификации: аналоговая N-AMPS (Narrowband Advanced Mobile Phone Service) и цифровая D-AMPS (Digital Advanced Mobile Phone Service). Оба эти варианта были созданы, в первую очередь, для размещения в выделенной полосе частот большего числа разговорных каналов. В N-AMPS это достигается использованием более узких полос частот каналов, а в D-AMPS - использованием временного разделения каналов. В системе сотовой связи стандарта AMPS применяются базовые станции с антеннами, имеющими

ширину диаграммы направленности 120° , которые устанавливаются в углах ячеек. Базовые станции подключены к центрам коммутации с помощью проводных линий, по которым передаются речевые сигналы и служебная информация. Длина управляющего сообщения, передаваемого абоненту, составляет 463 бита.

Стандарт D-AMPS имеет недостатки: небольшая зона покрытия одной базовой станции, повышенная мощность передатчика базовой станции, плохая поддержка среди производителей оборудования, т.к. стандарт уже выходит из использования. Из достоинств стоит отметить относительную дешевизну организации сети, достаточно высокое качество и конфиденциальность разговоров, в зоне уверенного приема — автоматическое переключение в аналоговый режим для лучшей передачи голоса.

2.4. Другие технологий множественного доступа

FDMA - множественный доступ с частотным разделением. Стандарт FDMA широко используется как в традиционных аналоговых системах сотовой связи, так и в современных цифровых системах (как правило, в сочетании с другими методами). Из всего доступного диапазона каждому абоненту выделяется своя полоса частот, которую он может использовать все 100% времени. Таким образом, не временной фактор, а только лишь различия в частоте используются для разделения (дифференциации) абонентов. Подобный подход имеет заметное преимущество: вся информация передается в "реальном времени", и абонент получает возможность использовать всю полосу пропускания, выделенного ему сегмента. Ширина полосы сегмента может варьироваться в зависимости от используемой системы связи.

TDMA - множественный доступ с временным разделением. Стандарт TDMA активно используется современными цифровыми системами подвижной связи. В отличие от систем частотного разделения, все абоненты системы TDMA работают в одном и том же диапазоне частот, но при этом каждый имеет временные ограничения доступа. Каждому абоненту выделяется временной промежуток (кадр), в течении которого ему разрешается "вещание". После того, как один абонент завершает вещание, разрешение передается другому, затем третьему и т.д. После того, как обслужены все абоненты, процесс начинается сначала. С точки зрения абонента его активность носит пульсирующий характер. Чем больше абонентов, тем реже каждому из них предоставляется возможность передать свои данные, тем, соответственно, меньше данных он сможет передать. Если ограничить потребности (возможности) абонента известной величиной, можно оценить количество пользователей, которых реально сможет обслужить система с таким способом разделения среды. Временное разделение, как правило,

накладывается на частотное разделение и вещание ведется в выделенной полосе частот. По словам президента UWCC Майка Бермана (Mike Buhmann), среди трех соревнующихся стандартов сотовой связи TDMA занимает второе место после стандарта GSM, занимающего господствующее положение в Европе. Хотя этому стандарту в технологических дискуссиях зачастую уделяется недостаточно внимания, сети TDMA продолжают развиваться. Сейчас они используются в 70 странах мира и почти полностью покрывают Северную и Южную Америку. Успех TDMA связывают с чистотой воспроизведения голоса, которая обеспечивается новым голосовым кодером ACELP, двухдиапазонными и двухстандартными телефонами, возросшей емкостью, глобальным распространением и переходом к стандарту третьего поколения UWC-136. По мнению специалистов, увеличение рынка TDMA (IS-136) отражает ускоренный переход к цифровым методам и зрелость этой технологии. Важно, что все три ведущие цифровые технологии смогут стать основой для услуг беспроводной связи третьего поколения.

TACS (Total Access Control System) – практически полный аналог AMPS – получил наибольшее распространение. В 1985 г. первая сеть на базе TACS была развернута в Англии. После этого в течение пары лет сети TACS охватили территории Испании, Австрии, Ирландии и Италии. В 1987 г. появилась первая модификация стандарта – ETACS (Extended TACS), которая обладала чуть большей емкостью (640 против 600 каналов). Однако, несмотря на улучшения, сети на базе ETACS за пределами Англии практически не распространились. Вторая модификация стандарта – JTACS или NTACS (Japan или Narrowband TACS) предназначалась исключительно для Японии. Отличия NTACS от TACS, можно сказать, были стандартны: за счет большего диапазона выделенных частот и меньшей ширины канала связи у системы увеличилось общее число каналов – фактически NTACS явился аналогом NAMPS. Сети на базе TACS оказались весьма живучи – лишь в конце 90-х Япония свернула сети JTACS; на родине стандарта и в других европейских странах данное событие произошло чуть раньше.

NMT (Nordic Mobile Telephone) — система сотовой подвижной радиосвязи общего пользования первого поколения. Это один из самых старых стандартов сотовой связи в мире, он был разработан в 1978 году и введен в эксплуатацию в 1981 году. Стандарт разрабатывался для местностей с большой территорией и небольшой плотностью населения, поэтому он как нельзя лучше подошел для России.

