Самарский приборостроительный техникум

Лаборатория «Бытовая радиоэлектронная аппаратура»

Научно-приктическая конференция

**Реферат**

на тему: «Сотовая связь»

Работу выполнил

Студент гр.-Р51 Рогалев А.В.

Руководитель Елагин Ю.В.

Самара 2004г.

**Оглавление**

**1 Общие принципы**

1.1 История развития сотовой связи

1.2 Системы подвижной радиосвязи в России

1.2.1 Развитие систем сотовой радиосвязи

1.2.2 Системы персонального радиовызова

1.2.3 Развитие систем персональной спутниковой связи

1.3 Принципы функционирования систем сотовой связи

1.3.1 Классификация систем мобильной связи

1.3.2 Деление обслуживаемой территории на соты

1.3.3 Повторное использование частот

**2 Система стандарта GSM**

2.1 Общие характеристики

**3 Функциональные возможности телефонов**

3.1 Технология доступа WAP

3.2 Служба коротких сообщений SMS

3.3 Современные дисплеи сотовых телефонов

**4 Служба безопасности**

4.1 Защита и безопасность информации

5 **Оплата услуг. Тарифы планы «Где дешевле?»**

**6 Аксессуары для сотовых телефонов**

6.1 Системы hands free

6.2 Источники питания

6.3 Выносные антенны

Приложение

Используемая литература

***1 Общие принципы сотовой связи***

**1.1 История развития сотовой связи**

Первая система радиотелефонной связи, предлагавшая услуги всем желающим, начала функционировать в 1946 году в г. Сент-Луис (США). Радиотелефоны, применявшиеся в этой системе, использовали обычные фиксированные кана­лы. Если канал связи был занят, то абонент вручную переключался на другой -свободный. Аппаратура была громоздкой и неудобной в использовании.

С развитием техники системы радиотелефонной связи совершенствовались: уменьшались габариты устройств, осваивались новые частотные диапазоны, улуч­шалось базовое и коммутационное оборудование, в частности, появилась функ­ция автоматического выбора свободного канала — транкинг *(trunking).* Но при огромной потребности в услугах радиотелефонной связи возникали и проблемы. Главная из них — ограниченность частотного ресурса: количество фиксирован­ных частот в определенном частотном диапазоне не может увеличиваться бес­конечно, поэтому радиотелефоны с близкими по частоте рабочими каналами создают взаимные помехи. Ученые и инженеры разных стран пытались решить эту проблему. И вот в сере­дине 1940-х годов исследовательский центр Bell Laboratories американской ком­пании AT&T предложил идею разбиения всей обслуживаемой территории на небольшие участки, которые стали называться *сотами* (от англ, *cell —* ячейка, сота). Каждая сота должна была обслуживаться передатчиком с ограниченным радиусом действия и фиксированной частотой. Это позволило бы без взаимных помех использовать ту же самую частоту повторно в другой соте.

Но прошло более тридцати лет, прежде чем такой принцип организации связи был реализован на аппаратном уровне. Причем все эти годы разработка систем сотовой связи велась в различных странах мира не по одним и тем же направлениям.

Аналоговыми эти системы на­зываются потому, что в них используется аналоговый способ передачи инфор­мации с помощью обычной частотной (ЧМ) или фазовой (ФМ) модуляции, как и в обычных радиостанциях. Этот способ имеет два серьезных недостатка: су­ществует возможность прослушивания разговоров другими абонентами, отсут­ствуют эффективные методы борьбы с замираниями сигналов под влиянием окружающего ландшафта и зданий или вследствие передвижения абонентов.

Использование различных стандартов сотовой связи и большая перегружен­ность выделенных частотных диапазонов стали препятствовать ее широкому применению. Ведь иногда по одному и тому же телефону из-за взаимных помех не могли разговаривать даже абоненты, находящиеся в двух соседних стра­нах (особенно в Европе).

Увеличить количество абонентов можно было лишь двумя способами: расши­рив частотный диапазон (как это было сделано в Великобритании — ETACS) или перейдя к рациональному частотному планированию, позволяющему гораздо чаще использовать одни и те же частоты.

Использование новейших технологий и научных открытий в области связи и обработки сигналов позволило к концу 1980-х годов подойти к новому этапу развития систем сотовой связи — созданию систем второго поколения, осно­ванных на цифровых методах обработки сигналов. С целью разработки единого европейского стандарта цифровой сотовой связи для выделенного в этих целях диапазона 900 МГц в 1982 г. Европейская конференция администраций почт и электросвязи *(СЕРТ)* — организация, объединяющая адми­нистрации связи 26-ти стран, — создала специальную группу *Groupe Special Mobile.* Аббревиатура GSM и дала название новому стандарту (позднее, в связи с широким распространением этого стандарта во всем мире, GSM стали расшифровывать как *Global System for Mobile Communications).* Результатом работы этой группы стали опуб­ликованные в 1990 году требования к системе сотовой связи стандарта GSM, в ко­тором используются самые современные разработки ведущих научно-технических центров. К ним, в частности, относятся: временное разделение каналов, шифрова­ние сообщений и защита данных абонента, использование блочного и сверточного кодирования, новый вид модуляции — OMSK *(Gaussian Minimum Shift Keying).*

В 1989 г., за год до появления технического обоснования GSM, британский Де­партамент торговли и промышленности DTI *(Department of Trade and Industry)* опубликовал концепцию «Подвижные телефоны», которая после внесения до­полнений и изменений получила название «Сети персональной связи» — PCN *(Personal Communication Networks).* Целью реализации концепции было создание конкуренции между основными участниками рынка подвижной радиосвязи, чтобы к 2000 году их абонентами стало около 15% населения страны.

Не отставала от Европы и Америка, провозгласившая свою концепцию «Услуги персональной связи» — PCS *(Personal Communication Services).* Ее целью был 50%-ный охват населения страны к 2000 г. Для реализации этой концепции Федераль­ная комиссия связи США выделила три частотных участка в диапазоне 1,9—2,0 ГГц (широкополосные PCS) и один участок в диапазоне 900 МГц (узкополосные PCS).

В 1990 г. американская Промышленная ассоциация в области связи TIA *(Telecommunications Industry Association)* утвердила национальный стандарт IS-54 цифровой сотовой связи. Этот стандарт стал более известен под аббревиатурой D-AMPS или ADC. В отличие от Европы, в США не были выделены новые час­тотные диапазоны, поэтому система должна была работать в полосе частот, об­щей с аналоговым стандартом AMPS. Одновременно с этим американская компания Qimlcomm начала активную разра­ботку нового стандарта сотовой связи, основанного на технологии шумоподобных сигналов и кодовом разделении каналов, — CDMA *(Code Division Multiple Access).*

В 1991 г. в Европе появился стандарт DCS-1800 *(Digital Cellular System* 1800 МГц), созданный на базе стандарта GSM. Великобритания сразу же приняла его в ка­честве основы для разработки упоминавшейся выше концепции PCN, что стало началом победоносного шествия этого стандарта по континентам земного шара.

В развитии сотовой связи от Европы и США не отставала и Япония. В этой стране был разработан собственный стандарт сотовой связи JDC *(Japanese Digital Cellular),* близкий по своим показателям к американскому стандарту D-AMPS. Стандарт JDC был утвержден в 1991 г. Министерством почт и связи Японии.

В 1992 г. в Германии вступила в коммерческую эксплуатацию первая система сотовой связи стандарта GSM.

В 1993 г. в США после ряда успешных испытаний Промышленная ассоциация в области связи TIA приняла стандарт CDMA как внутренний стандарт цифровой сотовой связи, назвав его IS-95. В сентябре 1995 г. в Гонконге была начата ком­мерческая эксплуатация первой сети стандарта IS-95.

В 1993 г. в Великобритании вступила в эксплуатацию первая сеть DCS-1800 Опе-2-Опе, которая насчитывает уже более 500 тыс. абонентов.

Что такое сотовая связь, Россия узнала лишь на закате перестройки. В Санкт-Петербурге, а затем и в Москве появились системы стандарта NMT-450J (моди­фицированная версия стандарта NMT-450). А принятие в 1994г. концепции раз­вития сетей сухопутной подвижной связи стало мощным катализатором дальнейшего развития сотовой связи в национальном масштабе. И если с вне­дрением стандартов NMT и AM PS наша страна отстала лет на десять, то провоз­глашение стандарта GSM в качестве одного из двух федеральных стандартов (NMT и GSM) сократило этот временной разрыв примерно до трех лет.

Четкая ориентация на прогрессивные мировые технологии дает возможность России не отставать от ведущих стран мира в развитии современных систем под­вижной радиосвязи. Не отстает Россия и в области внедрения прогрессивного стандарта CDMA. Условия развития сетей CDMA в России определены прика­зом Министерства связи РФ № 18 от 24 февраля 1996 г., где указано, что сети CDMA ориентированы на предоставление услуг стационарным абонентам. Но допускается возможность их применения из соты в соту, то есть обеспечивается ограниченная подвижность абонентов. Первая сеть стандарта CDMA начала функционировать в Челябинске, планируется внедрение сетей CDMA в Москве и Санкт-Петербурге.