Стандарт NMT является аналоговым, отсюда вытекает его главный недостаток — плохая помехозащищенность, в больших городах приходится значительный уровень помех на диапазон частот около 450 МГц. Однако стоит удалиться от города — качество связи сильно улучшается и иногда превосходит качество проводных телефонных сетей. Основное

преимущество — большой радиус действия базовой станции. Вполне приличная связь наблюдается в 70-ти км от базовой станции. К сравнению, телефон GSM-900, например, не может работать на расстоянии более 35 км от базовой станции.

Диапазон частот, в котором работает NMT: 453—457,5 МГц — для связи от телефона к базовой станции, 463—467,5 МГц — для связи от базовой станции к телефону. Шаг сетки каналов — 25 КГц (12,5 КГц при использовании интерливинга), максимальная емкость одной базовой станции — 180 (359 — при интерливинге) абонентов. Мощность передатчиков абонентских устройств 0,1—6,5 Вт.

NMT является федеральным стандартом, поэтому можно безбоязненно отправляться в путешествие по стране с телефоном NMT. Насчет международного роуминга — здесь ситуация хуже, во всем мире сети NMT потихоньку сворачиваются в пользу новых, более современных стандартов.

TDMA (Time Division Multiple Access)- множественный доступ с временным разделением. Стандарт TDMA активно используется современными цифровыми системами подвижной связи. В отличие от систем частотного разделения, все абоненты системы TDMA работают в одном и том же диапазоне частот, но при этом каждый имеет временные ограничения доступа. Каждому абоненту выделяется временной промежуток (кадр), в течении которого ему разрешается "вещание". После того, как один абонент завершает вещание, разрешение передается другому, затем третьему и т.д. После того, как обслужены все абоненты, процесс начинается сначала. С точки зрения абонента его активность носит пульсирующий характер. Чем больше абонентов, тем реже каждому из них предоставляется возможность передать свои данные, тем, соответственно, меньше данных он сможет передать. Если ограничить потребности (возможности) абонента известной величиной, можно оценить количество пользователей, которых реально сможет обслужить система с таким способом разделения среды. Временное разделение, как правило, накладывается на частотное разделение и вещание ведется в выделенной полосе частот.

Среди трех соревнующихся стандартов сотовой связи TDMA занимает второе место после стандарта GSM, занимающего господствующее положение в Европе. Хотя этому стандарту в технологических дискуссиях зачастую уделяется недостаточно внимания, сети TDMA продолжают развиваться. Сейчас они используются в 70 странах мира и почти полностью покрывают Северную и Южную Америку. Успех TDMA связывают с чистотой воспроизведения голоса, которая обеспечивается новым голосовым кодером ACELP, двухдиапазонными и двухстандартными телефонами, возросшей емкостью, глобальным распространением и переходом к стандарту третьего поколения UWC-136. По мнению специалистов,

увеличение рынка TDMA (IS-136) отражает ускоренный переход к цифровым методам и зрелость этой технологии. Важно, что все три ведущие цифровые технологии смогут стать основой для услуг беспроводной связи третьего поколения.

PDC (Personal Digital Cellular) - стандарт сотовой связи используемый в Японии. Стандарт основан на трехслотовом решении TDMA. При этом ширина несущей составляет 25 кГц. Несмотря на то что сети PDC расположены только в Японии, этот стандарт уверенно занимает вторую после GSM позицию в рейтинге популярности среди цифровых стандартов по количеству абонентов. И это неудивительно: в начале 2000 года число абонентов сотовой связи Японии превысило число абонентов стандартной проводной телефонии. Кстати, именно в Японии уже работают тестовые участки сетей третьего поколения - несмотря на быстрые темпы развития сотовых систем связи, японцы опередили всех остальных более чем на год.

WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access - широкополосный CDMA)- технология радиointерфейса избранная большинством операторов сотовой связи Японии и (в январе 1988 года) институтом ETSI (European Telecommunications Standards Institute) для обеспечения широкополосного радиодоступа с целью поддержки услуг третьего поколения.

Технология оптимизирована для предоставления высокоскоростных мультимедийных услуг типа видео, доступа в Интернет и видеоконференций; обеспечивает скорости доступа вплоть до 2 Мбит/с на коротких расстояниях и 384 Кбит/с на больших с полной мобильностью. Такие величины скорости передачи данных требуют широкую полосу частот, поэтому ширина полосы WCDMA составляет 5 МГц. Технология может быть добавлена к существующим сетям GSM и PDC, что делает стандарт WCDMA наиболее перспективным с точки зрения использования сетевых ресурсов и глобальной совместимости.

WCDMA (широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов) представляет собой технологию, использующую расширенную полосу пропускания и разновидность принципа DMA. Это технология мобильной радиосвязи третьего поколения, обеспечивающая значительно более высокие скорости передачи данных, чем стандарт GSM. WCDMA поддерживает передачу голоса, изображений, данных и видео в сетях мобильной связи на скорости до 2 Мбит/с (локальный доступ) или 384 кбит/с (глобальный доступ). WCDMA используется в основном в Европе при переходе от стандарта GSM к стандарту UMTS.

Стандарт **CDMAOne** существует в вариациях IS-95a, IS-95b (cellular по американской терминологии, 800 МГц) и J-STD-008 (PCS, диапазон 1900). Аббревиатура IS (interim standard - временной стандарт) используется для

учета в Ассоциации телекоммуникационной промышленности ТИА (Telecommunications Industry Association). Как правило, в сетях CDMAOne используется IS-95a, он обеспечивают передачу сигнала со скоростью 9,6 кбит/с (с кодированием) и 14,4 кбит/с (без кодирования). Версия IS-95b основана на объединении нескольких каналов CDMA, организуемых в прямом направлении (от базовой станции к мобильной). Скорость может увеличиваться до 28,8 кбит/с (при объединении двух каналов по 14,4 кбит/с) или до 115,2 кбит/с (8 каналов по 14,4 кбит/с). Собственно, кроме IS-95 сети CDMAOne используют еще целый набор протоколов и стандартов.

Коммерческие сети CDMAOne появились в 1995 году и пользуются заслуженной популярностью как на своей родине, в Америке, так и в Азии. Именно CDMAOne подразумевают под терминами "CDMA" и "CDMA-800" (наибольшее распространение получил именно 800-мегагерцовый вариант, IS-95). Прямой и обратный каналы располагаются соответственно в диапазонах 869,040-893,970 и 824,040-848,860 МГц. Используются 64 кода Уолша и несущие в 1.25 МГц.

Стандарт **CDMA2000** является дальнейшим развитием стандарта 2 поколения CDMAOne. Дальнейшим развитием CDMAOne должен был стать IS-95c, и именно это обозначение очень часто используется производителями.

Официальным обновлением стандарта, разработанным компанией Qualcomm и утвержденным ИТУ (Международный союз электросвязи, International Telecommunication Union), является CDMA2000. В документах Lucent Technologies встречается обозначение IS-2000. Наконец, международный союз электросвязи (МСЭ) отобрал из десяти предложенных проектов пять радиointерфейсов третьего поколения IMT-2000 (International Mobile Telecommunications System - 2000 - Международная система мобильной связи - 2000), в их числе - IMT-МС (Multi Carrier), который представляет собой модификацию многочастотной системы CDMA2000, в которой обеспечивается обратная совместимость с оборудованием стандарта CDMAOne (IS-95).

Еще один из пяти стандартов IMT-2000 - IMT-DS (Direct Spread) - построен на базе проектов WCDMA и взят за основу европейской системы UMTS.

На начало 2003г. из 127 миллионов пользователей CDMA почти 15 миллионов использовали технологию CDMA2000. В течение первых семи месяцев 2002 года, в Азии и Америке было запущено 11 сетей CDMA2000 и общее количество этих сетей составляло 18. Это - 99% рынка 3G, на IMT-МС приходилось 14.8 миллионов абонентов, на UMTS - 0.13 миллиона.

Однако, стоит отметить, что реализованная фаза CDMA2000 1X все же не является полноценным 3G, ибо не дотягивает до обязательных двух мегабит. Поэтому ее чаще называют 2.5G.

Изначально CDMA2000 (IMT-МС) разделили на две фазы - 1X и 3X. Именно к первой фазе применяется название IS-95C. А вторую позже назвали 1X-EV (evolution), разделив ее на две фазы - CDMA2000 1X EV-DO (data only) и CDMA2000 1X EV-DV (data & voice).

И именно стандарт CDMA2000 1X EV-DO подразумевается под 3G IMT-МС. Стандарт 1x-EV-DO был принят ITU в октябре 2000 года и предусматривает следующую схему функционирования: аппарат одновременно производит поиск сети 1x и 1xEV, передачу данных осуществляет с помощью 1xEV, голоса - с помощью 1x.

Стандарт 1xEV-DV полностью соответствует всем требованиям 3G. Его практическая реализация планируется в 2003-2004 годах.

Теперь о CDMA-450. Следует отметить, что стандарты семейства CDMA2000 не требуют организации отдельной полосы частот и в ходе их эволюционного развития от CDMAOne могут быть реализованы во всех частотных диапазонах используемых системами сотовой подвижной связи (450, 700, 800, 900, 1700, 1800, 1900, 2100 МГц).

GPRS

Сети с пакетной передачей данных - (General Packet Radio Service, GPRS) - это технология, стандартизированная ETSI как часть развития стандарта GSM фазы 2+ и представляющая собой первую реализацию пакетной коммутации в сетях стандарта GSM, ранее использовавших только технологию коммутации каналов. Вместо передачи непрерывного потока данных через постоянное соединение, при пакетной коммутации сеть используется только в случае наличия данных для передачи. Применение технологии GPRS позволяет пользователям пересылать и принимать данные на скоростях до 170,2 кбит/с.

Внедрение технологии GPRS принесло операторам сетей GSM значительные выгоды. Впервые стало возможным использование Интернет-протокола IP (Internet Protocol) в сетях GSM, а также подключение к огромному количеству частных и общественных сетей с применением стандартных промышленных протоколов передачи данных, таких, как TCP/IP и X.25. Стандарт GPRS особенно эффективен при скудости спектральных ресурсов, он позволяет операторам сетей GSM предлагать широкий выбор ценных возможностей, повышая их конкурентоспособность.