Дальнейшее развитие сотовой подвижной связи осуществляется в рамках созда­ния проектов систем третьего поколения, которые будут отличаться унифицированной системой радиодоступа, объединяющей существующие сотовые и «бес­шнуровые» системы с информационными службами XXI в. Они будут иметь ар­хитектуру единой сети и предоставлять связь абонентам в различных условиях, включая движущийся транспорт, жилые помещения, офисы и т. д. В Европе та­кая концепция, получившая название UMTS (универсальная система подвиж­ной связи), предусматривает объединение функциональных возможностей су­ществующих цифровых систем связи в единую систему третьего поколения FPLMTS *(Future Public Land Mobile Telecommunications System),* которая должна стать результатом интеграции систем беспроводного доступа и наземной сото­вой связи с предоставлением абонентам стандартизованных услуг подвижной связи. Работы по созданию международной системы подвижной связи общего пользования FPLMTS ведутся Международным союзом электросвязи. Для нее был определен диапазон частот 1 —3 ГГц, в котором будут выделены полосы ши­риной 60 МГц для стационарных станций и 170 МГц — для подвижных станций. Однако вскоре стало ясно, что, несмотря на широкомасштабное внедрение сис­тем наземной связи и применение роуминга, огромная часть территории земно­го шара, включая мировые океаны, оказывается недосягаемой для FPLMTS. Очевидно, что глобальный охват возможен только с помощью спутников связи, а следовательно, при разработке единого стандарта, обеспечивающего глобаль­ную связь, никак не обойтись без спутниковых технологий. Поэтому требова­ния к единой системе мобильной связи были сформулированы в рамках новой программы IMT-2000 *(International Mobile Telecommunications).*

В новом названии уже отсутствует термин «Land» (сухопутные), но есть цифра 2000, которая указывает и предполагаемый срок принятия стандарта, и значе­ние частоты (2000 МГц), в области которой намечено выделить частотные ре­сурсы для наземных и спутниковых систем связи. Структура радиоинтерфейсов для IMT-2000 представлена на рис. 2.2.

Принципиальное отличие технологии 3-го поколения от предыдущих — воз­можность обеспечить весь спектр современных услуг (передачу речи, работу в режиме коммутации каналов и коммутации пакетов, взаимодействие с прило­жениями Internet, симметричную и асимметричную передачу информации с высоким качеством связи) и в то же время гарантировать совместимость с су­ществующими системами.

Услуги, которые оказывают системы 3-го поколения, принято делить на две группы:

 -Не мультимедийные (узкополосная передача речи, низкоскоростная переда­ча данных, трафик сетей с коммутацией)

- Мультимедийные (асимметричные и интерактивные).

Новым качеством этих систем является также то, что они позволяют компани­ям-операторам самостоятельно разрабатывать приложения, функции и услуги, ориентируясь на требования конкретного региона и корректировать рост спро­са на определенные услуги.

Изучение тенденций развития мультимедийной подвижной связи позволяет прогнозировать значительное увеличение числа ее пользователей. По данным прогнозов, из 200 млн. абонентов в Европе доля потребителей услуг систем свя­зи 3-го поколения в 2005 году составит 16%. Что же касается объема мультиме­дийного трафика, то уже в 2005 г. он превысит 60%, при условии что тарифы будут расти существенно медленнее, чем трафик.

Последние достижения в области видеоконференц-связи позволяют утверждать, что она получит широкое распространение в системах 3-го поколения. До не­давнего времени этот вид услуг был характерен в основном для сетей ISDN, обес­печивающих скорость передачи 144 Кбит/с (BRI) или до 384 Кбит/с (с исполь­зованием трех базовых каналов BRI).

Стремительный рост популярности Internet и бурное развитие мобильной связи позволяют говорить о перспективе слияния этих двух технологий. Сегодня спрос на видеоконферец-связь начинает расти. Несмотря на ряд проблем, связанных с реализацией высокоскоростного доступа к Internet с мобильного терминала, можно предположить, что со временем данная услуга станет одной из основных.

Анализ тенденций распределения трафика по регионам, проделанный Между­народным союзом электросвязи (МСЭ), показывает, что наибольший рост объема услуг спутниковых систем 3-го поколения ожидается в Северной и Южной Аме­рике, Японии и Азии.

Что же касается Европы, то здесь увеличение объема услуг спутниковой связи невелико по причине достижения хорошего покрытия наземными сетями сото­вой связи, которые уже «опутали» практически всю Европу.

Услуги систем 3-го поколения включают в себя сервис, предоставляемый техно­логией виртуальной домашней среды VHE (*Virtual Home Environment),* основная идея которой состоит в переносе индивидуального набора услуг через границы сетей с одного сетевого терминала на другой. Совсем недавно эти услуги могли обеспечить только технологии фиксированной связи. Пользователь систем 3-го поколения получает те же самые возможности, интерфейс и услуги независимо от того, какой сетью он пользуется в данный момент. Благодаря IMT-2000 ста­нет возможной передача видеоизображений и мультимедийных данных в режи­ме реального времени, что позволит создать эффект присутствия у абонента, находящегося на значительном удалении от места событий.

Прогнозы показывают, что определяющей тенденцией начавшегося процесса конвергенции услуг фиксированной и мобильной связи станет слияние мобиль­ной связи с другими технологиями. Сотовые телефоны с «электронным компа­сом» для определения местоположения (GPS) вскоре станут незаменимыми по­мощниками автомобилистов и путешественников. Но наибольших успехов следует ожидать в области электронной коммерции. Будет значительно расши­рен объем банковских услуг, получаемых непосредственно с помощью мобиль­ного телефона. В их число войдут платные информационно-справочные услуги, различные виды электронных платежей (оплата авиабилетов, парковок) и бан­ковских операций с портативных или мобильных сотовых телефонов, что пре­вратит их фактически в «карманные банкоматы».

Исходя из 10-летнего цикла смены поколений средств связи, аналитики счита­ют, что внедрение систем IMT-2000 начнется с 2002 г. И если от систем 2-го по­коления потребитель ждал лишь обеспечения массового доступа к услугам рече­вой связи и низкоскоростной передачи данных, то требования к новейшему оборудованию — совсем иные. Главными из них, по мнению МСЭ, являются универсальность устройств, предназначенных для наземных и спутниковых си­стем (обеспечивается «единый» доступ к ним в пределах земного шара), возмож­ность конвергенции сервисов разных систем и сетей, а также предоставление услуг мультимедиа в рамках глобальной информационной инфраструктуры. Небольшие абонентские терминалы 3-го поколения должны не только поддер­живать высокое качество передачи речи, но и уметь работать с асимметричными потоками данных в линиях «вверх» и «вниз». Принципиально новым шагом в развитии систем сотовой подвижной связи ста­ли одобренные Международной организацией стандартов (ISO) концепция ин­теллектуальных сетей связи и модели открытых систем (OSI). Концепция пост­роения интеллектуальной сети используется сегодня для создания всех перспективных цифровых сотовых сетей с микро- и макросотами. Она предус­матривает объединение систем сотовой подвижной связи, систем радиовызова и персональной связи при условиях оперативного предоставления абонентам каналов связи и развития услуг. Модели OSI интерпретируют процесс передачи сообщений как взаимодействие функциональных взаимосвязанных уровней, каждый из которых имеет встроенный интерфейс на смежном уровне.

Сегодня для большинства операторов сетей подвижной связи переход на техно­логии 3-го поколения — наиболее актуальная проблема. Динамичный рост або­нентской базы этих сетей уже сегодня привел к такому объему трафика, с кото­рым трудно справиться системам 2-го поколения (рис. 2.3).

Учитывая это, следует признать, что сети 3-го поколения, использующие допол­нительные радиочастотные ресурсы и базирующиеся на эффективной техноло­гии CDMA, представляют едва ли не единственную возможность поддержки трафика сегодня и в будущем.

А что же будет в ближайшем будущем с одним из наших федеральных стандар­тов — NMT-450? Сейчас уже не надо никого убеждать в, мягко говоря, не ра­дужных перспективах сетей, основанных на этом стандарте.

Идет ли речь об их технических характеристиках, о возможности реализации в них функций мобильной связи 3-го поколения, о доле пользователей трубок NMT-450, итоги каждый раз оказываются неутешительными.

Еще пару лет назад название GSM-400 у многих могло вызвать только удивле­ние. На фоне все более активного проникновения мобильной связи в гигагер­цовый диапазон намерение задействовать частоты вблизи 400 МГц выглядело абсурдом. О «низкочастотной» версии GSM всерьез заговорили с весны 1999 года, после того как фирмы Ericsson и Nokia, два крупнейших производителя обору­дования стандарта NMT, объявили о поддержке деятельности института ETSI по принятию глобального стандарта на использование в сетях GSM 400-мега-герцового диапазона. Первоначально для будущего стандарта было выбрано на­звание GSM-450, недвусмысленно указывавшее на целевое назначение новой разработки; переименование в GSM-400 состоялось осенью 1999 г. Специфика­ции на сети нового типа опубликованы в техническом документе GSM-99, вы­пущенном ETSI.