GPRS идеален для "импульсных" приложений для передачи данных, таких, как электронная почта или доступ в Интернет. Он позволяет устанавливать "виртуально-постоянное соединение" с источниками данных, так что Вы получаете данные, едва найдя их. Такая оперативность достижима в сетях с коммутацией каналов. Внедряя стандарт GPRS, операторы GSM получили в свое распоряжение сети с возможностями третьего поколения.

Компания MOTOROLA отличается от прочих производителей тем, что провозглашает лозунг "GPRS повсюду" - на массовом рынке для горизонтальных приложений (например, групповые интерактивные игры), на рынке бизнес-приложений для регулярного мобильного вертикального доступа к огромным массивам корпоративной информации (например, в службах доставки).

EDGE

Расширенный диапазон передачи данных для развития стандарта GSM (Enhanced Data rate for GSM Evolution, EDGE) соединяет в себе набор новых и альтернативных схем модуляции, которые могут применяться внутри структуры временного отрезка радиоканала GSM, обеспечивая более высокую скорость передачи данных или улучшенные спектральные характеристики. Фаза 1 технологии EDGE (стандартизована в конце 1999 г.) использует функции GPRS, обеспечивая скорость передачи данных до 384 кбит/с. Фаза 2 (должна быть разработана до конца 2000 г.) предоставляет обслуживание в режиме реального времени, например передачу звука и мультимедиа (видео).

EDGE внедряется не только в среде GSM, но также на рынке TDMA (IS-136) и iDEN в США с применением тех же технических стандартов, чтобы обеспечить использование GPRS, а в дальнейшем - голосового обслуживания. Поскольку 384 кбит/с - это скорость передачи данных, которая будет поддерживаться первой фазой сетей третьего поколения, EDGE может стать альтернативой для операторов GSM, которые не получают лицензию третьего поколения, или там, где это позволяет регулятор.

1XRTT (One Times Radio Transmission Technology) - 2.5G мобильная технология передачи цифровых данных, основанная на CDMA-технологии. Использует принцип передачи с коммутацией пакетов. Теоретически возможная скорость передачи 144 Кбит/сек, но на практике реальная скорость менее 40-60 Кбит/сек. 1XRTT использует лицензируемый радиочастотный диапазон и, подобно другим мобильным технологиям, широко распространена.

UMTS - Универсальная система мобильных телекоммуникаций (Universal Mobile Telecommunications System) - является членом европейского семейства стандартов мобильной сотовой связи третьего поколения. Большая

часть исходных задач UMTS, таких как глобальный роуминг и персонализация обслуживания, достигнута в ходе развития стандарта GSM. Основное отличие UMTS, состоит в использовании нового частотного диапазона 2 ГГц, что позволяет добиться более высокого по сравнению с GSM качества обслуживания благодаря повышению скорости передачи данных и ёмкости каналов, а также благодаря внедрению пакетной архитектуры сети, поддерживающей функции передачи голоса и данных.

UMTS обеспечивают две основные компоненты: радиосеть и несущая сеть. Радиосеть состоит из мобильного оборудования и базовой станции, между которыми коммутируется передача данных. Несущая сеть, в свою очередь, соединяет базовые станции друг с другом, а также создаёт соединения с сетью ISDN и Интернетом.

При значительно большей полосе пропускания (5 МГц), чем у GSM (200 кГц) и используя для передачи метод CDMA (Code Division Multiple Access) становится возможным передать информацию любого типа (мультимедийные приложения, загрузка из Интернета, видео и аудио) при высокой (2 Мбит/с) скорости передачи.

Это делает UMTS до 200 раз быстрее, чем сеть GSM (9,6 кбит/с). Это позволяет передавать 1-2 источника видео в реальном времени с полным разрешением и приемлемым качеством.

Интересная особенность относительно UMTS заключается не только в том, что UMTS обладает очень высокой передающей способностью, но и в том, что он также поддерживает различные протоколы передачи, такие как TCP/IP, в комбинации с мобильностью.

HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) - технология высокоскоростного пакетного доступа по входящему каналу. Технология HSDPA является логическим продолжением WCDMA. Стандарт позволяет увеличить скорость передачи данных в сетях 3G примерно во столько же раз, что и технология EDGE, развернутая поверх сети GPRS. В абсолютных цифрах пиковая скорость передачи данных в сети HSDPA - 8 Мбит/с, тогда как средняя - 1-1,5 Мбит/с. Для наглядности стоит сказать, что при пиковой производительности на HSDPA-телефоне можно будет смотреть сразу восемь цифровых кинофильмов.

Назначение HSDPA - обеспечить эффективное использование радиочастотного спектра при предоставлении услуг, требующих высокой скорости передачи пакетных данных по нисходящим каналам, таких как доступ в Интернет и загрузка файлов. Эта технология хорошо адаптирована к условиям города и закрытых помещений.

В основу технологии HSDPA положены адаптивные схемы модуляции и кодирования QPSK и 16 QAM; протокол ретрансляции Hybrid Automatic Repeat Request; оперативное определение очередности передачи пакетов на базовой станции Node B протоколом MAC-high speed. HSDPA базируется на высокоскоростном общем нисходящем канале (High-Speed Downlink Shared Channel - HS-DSCH), способном поддерживать высокие скорости передачи данных. Технология позволяет обслуживать разных пользователей, осуществляя мультиплексирование с временным и кодовым разделением, то есть идеально подходит для обработки прерывистого пакетного трафика в многопользовательской среде.

По сравнению с UMTS, HSDPA можно передавать в три раза больше данных и поддерживать вдвое больше мобильных пользователей на одну соту. Стоит отметить, что в настоящее время в полевых условиях скорость в нисходящем канале 3G (к пользователю) составляет порядка 384 Кбит/с (теоретически скорость, согласно спецификации 3G, должна составлять 2,4 Мбит/с).

Кроме того, HSDPA значительно улучшает качество предоставляемых абоненту мультимедийных услуг (именно за счет высокой скорости задержка становится неощутимой, а объем передаваемой информации увеличивается).

Аналогично **HSDPA**, технология высокоскоростной пакетной передачи данных по направлению «вверх» (High Speed Uplink Packet Access, HSUPA) представляет собой стандарт мобильной связи, позволяющий ускорить передачу данных от W-CDMA-устройств конечного пользователя до базовой станции за счет применения более совершенных методов модуляции.

Теоретически стандарт HSUPA рассчитан на максимальную скорость передачи данных по направлению «вверх» до 5,8 Мбит/с, позволяя, таким образом, использовать приложения третьего поколения, требующие обработки огромных потоков данных от мобильного устройства к базовой станции, например, видеоконференцсвязь.

Описание технологии планируется ввести в качестве спецификации 6-й версии стандарта 3GPP Release 6; процесс стандартизации технологии приближается к завершению.

UMA (Unlicensed Mobile Access) - новое решение, позволяющее абонентским устройствам работать в сетях GSM/GPRS при помощи нелицензируемых каналов Bluetooth и Wi-Fi (802.11). С помощью технологии UMA операторы могут предложить абонентам услуги роуминга и хэндовера между сотовыми сетями и беспроводными нелицензируемыми сетями частного и общего доступа с помощью двухрежимных телефонов и КПК.

UMA дает возможность пользователю, попавшему в зону покрытия домашней или общественной точки доступа ("хот-спот"), получать

высококачественные услуги связи с помощью единого устройства доступа и единого телефонного номера. В результате мы получаем реальную конвергенцию услуг мобильной передачи голоса и данных с прозрачным хэндовером (переходом абонента из одной сети в другую без потери соединения).

EV-DO - это технология сетей мобильной связи третьего поколения (3G), стандартизированная 3GPP2 в рамках развития [CDMA2000](#) и обеспечивающая высокоскоростную передачу данных со скоростью до 2,4 Мбит/с.

Преимущества технологии EV-DO открывают целый ряд новых возможностей для пользователей. В частности, быстрое подключение к сети Интернет вне зависимости от местоположения и времени суток, организация высокоскоростных корпоративных VPN-сетей, широкий спектр услуг мобильного мультимедиа, мощный инструментарий для создания мобильных "рабочих мест". Корпоративным клиентам использование технологии EV-DO позволяет заметно повысить производительность труда сотрудников за счет повсеместного доступа в любое время к корпоративным данным с помощью защищенных и простых решений, совершенствовать текущие бизнес-процессы и выстраивать свой бизнес, а также ускорить реагирование на проблемы эксплуатации и вопросы клиентов.

На сегодняшний день технология EV-DO используется в самых различных сферах: в банках и страховых компаниях, в дистрибуторских организациях и предпринимателями, имеющими торговые сети, органами государственной власти и пользователями домашнего Интернета как альтернатива выделенным линиям или dial-up.

В числе производителей оборудования для сетей EV-DO такие ведущие мировые компании как Lucent Technologies, Huawei Technologies, Nortel Networks, Samsung. Украинским оператором, работающем в стандарте EV-DO, является Peoplenet.

CSD (Circuit Switched Data) — технология передачи данных, разработанная для мобильных телефонов стандарта GSM. CSD использует один временной интервал для передачи данных на скорости 9,6 кбит/с в подсистему сети и коммутации (Network and Switching Subsystem NSS), где они могут быть переданы через эквивалент нормальной модемной связи в телефонную сеть.

Поскольку максимальная скорость передачи данных для единичного временного интервала составляет 9,6 кбит/с, многие операторы выделяют два и более временных слота для вызовов CSD.

До появления CSD передача данных в мобильных телефонах выполнялась за счет использования модема, либо встроенного в телефон, либо

присоединенного к нему. Из-за ограничений по качеству аудио сигнала, такие системы имели максимальную скорость передачи данных равную 2,4 кбит/с. С появлением цифровой передачи данных в GSM, CSD предоставил практически прямой доступ к цифровому сигналу, позволяя достичь более высоких скоростей. В тоже время, использование в GSM сжатия звука, ориентированного на речь, фактически означает, что скорость передачи данных с использованием обычного модема, подсоединенного к телефону, будет даже ниже, чем в традиционных аналоговых системах.