Приведем основные этапы бурного развития сотовых систем связи:

- 1974 г. — начало разработки сотовых сетей подвижной связи общего пользо­вания (США);

- 1979 г. — создание системы сотовой подвижной связи стандарта AMPS (США);

- 1981 г. — начало внедрения сотовых систем связи стандарта NMT-450 в скан­динавских странах (Дания, Швеция, Финляндия, Норвегия);

- 1982 г. — начало разработки системы сотовой подвижной связи стандарта GSM(ETSI);

- 1985 г. — начало исследований в МСЭ по созданию единой системы подвиж­ной связи третьего поколения IMT-2000;

- 1989 г. — разработка фирмой Qualcomm (США) первой сотовой системы свя­зи, использующей технологию CDMA;

- 1990 г. — начало работ по созданию европейской универсальной системы под­вижной связи UMTS (ETSI);

- 1991 г. — начало внедрения сотовых сетей подвижной связи в России. В Ев­ропе ведутся работы по созданию стандарта DCS-1800, на базе стандарта GSM;

- 1992 г. — начало внедрения сетей GSM (Финляндия, Германия). Выделение на всемирной основе полос частот в диапазоне 2 ГГц для создания систем подвижной связи третьего поколения;

- 1993 г. — в США стандарт CDMA принят как внутренний стандарт цифро­вой сотовой связи, его назвали IS-95. В Великобритании вступила в эксплу­атацию первая сеть DCS-1800;

- 1994 г. — разработан стандарт D-AMPS (США). Разработан европейский проект системы третьего поколения CODIT на основе технологии CDMA (ETSI);

- 1996 г. — в России определены условия развития сетей на основе технологии CDMA;

- 1999 г. — в Финляндии выданы первые лицензии на создание наземных се­тей UMTS;

- 2002 г. — введены в эксплуатацию первые коммерческие сети третьего поко­ления IMT-2000 (Корея, Япония, Италия и др.).

**1.2 Системы подвижной радиосвязи в России**

Рынок подвижной радиосвязи стремительно развивается во всем мире. Глобаль­ной стратегией совершенствования мобильной радиосвязи является внедрение единых международных стандартов и создание на их основе региональных, федеральных, международных сетей общего пользования.

В настоящее время господствующее положение на рынке подвижной радиосвя­зи занимают:

- Системы персонального радиовызова, или пейджинговые системы *(Paging Systems)*

- Системы сотовой радиосвязи *(Cellular Radio Systems)*

- Системы персональной спутниковой связи *(Satellite Radio Systems).*

**1.2.1 Развитие систем сотовой радиосвязи**

В настоящее время в России используются пять основных стандартов систем сотовой радиосвязи:

- Аналоговые стандарты (NMT-450 и AMPS)

- Цифровые стандарты (GSM, D-AMPS и CDMA).

Эти стандарты нашли широкое применение во многих странах мира, особенно в европейских.

Первые системы сотовой радиосвязи были открыты в Санкт-Петербурге и Мос­кве в 1991 г. В них использовался аналоговый стандарт NMT-450. С апреля 1995 г. в некоторых сетях сотовой связи применяется код идентификации пользовате­ля (SIS), который позволяет точно определить номер радиотелефона пользова­теля и исключить несанкционированное подключение к системе.

В июне 1994 г. в нашей стране началась коммерческая эксплуатация сотовых се­тей связи на основе аналогового стандарта AMPS, который обеспечивает роу-минг с другими сетями этого стандарта.

В январе 1996 г. в России началась коммерческая эксплуатация сети сотовой связи, использующей цифровой стандарт GSM. Впервые был обеспечен автоматический роумингабонентов России со многими странами Европы. В настоящее время идет работа по созданию федеральной сети связи на основе стандарта GSM и ее интегра­ции с глобальной сетью, охватывающей Европу, Азию, Австралию и часть Африки.

В феврале 1996 г. Министерство связи РФ дало разрешение на применение циф­ровых стандартов D-AMPS и CDMA. Наиболее перспективным является стан­дарт CDMA, который основан на технологии шумоподобных сигналов с кодовым разделением каналов. Он предполагает увеличение количества абонентов в 10 раз по сравнению с аналоговым стандартом AMPS и в 3 раза — с цифровым стандар­том D-AMPS. Первая сеть сотовой радиосвязи на основе стандарта CDMA созда­на в Челябинске. Внедрение таких сетей планируется и в других городах России.

**1.2.2 Системы персонального радиовызова**

Начало внедрения систем персонального радиовызова в нашей стране относит­ся к 1980 г., когда в Москве в период летних Олимпийских стала использоваться первая пейджинговая сеть игр на основе оборудования фирмы Multi-Tone (Ве­ликобритания).

Второй этап развития этих систем в России начался осенью 1993 г. Тогда прак­тически одновременно в нескольких больших городах были созданы пейджин-говые компании. В качестве абонентского оборудования они использовали англоязычные пейджеры. С 1994 г. в пейджинговых сетях стали применять руси­фицированные пейджеры. В большинстве российских пейджинговых систем используется международный стандарт POGSAC. Отдельное направление раз­вития систем персонального радиовызова связано с уплотнением сигналов в УКВ-диапазоне радиовещания на основе пейджингового стандарта RDS.

В настоящее время в России рассматриваются возможности построения систем персонального радиовызова на основе общеевропейского пейджингового стандарта ERMES. В октябре 1995 г. подписано первое международное соглаше­ние о роуминге для абонентов сетей стандарта ERMES между операторами Рос­сии и европейских стран.

В это же время в некоторых пейджинговых сетях внедряется высокоскоростной стандарт FLEX, который позволяет значительно увеличить количество одновре­менно обслуживаемых абонентов. Применение стандартов ERMES и FLEX по­зволяет создавать не только региональные, но и федеральные сети, в которых осуществляется национальный и международный роуминг.

**1.2.3 Развитие систем персональной спутниковой связи**

В последние годы в России все более актуальным становится вопрос о системах глобальной персональной радиосвязи на основе применения спутников Земли. Внедрение этих систем и их интеграция с наземными сетями подвижной связи обеспечит досягаемость абонентов в любой точке земного шара путем простого набора телефонного номера.

Для удовлетворения растущих потребностей российских пользователей в услу­гах спутниковой связи государственные предприятия космической отрасли и различные коммерческие организации разработали более двадцати проектов по применению существующих и созданию перспективных отечественных спутни­ковых систем: «Глобалсат», «Гонец», «Каскон», «Курьер», «Паллада», «Сигнал», «Банкир», «Ямал», «Урал» и др.

Помимо развития отечественных спутниковых систем связи предусматривается дальнейшая эксплуатация международной системы Inmarsat, так как Россия яв­ляется полноправным ее членом.

Для растущего российского рынка телекоммуникационных услуг важной зада­чей является активное использование иностранных спутниковых систем с це­лью обеспечения жизнедеятельности в отдаленных районах страны с неразви­той инфраструктурой связи.

К 2005 г. на территории России предусматривается строительство двух станций сопровождения спутниковой системы ГпсКит и девяти станций, работающих с системой Globalstar. Назначение этих систем и набор предоставляемых ими ус­луг, как и во многих отечественных системах, очень схожи. Это:

- Радиотелефонная и факсимильная связь

- Передача больших массивов данных

- Организация персонального радиовызова

- Определение местоположения (координат) абонента

- Международный роуминг

Передача всех видов информации в спутниковых системах связи ведется с вы­сокой скоростью в цифровом виде при помощи широкополосных сигналов.

**1.3 Принципы функционирования систем сотовой связи**

В системах радиальной или радиально-зоновой УКВ-связи, характерными представителями которых, в частности, являются широко известная транкинговая система «Алтай» и ее модификация («РусАлтай»), максимальная даль­ность действия зависит от мощности передатчика, чувствительности прием­ника и уровня шума и ограничивается необходимостью прямой видимости между антеннами станций. Передатчики таких (и им подобных) систем для обеспечения максимальной дальности связи имеют достаточно большую мощ­ность. Количество передатчиков, работающих в отведенной полосе частот, ог­раничено, поскольку разнос частот между соседними каналами должен состав­лять не менее 12,5 кГц (для передачи сообщений одного абонента требуется один частотный канал).

В 1970-е годы был предложен новый принцип организации связи, который по­зволил увеличить количество абонентов и повысить качество связи. Было пред­ложено разбивать обслуживаемую территорию на небольшие участки, называе­мые сотами.

**1.3.1 Классификация систем мобильной связи**

Связь — одна из наиболее динамично развивающихся отраслей инфраструкту­ры современного общества, органично связанная с его эволюцией во всемирном масштабе — от «индустриального» к «информационному». Этому способствуют постоянный рост потребительского спроса на услуги связи и информацию, а так­же достижения научно-технического прогресса в области электроники, воло­конной оптики и вычислительной техники. Анализ тенденций и мирового опыта развития электросвязи, а также результаты исследований, выполненных орга­нами Международного союза электросвязи (МСЭ), показывают, что на рубеже XX—XXI веков человечество вплотную подошло к реализации так называемых предельных задач в области развития телекоммуникаций — глобальных персо­нальных систем связи. Глобальность связи обеспечивается созданием Всемир­ной сети связи, в которую интегрируются национальные (федеральные) и вхо­дящие в них региональные и ведомственные сети связи, что позволит абоненту пользоваться различными услугами связи в любой точке земного шара. При осу­ществлении персональной связи любой абонент сможет пользоваться услугами электросвязи по своему личному номеру, который он получите момента рожде­ния и который будет зарегистрирован во Всемирной сети связи. В активно раз­рабатываемой МСЭ концепции универсальной персональной связи исключи­тельно большое место отводится сетям подвижной связи. Прежде всего, это наземные сети подвижной связи, получившие в последние десятилетия широ­кое распространение во всем мире.

В настоящее время во многих странах ведется интенсивное внедрение систем персонального радиовызова, сотовых сетей подвижной связи и систем спутни­ковой связи. Такие сети предназначены для передачи данных и обеспечения подвижных и стационарных объектов телефонной связью. Подвижными объек­тами являются либо наземные транспортные средства, либо непосредственно человек, имеющий портативную абонентскую станцию (пользовательский тер­минал). Передача данных подвижному абоненту резко расширяет его возмож­ности, поскольку, кроме телефонных, он может принимать телексные и факси­мильные сообщения, различного рода графическую (планы местности, графики движения и т. п.), медицинскую информацию и многое другое. Особое значение эти системы приобретают в связи с активным внедрением во все сферы челове­ческой деятельности персональных компьютеров, разнообразных баз данных, компьютерных государственных и коммерческих сетей.

Увеличение объема информации потребует сокращения времени ее передачи и получения. Именно поэтому уже сейчас наблюдается устойчивый рост произ­водства мобильных средств связи (пейджеров, автомобильных и портативных сотовых радиотелефонов, спутниковых пользовательских терминалов), которые дают возможность сотруднику той или иной службы вне рабочего места полу­чать необходимую информацию и оперативно решать возникающие вопросы.

Развитие сетей наземной подвижной радиосвязи на территории России на протя­жении последних трехдесятков лет диктовалось необходимостью организации опе­ративной связи в основном для высших органов государственной власти и управ­ления. Переход к новым экономическим условиям, стимулирующим развитие деловой активности и предпринимательства, значительно повысил спрос на услуги мобильной радиосвязи общего пользования. Можно выделить несколько групп пользователей, предъявляющих свои требования к услугам мобильной связи:

- Первая группа — это небольшое число пользователей сотовых и спутнико­вых систем связи, для которых характерны высокий уровень платежеспособ­ности и привычка пользоваться телефоном как повседневным инструментом руководства (администрация, руководители высшего звена, предпринима­тели). Их обязательные требования: дуплексная связь и интеграция в город­скую и междугородную телефонные сети.

- Вторая группа — это руководители среднего звена, обеспеченные мобиль­ными средствами связи, само наличие которых, как и марка автомобилей на предприятии или фирме, свидетельствует об их стабильном финансовом положении и высокой деловой активности. Они имеют дело и с руководите­лями более высокого ранга, и с исполнителями.

- Третья группа — это та категория граждан, которым необходима, прежде все­го, возможность передачи и получения оперативной информации для вы­полнения заданий руководителей (сотрудники органов охраны обществен­ного порядка и скорой помощи, аварийных служб и предприятий, рабочие промышленности, транспорта, строители, энергетики).

- Четвертая группа — это все те, кто привык пользоваться телефоном как сред­ством общения. С каждым годом эта группа становится все более многочис­ленной. Это происходит потому, что операторы, предоставляющие услуги мобильной связи, постепенно снижают тарифы на пользование своими ус­лугами, с одной стороны, а с другой стороны, постоянно дорожают услуги обычной телефонной связи. Все это приводит к тому, что средствами мобиль­ной связи начинают пользоваться самые разные слои населения.

Преимущества систем мобильной связи состоят в следующем:

- Мобильная связь освобождает абонента от необходимости присутствовать в строго определенном месте при проведении сеанса связи (по проводным те­лефонным линиям, с таксофонов и т. п.), что позволяет ему получать услуги связи в любой точке в пределах зон действия наземных или спутниковых сетей.

- Благодаря прогрессу в технологии производства средств связи созданы мало­габаритные универсальные абонентские терминалы (типа телефонной труб­ки), сопряженные с персональным микрокомпьютером и имеющие интерфей­сы для подключения к сетям подвижной связи всех действующих стандартов.

Сети подвижной связи созданы с целью максимального удовлетворения потреб­ностей их абонентов в услугах связи. Они должны обеспечивать связь на совре­менном мировом уровне с возможностью выхода в телефонную сеть общего пользования. Радиотелефон и пейджер перестали быть символом престижа и стали рабочим инструментом, позволяющим более эффективно использовать рабочее время, оперативно управлять производством и постоянно контролиро­вать ход технологических, экономических и других процессов.

Используемые системы радиосвязи с подвижными объектами можно разделить на следующие классы:

- Профессиональные системы подвижной связи

- Системы персонального радиовызова

- Сотовые системы подвижной связи

- Спутниковые системы связи

**1.3.2 Деление обслуживаемой территории на соты**

Разделить обслуживаемую территорию на соты можно двумя способами: 1) ос­нованным на измерении статистических характеристик распространения сиг­налов в системах связи, 2) основанным на измерении или расчете параметров распространения сигнала для конкретного района.

При реализации первого способа всю обслуживаемую территорию делят на оди­наковые по форме соты, а затем с помощью закона статистической радиофизи­ки определяют их размеры и расстояния до других зон, в пределах которых вы­полняются условия допустимого взаимного влияния.

Для оптимального (т. е. без перекрытия или пропусков участков) разделения территории на соты могут быть использованы только три геометрические фи­гуры: треугольник, квадрат и шестиугольник. Наиболее подходящей фигу­рой является шестиугольник, так как если антенну с круговой диаграммой направленности установить в его центре, то будет обеспечен доступ почти ко всей соте.

При использовании первого способа интервал между сотами, в которых исполь­зуются одинаковые рабочие каналы, обычно получается больше требуемого для обеспечения допустимого уровня взаимных помех.

Более приемлем второй способ разделения на зоны обслуживания. В этом слу­чае тщательно измеряют или рассчитывают параметры системы для определения минимального количества базовых станций, обеспечивающих удовлетворитель­ное обслуживание абонентов на всей территории, определяют оптимальное ме­сто расположения базовой станции с учетом рельефа местности, возможность использования направленных антенн, пассивных ретрансляторов и смежных центральных станций в момент пиковой нагрузки и т. д.

**1.3.3 Повторное использование частот**

Каждая из сот обслуживается своим передатчиком с невысокой выходной мощ­ностью и ограниченным количеством каналов связи. Это позволяет без помех повторно использовать частоты каналов этого передатчика в другой, удаленной на значительное расстояние, соте. Теоретически такие передатчики можно ис­пользовать и в соседних сотах. Но на практике зоны обслуживания могут пере­крываться под действием различных факторов, например, вследствие изменения условий распространения радиоволн. Поэтому в соседних сотах используются различные частоты. Пример построения сот при использовании трех частот пред­ставлен на рис. 2.4.

Группа сот с различными наборами частот называется *кластером.* Определяю­щим параметром кластера является размерность — количество используемых в соседних сотах частот. Размерность кластера, приведенного на рис. 2.4, равна трем. На практике это значение может достигать пятнадцати. F1, F2, F3-частоты базовых станций.

Основной идеей, на которой базируется принцип сотовой связи, является по­вторное использование частот в несмежных сотах. Первым способом организа­ции повторного использования частот, который применялся в аналоговых сис­темах 1-го поколения, был способ, использующий антенны базовых станций с круговыми диаграммами направленности. Он предполагает передачу сигнала одинаковой мощности по всем направлениям, что для абонентских станций эк­вивалентно приему помех от всех базовых станций со всех направлений.

Базовые станции, на которых допускается повторное использование выделен­ного набора частот, удалены друг от друга на расстояние *D,* называемое защит­ным интервалом. Именно возможность повторного применения од­них и тех же частот определяет высокую эффективность использования частотного спектра в сотовых системах связи.

Смежные базовые станции, использующие различные частотные каналы, обра­зуют группу из станций. Если каждой базовой станции выделяется набор из *m* каналов с шириной полосы *FK* каждого, то общая ширина полосы *F ,* занимае­мая данной системой сотовой связи, составит *Fc = FK m С.*

Таким образом, величина С определяет минимально возможное количество ка­налов в системе, и поэтому ее называют *частотным параметром системы* или *коэффициентом повторения частот.* Коэффициент Сне зависит от количества используемых каналов и увеличивается по мере уменьшения радиуса ячейки. Таким образом, при использовании сот меньших размеров можно увеличить повторяемость частот.

Применение шестиугольных сот позволяет минимизировать ширину использу­емой полосы частот, поскольку такая форма обеспечивает оптимальное соотно­шение между значениями Си *D.* Кроме того, шестиугольная форма наилучшим образом вписывается в круговую диаграмму направленности антенны базовой станции, установленной в центре соты.

Остановимся более подробно на вопросе выбора размера *R* соты. Этот размер определяет защитный интервал *D* между сотами, в которых одни и те же частоты могут быть использованы повторно. Заметим, что значение защитного интерва­ла Д кроме уже перечисленных факторов, зависит также от допустимого уровня помех и условий распространения радиоволн. Поскольку интенсивность вызо­вов в пределах всей зоны обслуживания примерно одинакова, то соты выбира­ются одного размера. Размер *R* определяет также количество абонентов *N,* спо­собных одновременно вести переговоры на всей территории обслуживания. Следовательно, уменьшение этого размера позволяет не только повысить эф­фективность использования выделенной полосы частот и увеличить абонент­скую емкость системы, но и уменьшить мощность передатчиков и чувствитель­ность приемников базовых и подвижных станций. Это, в свою очередь, улучшает условия электромагнитной совместимости средств сотовой связи с другими ра­диоэлектронными средствами и системами.