CSD-вызов работает очень похоже на обычный голосовой вызов в GSM сетях. Выделяется единый временной интервал между телефоном и базовой станцией. Выделенный «подвременной интервал» (16 кбит/с) устанавливается между базовой станцией и транскодером, и, наконец, другой временной слот (64 кбит/с) выделяется для передачи данных между транскодером и центром коммутации: Mobile Switching Centre (MSC).

HSCSD (High Speed Circuit Switched Data - высокоскоростная передача данных по сетям с коммутацией каналов) - многоканальная платформа для передачи данных в сетях GSM. Она преодолевает ограничения беспроводных сетей связи по скорости, позволяя абонентам GSM передавать данные со скоростями сравнимыми и даже превышающими скорости передачи в проводных сетях. При использовании технологии HSCSD максимальная скорость может составить 57.6 кбит/с. HSCSD специально разработана для развития существующей инфраструктуры GSM путем модернизации программного обеспечения, поэтому внедрение этого решения производится быстро и экономично.

Для конечных пользователей HSCSD открывает возможность использования целого ряда новых приложений беспроводной связи. HSCSD позволяет просматривать с мобильного терминала WEB-страницы с более насыщенным графическим содержанием. Кроме того, пользователи получают возможность высокоскоростного доступа к ЛВС и корпоративным сетям.

HSCSD позволяет даже организовать дистанционное видеонаблюдение в тех местах, где прокладка кабеля нецелесообразна или невозможна. Необходимо упомянуть и возможность организации видеоконференций по беспроводному интерфейсу.

HSPA (High-Speed Packet Access — высокоскоростная пакетная передача данных) — технология беспроводной широкополосной радиосвязи, использующая пакетную передачу данных и являющаяся надстройкой к мобильным сетям WCDMA/UMTS.

Технология базируется на двух предшествующих стандартах:

- [HSDPA](#) — High-Speed Downlink Packet Access;
- [HSUPA](#) — High-Speed Uplink Packet Access.

В настоящий момент, по подсчетам Ericsson, в мире развернуто 128 сетей HSPA, а на рынке доступно 300 устройств с поддержкой данной технологии.

2.5. Классификация операторов мобильной связи по применяемому ими стандарту.

GSM операторы

ЗАО "Киевстар Дж.Эс.Эм"

Предоставляет услуги мобильной связи с 1997 года.

"Киевстар", "Ace&Base", "DJUICE", Мобилыч



Интернет-сайты:

[Контракт и припейд](#)

[Виртуальный оператор Djuice](#)

Телефон: 8 (044) 466 0 466, для абонентов - 466

Абонентская база: **21 954 029**

(по состоянию на 30.11.2009)

Руководство: Игорь Литовченко

[Смотреть график прироста абонентов](#)

ЗАО "Украинская Мобильная Связь"

Первый мобильный оператор в Украине

МТС, "Джинс", "Екотел"



Интернет-сайты:

[Контрактное подключение](#)

[Виртуальный оператор JEANS*](#)

[Виртуальный оператор Екотел](#)



Телефон: 8 800 500 0 500, 111. Для абонентов Екотел - 211 с мобильного или 8-044-240-2-211 с любого телефона



Абонентская база: **17 604 226**

(по состоянию на 30.11.2009)

Руководство: Андрей Дубовсков

[Смотреть график прироста абонентов](#)



ООО "Астелит"

"life:)"

Интернет-сайты:
[Контракт и припейд](#)

Телефон: 8 800 50 54330, для абонентов - 5433

Абонентская база: **11 986 000**
(по состоянию на 30.11.2009)
Руководство: Тансу Еэн

[Смотреть график прироста абонентов](#)

ЗАО "Украинские радиосистемы"

"Beeline"



Интернет-сайты:
[Контракт и припейд](#)

Телефон: 0611 внутри сети

Абонентская база: **2 017 930**
(по состоянию на 30.11.2009)
Руководство: Андрей Милиневский

[Смотреть график прироста абонентов](#)

«TravelSiM»
«TravelSiM» - выгодный роуминг, который работает в 167 странах мира и позволяет принимать бесплатные входящие в 62 странах. В Украине услуга представлена с ноября 2005 года.
«TravelSiM»



Интернет-сайты:

Телефон: (044)223-8008, (098)800-1001, (093)800-1001,
(050)800-1001

Абонентская база: **900 000**
(по состоянию на 20.05.2009)

[Смотреть график прироста абонентов](#)

ООО "Голден Телеком"

"Голден Телеком", "UNI"



Интернет-сайты:

[Контрактное подключение](#)

[Припейд](#)

Телефон: 8 (044) 490 5000, внутри сети - 111

Абонентская база: **26 000**

(по состоянию на 28.02.2009)

Руководство: Андрей Дронюк

[Смотреть график прироста абонентов](#)

ООО "Гудлайн"

Первая в Украине телекоммуникационная компания, предоставляющая абонентам мобильной связи услуги дешевого роуминга за рубежом. Дата основания: 24 мая 2004 года "Гудлайн"