Эффективным способом снижения уровня помех может быть использование секторных антенн с узкими диаграммами направленности. В секторе такой уз­конаправленной антенны сигнал излучается преимущественно в одну сторону, а уровень излучения в противоположном направлении сокращается до миниму­ма. Деление сот на секторы позволяет чаще применять частоты в сотах повтор­но. Общеизвестный способ повторного использования частот в организованных таким образом сотах основан на применении 3-секторных антенн для каждой базовой станции и трех соседних базовых станций с формированием ими девяти групп частот (рис. 2.6). В этом случае используются антенны с шириной диаг­раммы направленности 120°.

Самую высокую эффективность использования выделенной полосы частот и, следовательно, наибольшее количество абонентов сети, работающих в этой по­лосе, обеспечивает разработанный фирмой Motorola (США) способ повторного использования частот, при котором задействуются две базовые станции. При реализации этого способа каждая частота используется дважды в пределах кластера, состоящего из 4 сот (рис. 2.7); базовая станция каждой из них может работать на 12-ти частотах, используя антенны с диаграммой направленности шириной 60°.

***2 Система стандарта GSM***

**2.1 Общие характеристики**

В целом, система стандарта GSM рассчитана на использование в коммерческой сфере. Она предоставляет пользователям широкий спектр услуг и возможность применения разнообразного оборудования для передачи речевых сообщений и данных, сигналов вызова и аварийных сигналов, а также возможность подклю­чения к телефонным сетям общего пользования, сетям передачи данных и циф­ровым сетям с интеграцией служб.

При создании этого стандарта и сетей сотовой связи на его основе было приня­то согласованное решение о поэтапном развитии услуг, предоставляемых або­нентам. Начальный этап — «Фаза 1» — фактически совпал с вводом в строй в 1991 г. первых сетей GSM. В число услуг этого этапа входят:

- Переадресация вызова *(Callforwarding)*

- Запрет вызова *(Callbarring)*

- Ожидание вызова *(Callwating)*

- Удержание вызова *(Callholding)*

- Глобальный роуминг *(Globalroaming).*

*Переадресация вызова* дает возможность перевода входящих вызовов на другой телефонный номер в тех случаях, когда номер занят или абонент не отвечает, когда телефон выключен или находится вне зоны обслуживания сети и т. п. Кроме того, возможна переадресация факсов и компьютерных данных.

*Запрет вызова* позволяет наложить запрет на все входящие/исходящие звонки, запрет на исходящие международные звонки, запрет на входящие звонки — за исключением внутрисетевых.

*Ожидание вызова* позволяет принять входящий вызов в тот момент, когда вы с кем-то разговариваете. При этом первый абонент или по-прежнему будет нахо­диться на связи, или разговор с ним может быть завершен.

*Удержание вызова* — позволяет, не разрывая связь с одним абонентом, позво­нить (или ответить на входящий вызов) другому абоненту.

*Глобальный роуминг* дает возможность при посещении любой из стран, с которой ваш оператор подписал соответствующее соглашение, пользоваться своим со­товым телефоном GSM без изменения номера.

По мере развития технологии сотовых сетей абонентам предлагались и другие услуги. Второй этап развития GSM — «Фаза 2» — завершился в 1997 году и наря­ду с услугами этапа «Фаза 1» предоставил абонентам такие услуги:

- Определение номера вызывающей линии (Calling Line Identification Pre­sentation)

- Антиопределитель номера (Calling Line Identification Restriction)

- Групповой вызов (Mutti party)

- Создание закрытой группы (Closed User Group)

- Информация о стоимости разговора

- Совет по оплате (Advice of Charge)

-Обслуживание дополнительной линии (Alternative Line Service)

- Прием коротких текстовых сообщений (Short Message Service)

- Система голосовых сообщений (Voice mail)

*Определение номера вызывающей линии* позволяет при входящем вызове высве­чивать на экране телефона номер вызывающего абонента.

*Антиопределитель номера* позволяет запретить определение собственного номе­ра при соединении с другим абонентом.

*Групповой вызов* позволяет организовать режим телеконференции или конфе-ренц-связи, объединяя до пяти абонентов в группу, и вести переговоры между всеми членами группы одновременно.

*Создание закрытой группы* (до десяти абонентов) 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* основана на использовании таймера, кото­рый определяет время занятости линии, и счетчика вызовов. Благодаря этой ус­луге можно проверять оставшийся на счете кредит.

*Совет по оплате —* позволяет по требованию пользователя производить проверку стоимости и длительности разговора в то время, когда телефон находится на связи.

*Обслуживание дополнительной линии* дает возможность пользователю приобрес­ти два номера, которые будут приписаны к одному телефону. В этом случае связь выполняется по двум линиям с предоставлением двух счетов, двух голосовых ящиков и т. п.

*Прием коротких текстовых сообщений* (SMS) дает возможность приема и пере­дачи сообщений до 160 знаков.

*Система голосовых сообщении* позволяет автоматически переводить входящие звонки на персональный автоответчик (голосовая почта). Пользоваться этим можно только в том случае, если у абонента активирована услуга «Переадреса­ция вызова».

Следующий этап развития сетей стандарта GSM, получивший название «Фаза 2+», не связан с конкретным годом внедрения. Новые услуги и функции стан­дартизируются и будут внедрены сразу после подготовки и утверждения их тех­нических описаний. Все работы по этапу «Фаза 2+» проводились Европейским институтом стандартизации электросвязи (ETSI). Количество уже внедренных 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 стандартов GSM и DECT

- Повышение скорости передачи данных за счет пакетной передачи данных GPRS *(General Packet Radio Service)* или за счет системы передачи данных по коммутируемым каналам HSCSD *(High Speed Circuit Switched Data)*

По сравнению с другими широко распространенными цифровыми стандартами GSM обеспечивает лучшие энергетические характеристики, более высокое ка­чество, безопасность и конфиденциальность связи. Приемлемое качество при­нимаемых речевых сообщений в стандарте GSM обеспечивается при отноше­нии «сигнал/шум» на входе приемника, равном 9 дБ (для стандарта D-AMPS, например, это отношение составляет около 16 дБ), а энергетические затраты в ре­альных каналах связи (при замирании сигналов) на 6—10 дБ ниже по сравнению со стандартом D-AMPS.

Стандарт GSM, кроме того, предоставляет своим пользователям ряд услуг, кото­рые не реализованы (или реализованы не полностью) в других стандартах сото­вой связи. К ним относятся:

- Использование интеллектуальных SIM-карт для обеспечения доступа к ка­налу и услугам связи

- Шифрование передаваемых сообщений

- Закрытый от прослушивания радиоинтерфейс

- Аутентификация абонента и идентификация абонентского оборудования по криптографическим алгоритмам

- Использование служб коротких сообщений, передаваемых по каналам сиг­нализации

- Автоматический роуминг абонентов GSM в национальном и международ­ном масштабах

- Межсетевой роуминг абонентов GSM с абонентами сетей стандартов DCS1800, PCS1900, DECT, а также со спутниковыми сетями персональной радиосвязи (Globalstar, Inmarsat-P, Iridium)

В соответствии с Рекомендацией СЕРТ 1980 г., касающейся использования час­тот подвижной связи в диапазоне 862—960 МГц, стандарт GSM цифровой обще­европейской сотовой системы наземной подвижной связи предусматривает ра­боту передатчиков в двух диапазонах частот. Диапазон частот 890—915 МГц используется для передачи сообщений с подвижной станции на базовую, а диа­пазон 935—960 МГц — для передачи сообщений с базовой станции на подвиж­ную. Причем при переключении каналов во время сеанса связи разность между этими частотами постоянна и равна 45 МГц.

Разнос частот между соседними каналами связи составляет 200 кГц. Таким об­разом, в отведенной для приема/передачи полосе частот шириной 25 МГц раз­мещаются 124 канала связи.

В стандарте GSM используется многостанционный доступ с временным разде­лением (уплотнением каналов — ТОМА), что позволяет на одной несущей час­тоте разместить 8 речевых каналов одновременно. В качестве речепреобразую-щего устройства используется речевой кодек RPE-LTP с регулярным импульсным возбуждением и скоростью преобразования речи 13 Кбит/с.

Обработка речи в данном стандарте осуществляется в рамках принятой системы прерывистой передачи речи DTX *(Discontinuous Transmission),* которая обеспечи­вает включение передатчика только тогда, когда пользователь начинает разго­вор и отключает его в паузах и в конце разговора (рис. 2.38). Система DTX уп­равляет детектором активности речи VAD, который обеспечивает обнаружение и *выделение интервалов речи с* шумом и шума без речи даже в тех случаях, когда уровень шума соизмерим с уровнем речи.

Для защиты от ошибок, возникающих в радиоканалах, применяется блочное и сверточное кодирование с перемежением. Повышение эффективности кодиро­вания и перемежения при малой скорости перемещения подвижных станций достигается медленным переключением рабочих частот в процессе сеанса связи (со скоростью 217 скачков в секунду).

Для борьбы с интерференционными замираниями принимаемых сигналов, выз­ванными многолучевым распространением радиоволн в условиях города, в аппаратуре связи используются эквалайзеры, обеспечивающие выравнивание им­пульсных сигналов со среднеквадратическим отклонением времени задержки до 16 мкс. *Система* синхронизации оборудования рассчитана на компенсацию (до 233 мкс) абсолютного времени задержки сигналов. Это соответствует макси­мальной дальности связи 35 км (максимальный размер соты). Для модуляции радиосигнала применяется спектрально-эффективная гауссовкая частотная манипуляция с минимальным частотным сдвигом (GMSK). Ма­нипуляция называется так потому, что последовательность информационных битов до модулятора проходит через фильтр нижних частот с гауссовской амплитудно-частотной характеристикой, что дает значительное уменьшение шири­ны полосы частот излучаемого сигнала. Формирование GMSK-сигнала проис­ходит таким образом, что на интервале, соответствующем одному биту, фаза несущей частоты изменяется на 90°. Это наименьшее изменение фазы, которое может быть обнаружено при данном типе манипуляции. Выходной сигнал с не­прерывным изменением фазы аналогичен сигналу, полученному в результате частотной модуляции с дискретным изменением частоты. Принцип формиро­вания GMSK-сигнала представлен на рис. 2.39.

В стандарте GSM используется модуляция с нормированной полосой ВТ = 0,3, где В — ширина полосы фильтра по уровню -3 дБ; Т — длительность передачи одного бита.

Основой формирователя GMSK-сигнала является I/Q-модулятор, который состоит из двух умножителей и одного сумматора.

Модуляцию GMSK характеризуют следующие свойства:

- Постоянная по уровню огибающая, позволяющая использовать передающие устройства с усилителями мощности класса С

- Узкий спектр на выходе усилителя мощности передающего устройства, обес­печивающий низкий уровень внеполосного излучения

- Хорошая помехоустойчивость канала связи

Каждый подвижный абонент на время пользования системой GSM сотовой связи по­лучает стандартный модуль подлинности абонента — SIM-карту, которая содер­жит: международный идентификационный номер абонанта (IMSI), индивиду­альный ключ аутентификации (К/), алгоритм аутентификации (A3). С помощью этой информации, в результате взаимного обмена данными между подвижной станцией и сетью, осуществляется полный цикл аутентификации и разрешается доступ абонента к сети.

SIM-карта *(Subscriber Identification Module)* представляет собой пластиковую смарт-карту с чипом, на котором содержится информация, которая иденти­фицирует уникального абонента в сотовой сети. Кроме того, Ha SIM-карте находится различная информация, например, записная книжка с теле­фонами (количество зависит от конкретного оператора и карты; обычно это — 100 номеров). Без SIM-карты телефон можно использовать только для экст­ренных звонков — таких, как вызов милиции и скорой помощи. Размеры кар­ты 25x15 мм, толщина 1 мм. Карта программируется сотовым оператором и име­ет свой номер, который для пользователя не представляет почти никакого интереса. Важны только те коды, которые даются с SIM-картой: PIN-код и PUK-код.

PIN-код *(Personal Identity Number) —* персональный идентификационный номер. После того как SIM-карта вставлена в телефон и включено питание, на дисплее любого телефона появится сообщение: «Введите пин—код». После этого у пользователя есть три попытки для правильного ввода идентификационного номера. Если этот номер не введен с трех попыток, то SIM-карта телефона будет заблокирована. Разблокировать SIM-карту можно, лишь зная PUK-код. PIN-код рекомендуется выучить наизусть!

PUK-код *(Personal Unlock Key)* — персональный ключ разблокировки. При бло­кировке SIM-карты телефона ее можно разблокировать только вводом PUK-кода, на это у пользователя есть десять попыток, после чего, если код все время вво­дился неправильно, SIM-карта блокируется полностью. Чтобы разблокировать ее после этого, придется обратиться к оператору сотовой сети.

Процедура проверки подлинности абонента реализуется следующим образом. Сеть передает на подвижную станцию некоторое случайное число (RAND). В аппаратуре сотового радиотелефона с помощью индивидуального ключа К/и алгоритма A3 производится преобразование полученного числа (пу­тем математических вычислений) и вычисляется результат (SRES), т. е. новое число. Это число подвижная станция посылает обратно в сеть, которая сравни­вает его с числом, определенным непосредственно сетью. Если оба числа совпа­дают — то подвижная станция получает доступ к сети. В противном случае связь прерывается, и индикатор подвижной станции показывает, что идентификация (опознавание абонента) не состоялось. Для обеспечения секретности вычисле­ние отклика происходит скрытно (SIM-картой).

Центр управления и обслуживания (ОМС) обеспечивает распределение функ­ций и организацию взаимодействия между центром коммуникации (MSC) и под­системой базовых станций (BSS). Его функции совпадают с функциями центра управления и обслуживания в обычных сетях связи. Различие заключается лишь в том, что в сетях стандарта GSM центр ОМС обеспечивает управление работой радио-подсистемы.

Характеристики стандарта GSM, принятая функциональная схема сетей связи и совокупность интерфейсов обеспечивают высокое качество связи, совмести­мость с существующими и перспективными информационными сетями и пре­доставление абонентам широкого спектра услуг.

В результате анализа различных вариантов построения цифровых сотовых сис­тем подвижной связи в стандарте GSM принят многостанционный доступ с вре­менным разделением каналов — TDMA *(Time Division Multiple Access).*

В общем виде процесс передачи сигнала выглядит следующим образом. Снача­ла осуществляется преобразование аналогового речевого сигнала в цифровую последовательность, которая подвергается шифрованию и кодированию, что необходимо для защиты информации от ошибок в процессе передачи и приема. Для этого используются:

- Блочное кодирование — для быстрого обнаружения ошибок при приеме

- Сверточное кодирование — для исправления одиночных ошибок

- Перемежение — для преобразования пакетов ошибок в одиночные ошибки

***3 Функциональные возможности сотовых телефонов***

**3.1 Технология доступа WAP**

В середине 1997 года компании Motorola, Nokia, Ericsson и Phone.com объеди­нили свои усилия для разработки и внедрения технологий доступа WAP, пыта­ясь создать средства доставки информации из Internet на мобильные устройства. Что удивительно, это им удалось! WAP *(Wireless Application Protocol)* — протокол беспроводных приложений — яв­ляется одной из наиболее обсуждаемых технологий в мире мобильной связи, поскольку эта технология является первым практическим шагом на пути объе­динения сотовой связи и глобальных компьютерных сетей, первой попыткой создать открытый стандарт для беспроводной передачи данных вне зависимос­ти от поставщика как телефона, так и услуг и способа связи.

WAP предназначен для беспроводного (через сотовый телефон) доступа, как правило, к специальным WAP-сайтам в Internet. Проще говоря, WAP — это стан­дартизованный способ связи мобильного радиотелефона и сервера. Все компа­нии, трудящиеся в сфере информационных технологий, в обязательном поряд­ке создали WAP-отделы в силу следующих веских причин:

- WAP обеспечивает связь Internet и мобильных сетей, двух самых быстрорас­тущих отраслей связи во всем мире;

- основателями WAP являются крупнейшие поставщики мобильных устройств (такие, как Nokia, Ericsson и Motorola);

- в WAP-форум входят более 120 компаний-участников;

- все предшествующие попытки создания мобильных информационных сис­тем не увенчались успехом, у технологии WAP есть реальная возможность исправить эту ситуацию.

В отличие от иных способов доступа, когда сотовый телефон является лишь по­средником между компьютером того или иного поколения, данный протокол разрабатывался прежде всего для доступа с самого мобильного телефона посред­ством встроенного (в программное обеспечение телефона или SIM-карту) *броу­зера* (browser).

Особенность данного стандарта в его открытости и в том, что он учитывает (в от­личие от традиционных протоколов типа HTTP) особенности устройства сото­вых телефонов и PDA, а также беспроводного доступа, то есть:

- малый объем памяти устройства;

- малый размер экрана дисплея телефона, а также ограниченность его клави­атуры;

- низкую скорость процессора;

- низкую пропускную способность канала связи;

- возможные большие паузы.

По большому счету, работа сотового WAP-телефона в Internet принципиально ничем не отличается от работы простого броузера с простым сервером, лишь дополнительно к стандартной связи по ТСP/IP-протоколу добавляется марш­рутизатор WAP-Gateway, задачей которого является перевод запросов WAP-те­лефона в стандартную HTTP-форму.

К сожалению, технология WAP имеет и ряд недостатков:

- очень непросто настроить WAP-телефон: необходимо сконфигурировать около 20 параметров для того, чтобы были доступны все WAP-услуги;

- пока этот протокол поддерживает очень небольшое количество мобильных аппаратов;

- WAP не оптимизирован для работы с предыдущими надстройками GSM (та­кими, как, например, SMS);

- сам стандарт еще не полностью завершен;

- на данный момент существует очень небольшое количество WAP-ресурсов, в особенности на русском языке;

LJ пока использование WAP очень дорого: без специального изменения тари­фов для использования WAP размер оплаты за эту услугу может очень не­приятно удивлять пользователей. О скорость передачи информации явно недостаточна.