Интернет-сайты:

[Сайт компании](#)



Телефон: 8 (044) 520 24 79, 8 (044) 257 30 42

Абонентская база: **25 000**

(по состоянию на 02.09.2008)

Руководство: Олег Мойсюк

[Смотреть график прироста абонентов](#)

CDMA операторы

ЗАО "Телесистемы Украины"

Первый 3G-оператор в Украине

"PEOPLEnet"



Интернет-сайты:

[Контракт и припейд](#)

Телефон: 8 800 30-303-30, 111- внутри сети

Абонентская база: **399 001**
(по состоянию на 30.11.2009)
Руководство: Цвика Пакула

[Смотреть график прироста абонентов](#)

Укртелеком
Оператор запущен в коммерческую эксплуатацию с 1.11.2007
Утел



Интернет-сайты:

Телефон: (044) 234 12 14



Абонентская база: **384 360**
(по состоянию на 30.11.2009)

Руководство: Председатель правления ОАО "Укртелеком"
Георгий Дзекон

[Смотреть график прироста абонентов](#)

ООО "Интертелеком"
Первый оператор стандарта CDMA в Украине
"Интертелеком"

Интернет-сайты:

[Контракт и припейд](#)



Телефон: 8 800 50 50 750, внутри сети - * 750

Абонентская база: **353 274**
(по состоянию на 30.11.2009)
Руководство: Борис Акулов

[Смотреть график прироста абонентов](#)

СП ООО "Интернешенел Телекомьюникейшн Компани"



“CDMA Украина”

Интернет-сайты:

[Контрактное подключение](#)

Телефон: 8 044 451 6040

Абонентская база: **314 995**
(по состоянию на 30.11.2009)
Руководство: Логвин Андрей

[Смотреть график прироста абонентов](#)

ООО «ТК «Велтон.Телеком»
ООО «ТК «Велтон.Телеком» является одной из первых негосударственных телекоммуникационных компаний в Украине, которая существует на рынке телекоммуникаций с 1993 г.
«Велтон.Телеком»



Интернет-сайты:
[Контрактное подключение](#)

Телефон: 8 044 599 10 20

Абонентская база: **118 745**
(по состоянию на 19.06.2008)
Руководство: Сергей Шибанов

[Смотреть график прироста абонентов](#)

"CST-Invest"
CST-Invest был основан в 1994 году. Начиная с 1998г. интересы нашей компании были направлены к украинскому рынку сотовой связи. Это было начало деятельности CST-Invest в сфере телекоммуникаций.
"NewTone"



Интернет-сайты:
[Контрактное подключение](#)

Телефон: 788-2222 (Днепропетровск), 401-1111 (Кривой Рог)

Абонентская база: **24 285**
(по состоянию на 25.12.2007)

[Смотреть график прироста абонентов](#)

Спутниковые операторы

ООО "ПАН - Телеком"

Компания Турая - это региональная система, которая предоставляет услуги мобильной спутниковой связи в 99 странах мира
"Турая Украина"



Интернет-сайты:

[Контракт и припейд](#)

Телефон: 8 044 255 16 55, в спутниковом режиме - 100

Абонентская база: **1 000**

(по состоянию на 01.02.2007)

Руководство: Максим Безбородов

[Смотреть график прироста абонентов](#)

ООО "ПАН - Телеком"

Система Иридиум - это беспроводная сеть персональной мобильной связи, работающая на низкоорбитальных спутниках и разработанная для предоставления набора стандартных телефонных услуг - голосовая связь, передача факсимильных сообщений, данных и пейджинга - "Iridium-Ukraine"



Интернет-сайты:

[Контрактное подключение](#)

Телефон: 80 44 255 16 55

Абонентская база: **100**

(по состоянию на 01.02.2007)

Руководство: Максим Безбородов

[Смотреть график прироста абонентов](#)

3. Мобильный Интернет.

Мобильный Интернет - технология беспроводного доступа в Интернет на основе протокола WAP. Транспорт для передачи запросов в сетях мобильной связи является служба пакетной передачи данных GPRS или CSD.

3.1. Circuit Switched Data (CSD) — технология передачи [данных](#), разработанная для [мобильных телефонов](#) стандарта [GSM](#). CSD использует один временной интервал для передачи данных на скорости 9,6 кбит/с в подсистему сети и коммутации (Network and Switching Subsystem [NSS](#)), где они могут быть переданы через эквивалент нормальной [модемной](#) связи в телефонную сеть.

На момент [2006 года](#), многие GSM-операторы предоставляют услугу CSD. Поскольку максимальная скорость передачи данных для единичного временного интервала составляет 9,6 кбит/с, многие операторы выделяют два и более временных слота для вызовов CSD.

До появления CSD, передача данных в мобильных телефонах выполнялась за счёт использования [модема](#), либо встроенного в телефон, либо присоединённого к нему. Из-за ограничений по качеству аудио сигнала, такие системы имели максимальную скорость передачи данных равную 2,4 кбит/с. С появлением цифровой передачи данных в GSM, CSD предоставил практически прямой доступ к цифровому сигналу, позволяя достичь более высоких скоростей. В то же время, использование в GSM сжатия звука, ориентированного на речь, фактически означает, что скорость передачи данных с использованием обычного модема, подсоединённого к телефону, будет даже ниже, чем в традиционных [аналоговых системах](#).