Для того чтобы воспользоваться WAP, необходимо заказать у оператора услугу передачи данных и соответствующим образом настроить телефон. При этом вы платите за время занятия линии, а соединение происходит на скорости не боль­ше 9,6 Кбит/с, что ограничивает возможности мобильного Internet. WAP про­информирует вас о расписании самолетов и поездов, пробках на дорогах, курсах валют, погоде, сообщит последние новости бизнеса, политики, культуры, спорта и даже программу телепередач центральных и спутниковых каналов. Такие све­дения есть на серверах операторов сотовой связи и на серверах крупных Internet-порталов.

Интернет-информация на экране дисплея мобильного телефона чем-то напо­минает телетекст на экране миниатюрного телевизора, однако возможность вво­дить информацию (заполнять простые текстовые формы) заметно расширяет сферу его применения.

Размер экрана мобильного телефона значительно меньше стандартного 15-дюй­мового экрана монитора, поэтому обычная HTML-страница, как это ни печаль­но, не помещается на нем. Для того чтобы прочесть текст (графику WAP-телефон не отображает), придется прокручивать страницу, например, на 15 экранов влево, что очень неудобно. Существуют, правда в небольшом количестве, специальные страницы для пользователей WAP-терминалов, написанные на языке WML (WAP *Markup Language).* Этот специальный язык разметки страниц для беспроводных устройств представляет собой специализированный тип документа XML.

К сожалению, язык WML полностью не решает проблему. Страница документа для четырех строчного экрана, например, должна быть написана иначе, чем для трехстрочного, поэтому разработчикам WAP-страниц приходится оптимизиро­вать их под различные типы сотовых телефонов.

Почти все разработчики WML) сталкиваются с одной и той же проблемой: до­вольно серьезные различия броузеров WAR, встроенных в различные модели мобильных телефонов. Некоторые из этих различий могут даже создать ситуа­цию, когда выбранная страница отображается какой-то конкретной моделью телефона, хотя другие модели позволяют это сделать.

Не решена окончательно и проблема универсальной русификации. На многих русских сайтах зачастую используется транслитерационное отображение текста (русские слова — латинскими буквами).

Наиболее полезны и удобны услуги WAP, связанные с доступом к электронной почте. Благодаря им можно в любой момент просмотреть свежую корреспон­денцию на дисплее сотового телефона. В последнее время такая услуга появилась у крупнейших бесплатных почтовых серверов. Наряду с электронной почтой сер­вер wap.beep.ru предлагает виртуальный ежедневник, в котором вы можете спла­нировать свой день, а затем получить соответствующие напоминания.

Так кому же WAP все-таки нужен? Ответ прост: тем, кому необходима краткая, но исчерпывающая текстовая информация — котировки ценных бумаг, банков­ские услуги и так далее. Среди интересных находок использования WAP можно отметить парижскую компанию, создавшую www.webraska.com, сайт, отслежи­вающий информацию о состоянии парижских улиц: черным цветом обозначают­ся пробки, серым — зоны замедленного движения, белым — свободные участки.

Что же дальше? Скорее всего, технологии WAP не удастся совершить масштаб­ный прорыв: слишком мало WAP-телефонов, слишком мало WAP-ресурсов, слишком мало удобств при пользовании WAP-Internet и, наконец, слишком мало пользователей, реально нуждающихся в WAP-услугах.

Один из основных недостатков WAP — низкая скорость передачи информации (9,6 Кбит/с) — может быть устранен при передаче мультимедийной информа­ции при помощи стандарта

Стандарт GPRS *(General Packet Radio Service)* позволяет увеличить эту скорость до 115,2 Кбит/с и более. Система GPRS обеспечивает мобильных пользователей высокой скоростью передачи данных и оптимально приспособлена для преры­вистого трафика, характерного для сетей Интернет/ Интернет. Она обеспечива­ет пакетную коммутацию на всем протяжении канала связи, существенно опти­мизируя услуги передачи данных в сетях стандарта GSM, обеспечивает практически мгновенное установление соединения, использует сетевые ресур­сы и занимает участок частотного диапазона только в моменты фактической пе­редачи данных, что гарантирует чрезвычайно эффективное использование дос­тупной полосы частот и позволяет делить один радиоканал между несколькими пользователями. Система поддерживает все самые распространенные протоко­лы передачи данных в сети, в частности Internet-протокол IP, что позволяет або­нентам сети подключаться к любому источнику информации в мире.

В настоящий момент данная технология активно развивается, многие коммер­ческие варианты систем планируется запустить в течение 2001 года. Операторы сотовой связи указывают, что деньги при передаче данных будут браться за объем переданных данных, а не за время пользования сетью. Такой метод тарифика­ции позволит резко увеличить привлекательность WAP и иных услуг подобного рода. Этот стандарт предоставит потребителям «бесшовное» соединение, напри­мер через интерфейсы TCP/IP или Х.25, с существующими системами передачи данных, что позволит обеспечить поддержку самых разнообразных приложений: от низкоскоростной системы обмена сообщениями до работы с высокоскорост­ной корпоративной ЛВС. Система GPRS реализуется путем простого добавле­ния новых узлов пакетной обработки данных и модернизации существующих для обеспечения маршрутизации пакетов данных от мобильного терминала до шлюзового узла. Шлюзовой узел обеспечит обмен с внешней сетью пакетной передачи данных для реализации доступа к сетям Интернет/ Интернет, напри­мер, к базам данных.

Кроме того, GPRS позволит реализовать услугу многоточечной передачи (мультивещания); в данный момент ее нельзя осуществить на базе существующей системы передачи данных в сетях GSM по коммутируемому каналу. Многото­чечную передачу можно будет осуществить между провайдером телекоммуни­кационных услуг фиксированной сети и группой мобильных абонентов с тер­миналами GPRS.

На данный момент доступно всего несколько GPRS-аппаратов, однако массо­вое появление таких устройств ожидается к осени 2001 года, так как большин­ство из них уже анонсировано.

**3.2 Служба коротких сообщений SMS**

Служба коротких сообщений SMS *(Short Message Service)* представляет собой тех­нологию, которая позволяет принимать и, если это позволяет ваш радиотеле­фон, отправлять короткие текстовые сообщения. Последнее верно для всех мо­делей современных аппаратов. Кроме этого данный сервис используется некоторыми дополнительными службами для оповещений. Например, при на­личии в голосовом почтовом ящике сообщения соответствующая служба отпра­вит вам об этом короткое сообщение. С помощью SMS можно вести своеобраз­ную переписку, получая текстовые сообщения, напоминающие пейджерные. Можно отправить сообщение на выключенный или находящийся вне зоны об­служивания телефон. Как только ваш адресат выйдет на связь, он получит ваше сообщение.

Кроме того, можно отправить сообщение абоненту, который в данный момент занят разговором, поскольку сообщение идет не по основному разговорному каналу, а по служебным сигнальным каналам.

С помощью услуги о подтверждении доставки SMS-сообщения можно опреде­лить момент выхода абонента на связь. Подписавшись на рассылки курсов ва­лют, погоды и т. д. (аналогично пейджеру), можно получать самую свежую ин­формацию.

Существует и расширенный вариант этого сервиса, — **Smart Messaging,** кото­рый позволяет кроме текстов передавать мелодии звонков, логотипы, визитные карточки и т. д. Но этот вариант поддерживают далеко не все телефоны.

Популярность SMS очень быстро растет во всем мире. Практически происходит смещение акцента с голосовой связи в сторону визуальной. Как принято сегод­ня большую часть информации передавать (получать) по электронной почте, только изредка связываясь с партнером с помощью телефона, так и SMS-сооб­щения постепенно вытесняют обычные разговоры по мобильному телефону.

Одно из самых главных достоинств SMS — фиксированная цена одного сооб­щения. Чаще всего, в российских условиях, оплачивается только отправка SMS-сообщения (порядка 0,06-0,10 у.е.) и не оплачивается их прием. В отличие от WAP-услуг, абоненту не нужно тратить время и деньги на подключение к Internet и запросы. Пользователю очень легко оценить свои расходы. Эта очень простая модель оплаты мобильной связи привлекательна для людей с ограниченными средствами, причем это характерно не только для России.

Конечно, этот сервис еще далек от совершенства. В памяти телефона можно хра­нить не более десятка сообщений, да и длина сообщений невелика. Но и досто­инств у мобильного телефона, используемого в качестве двухстороннего пейд­жера, значительно больше.

Технические возможности этого сервиса позволяют передавать сообщения дли­ной до 160 знаков. При использовании кириллицы максимальная длина SMS-сообщения сокращается до 80 знаков, а то и больше. Для приема/передачи со­общений, написанных кириллицей, эта функция должна поддерживаться SMS-центром, SIM-картой и самим телефоном.

Внутренний формат SMS-сообщения выглядит так: 1 байт заголовка — содержит тип сообщения, 7 байтов отводятся «временной отметке SMS-центра», в фор­мате YYMMDDHHMMSSZZ, до 12 байтов используется под адрес источника сообщения, 1 байт — для идентификатора протокола, 1 байт — для схемы коди­рования данных, 1 байт указывает длину пользовательской области данных идо 140 байтов — собственно сообщение.

Все принятые сообщения хранятся на SIM-карте телефона. Существует и воз­можность сохранения отправленных сообщений. Но важно знать, что емкость SIM-карты позволяет хранить только 10 сообщений, а также то, что невозмож­но принятие нового сообщения, если заняты все 10 ячеек памяти. Сообщение можно послать с телефона, с помощью e-mail или через Internet-шлюз.