CSD-вызов работает очень похоже на обычный голосовой вызов в GSM сетях. Выделяется единичный временной интервал между [телефоном](#) и [базовой станцией](#). Выделенный «подвременной интервал» (16 кбит/с) устанавливается между базовой станцией и [транскодером](#), и, наконец, другой временной слот (64 кбит/с) выделяется для передачи данных между транскодером и центром коммутации: [Mobile Switching Centre \(MSC\)](#).

В MSC возможно преобразование сигнала в аналоговую форму и кодирование его с помощью [PCM](#). Также возможно использование цифрового сигнала по стандарту [ISDN](#) и передача его на [сервер удалённого доступа](#).

Передача данных в сети GSM была улучшена с момента появления CSD.

[High-Speed Circuit-Switched Data \(HSCSD\)](#) — система, основанная на тех же принципах, что и *CSD*, но разработанная для предоставления более скоростной связи. С другой стороны, [General Packet Radio Service \(GPRS\)](#) предоставляет пакетную передачу данных непосредственно с мобильного

телефона. Наконец, [Enhanced Data Rates for GSM Evolution](#) (EDGE) и [Universal Mobile Telecommunications System](#) (UMTS) предоставляют улучшенные радио-интерфейсы с более высокими скоростями передачи данных, но по-прежнему совместимые со стандартом GSM.

3.2. GPRS ([англ. General Packet Radio Service](#) — пакетная радиосвязь общего пользования) — надстройка над технологией мобильной связи [GSM](#), осуществляющая пакетную [передачу данных](#). GPRS позволяет пользователю сети [сотовой связи](#) производить обмен данными с другими устройствами в сети GSM и с внешними сетями, в том числе [Интернет](#). GPRS предполагает тарификацию как по объёму переданной/полученной информации, так и по времени, проведённому [онлайн](#).

Архитектура

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 Transceiver 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).

Принцип работы

При использовании GPRS информация собирается в пакеты и передаётся через неиспользуемые в данный момент голосовые каналы, такая технология предполагает более эффективное использование ресурсов сети GSM. При этом, что является приоритетом 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/с. 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 кбит/с 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 8) 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 радиоэффиру, 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.

Интеграция с Интернетом

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 [Интернетом](#) 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 Интернете ([TCP](#), [UDP](#), [HTTP](#), [HTTPS](#), [SSL](#), [POP3](#), [XMPP](#) и др.). Также при использовании GPRS мобильный телефон выступает как клиент внешней сети, и ему присваивается [IP-адрес](#) (постоянный или динамический).

Применение

- Мобильный доступ в Интернет с приемлемой скоростью передачи данных, быстрым соединением и тарификацией по количеству переданных/полученных данных.
- Мобильный и безопасный доступ сотрудников к корпоративным сетям, удалённым [базам данных](#), почтовым и информационным серверам предприятий.
- [Телеметрия](#). Устройство может оставаться в подключённом состоянии, не занимая при этом отдельный канал. Такая услуга востребована службами охраны (сигнализация), банками и платёжными системами (установка [банкоматов](#), терминалов оплаты услуг), в промышленности (датчики и счётчики различного рода, например по ходу нефте- и газопроводов).
- [GPS-мониторинг транспорта](#)

3.3. 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.

Основные данные

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/с 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 [программное обеспечение](#). Также требуются телефоны, обеспечивающие аппаратную и программную поддержку модуляции и кодовых схем, используемых в EDGE.

С точки зрения пользователя, EDGE позволяет пользоваться достаточно быстрым [интернет](#)-доступом даже в местах, где прокладка фиксированной линии связи невозможна или нецелесообразна по экономическим причинам. Многие пользователи обеспечивают свои [портативные компьютеры](#) Интернетом при помощи EDGE.

EGPRS модуляция и схемы кодирования (MCS)

Coding and modulation Скорость [Модуляция](#)
схема кодирования (MCS) (kbit/s/slot)

| | | |
|-------|------|-------|
| MCS-1 | 8.8 | GMSK |
| MCS-2 | 11.2 | GMSK |
| MCS-3 | 14.8 | GMSK |
| MCS-4 | 17.6 | GMSK |
| MCS-5 | 22.4 | 8-PSK |
| MCS-6 | 29.6 | 8-PSK |
| MCS-7 | 44.8 | 8-PSK |
| MCS-8 | 54.4 | 8-PSK |
| MCS-9 | 59.2 | 8-PSK |

Статус принадлежности EDGE к сетям 2G или 3G зависит от конкретной реализации. В то время как EDGE-телефоны [класса 3](#) и ниже не соответствуют 3G, телефоны [класса 4](#) и выше теоретически могут обеспечить более высокую пропускную способность, чем другие технологии, заявленные как 3G (например, [1xRTT](#)). Телефоны с максимальной пропускной способностью на приём 236,8 кбит/с в [классе 10](#), EDGE соответствует как 2G-, так и 3G-спецификациям