При использовании SMS возможен роуминг. Если вы находитесь вне домашней сети, то отправка сообщения обойдется в сумму, которую требует местный опе­ратор за эту услугу. Адрес центра передачи сообщений не меняется. Важно по­мнить, что если вы пользуетесь SMS за рубежом, то для этого нужен активизи­рованный международный доступ. Следует отметить, что не все роуминговые партнеры в России и ближнем зарубежье поддерживают этот сервис.

У каждого времени есть свои кумиры. Сегодня так называемый SMS-бум наби­рает обороты. По результатам социологических исследований, во всем мире еже­месячно отправляется до 15 млрд. SMS-сообщений, что на порядок больше, чем год назад. А по прогнозам, к концу следующего года их количество возрастет до 100 млрд. Если смотреть только на цифры, создается весьма радужная картина. Однако не все в этой области хорошо.

Техническая революция следует за технической революцией, а длина SMS-со­общений по-прежнему не превышает 160 знаков. А современные пользователи, спровоцировавшие этот самый SMS-бум, жаждут продолжения. Ведь в совре­менном обществе предпочтение отдается скорее образам, чем словам, а переда­вать «картинку» технология SMS не позволяет. И вот сначала заговорили, а за­тем и начали воплощать в жизнь новую концепцию передачи данных — службу передачи мультимедийной информации MMS *(Multimedia Message Service).*

MMS призвана вывести SMS на совершенно новый качественный уровень, бла­годаря многочисленным возможностям. Посредством MMS пользователь мо­жет передавать и получать не только текстовые сообщения, но и графику, аудио и видео файлы. Как предполагают разработчики, наибольший интерес вызовет возможность передавать видеоизображения. Согласитесь, довольно приятно, на­пример, получить ко дню рождения видео от любимой девушки. Конечно, не останется без внимания и обычная пересылка фотографий: с какого-нибудь эк­зотического островка, где протекает ваш отпуск, со спортивных состязаний, с презентации и т. п. Иными словами, родственники и друзья смогут практически моментально показывать друг другу счастливые моменты своей жизни.

К настоящему моменту MMS-приложения разрабатываются такими гигантами, как Nokia и Ericsson. Они обещают, что Центр MMS от Nokia будет доступен для операторов уже в третьем квартале 2001 года, а от Ericsson — в четвертом кварта­ле. Причем оба этих приложения смогут работать на уже существующих GSM и GPRS-сетях, а в дальнейшем — на ЗС-сетях.

Естественно, пока решены далеко не все проблемы; так, на некоторых зарубеж­ных сайтах приводятся высказывания очевидцев, которые наблюдали передачу фотографий и видеоизображений в сети GPRS. Они утверждают, что здесь этот процесс протекает хуже, чем на нынешних Web-сайтах: четкость фотографий ос­тавляет желать лучшего, а во время просмотра видеоизображений их перемеще­ние происходит слишком медленно.

В основе такого «торможения» лежит довольно банальная причина. Передача данных в сетях GPRS может осуществляться на скоростях до 114 Кбит/с (в луч­шем случае), а для передачи видеоизображений требуется, по крайней мере, 144 Кбит/с, в идеале же — 384 Кбит/с. Таким образом, сам собой встает вопрос об использовании ЗG-сетей для качественного отображения мультимедийной информации. К тому же, хотя MMS позволяет работать с мобильными GSM-и GPRS-телефонами, цифровые камеры производители встраивают лишь в 3G-терминалы. А ведь насколько проще было бы использовать только трубку, чтобы сделать нужную фотографию и тут же отправить ее адресату, нежели сперва «щел­кать» цифровой камерой, а затем пересылать изображения через «мобильник».

Немаловажное значение имеет и стоимость услуг. Возможности — возможнос­тями, однако решающую роль для широкого распространения MMS должна сыграть именно доступность цен - как на сами услуги, так и на терминалы. Ведь важнейшими составляющими успеха технологии SMS, превзошедшей WAP, были цена и способность работать с любым GSM-телефоном.

Интерес к новой технологии носит и коммерческий характер. Так, аналитики заявляют, что многие операторы сотовой связи, не желая мириться с тем, что доходы от использования технологии WAP оказались ниже ожидаемых, а затра­ты на ЗG-лицензии выше, стремятся найти новые источники дохода. Предпола­гается, что этим источником как раз и окажется MMS.

Однако несмотря на то, что MMS обладает гораздо большими возможностями, чем SMS, их удастся реализовать только после того, как ЗG-терминалы прочно войдут в нашу жизнь. И, как считают специалисты, из четырех основных прило­жений 3G — определение местоположения объекта, мобильная коммерция, игры/развлечения, MMS — наибольший успех ожидает именно MMS.

**3.3 Современные дисплеи сотовых телефонов**

Индустрия сотовой связи расширяется все возрастающими темпами. При этом совершенствуются не только стандарты передачи информации и образующее инфраструктуру мобильных сетей коммуникационное оборудование, но и тех­нологии самих телефонных аппаратов, которые становятся все удобнее, мини­атюрнее и эффективнее. Немаловажную роль в мобильных телефонах играет дисплей, обычно жидкокристаллический (ЖКД, ЖК-дисплей, LCD).

Южнокорейская корпорация Samsung Electronics создала дисплейную панель для со­товых телефонов, использование которой позволит увеличить время их работы без подзарядки батарей. Новая ЖК-панель способна отражать свет, за счет чего необхо­димость в подсветке отпадает и обеспечивается экономия электроэнергии.

Диагональ ЖК-панели — два дюйма. Она может отображать до 260 тыс. оттен­ков цвета и имеет разрешение 720x240 пикселей. Производство осуществляется по низкотемпературной поликремниевой технологии, позволяющей разместить управляющие электронные схемы на стеклянной части панели, за счет чего до­стигается такая необходимая для мобильных телефонов экономия места.

Кроме того, корпорация Samsung Electronics совместно с японскими фирмами Toshiba и Optrex разработала микросхемы для дисплеев сотовых телефонов следу­ющего поколения. Проект, реализация которого уже началась, предусматривает создание микросхем высокой интеграции, изготавливаемых по технологии STN *(super twisted nematic)* цветных ЖК-дисплеев для мобильных устройств, в частно­сти для сотовых телефонов следующего поколения. Фирма Optrex предоставит для этого проекта свои разработки в области жидкокристаллических устройств и тех­нологию Multi-Line Addressing с низким энергопотреблением, Samsung — техно­логию производства микросхем с высокой степенью интеграции, в том числе со встроенной статической памятью (SRAM), Toshiba — общую технологию произ­водства микросхем управления жидкокристаллическими панелями.

Отсутствие системы подсветки позволяет на одну треть сократить потребление устройством электроэнергии, что особенно важно для мобильных систем, время работы которых от батарей, как правило, ограничено. Однако если лишить стан­дартный дисплей подсветки, то изображение на нем будет видно только при яр­ком дневном свете или при искусственном освещении в офисах и в домах.

*Полисиликоновый дисплей TFT-LCD*

Фирма KDDI объявила о том, что выпустила в продажу сотовый телефон С4151Т с низкотемпературным полисиликоновым дисплеем TFT-LCD, который может отображать до 4096 оттенков цветов.

Новая технология TFT-LCD является изобретением фирмы Toshiba. Характерис­тики дисплея нового типа: диагональ 5 см, разрешение 120x160 пикселей, размеры 38,3x57,4x3,5 мм, масса всего 11 г. Для работы в полноцветном режиме дисплей по­требляет 25 мВт, при изображении статического 8-цветного изображения — 1,7 мВт.

*Дисплей OLED*

Фирма CDT *(Cambridge Display Technology)* сообщила о своем намерении заклю­чить партнерское соглашение с английской компанией Opsys для совместной работы над технологией OLED *(Organic Light Emitting Diode).* Органические све-тодиоды могут использоваться в производстве нового типа дисплеев, потребля­ющих значительно меньше энергии, чем получившие широкое распростране­ние ЖКД. Кроме того, дисплеи OLED могут быть тоньше жидкокристаллических. На сегодняшний день OLED-технология уже нашла применение в дисплеях со­товых телефонов и других компактных устройств. Фирмы CDT и Opsys собира­ются технологически усовершенствовать процесс создания OLED-дисплеев. При этом они будут заниматься не массовым производством новых мониторов, а лишь распространением лицензии на свою технологию.

Надо заметить, что при всех своих достоинствах OLED-дисплеи на данный мо­мент ничуть не угрожают существованию и процветанию ЖК-дисплеев, т. к. для внедрения их в массовое производство потребуется несколько лет.

*Дисплей Vikuiti™*

Фирма ЗМ разработала серию новых материалов марки Vikuiti™, улучшающих качество изображения на дисплеях электронных устройств и экранах проекци­онных телевизоров. Основным элементом технологии Vikuiti™ является поли­акриловая пленка, включающая множество стеклянных шариков размером около 100 микрон. Стеклянные шарики-линзы (на квадратный сантиметр их прихо­дится более 3500) отлично передают изображение с внутренней поверхности экрана на внешнюю, практически не пропуская свет в обратном направлении и снижая до минимума возможные искажения.

Такая пленка, нанесенная на дисплеи мобильных устройств — сотовых телефо­нов, карманных компьютеров, ноутбуков и т. д., — делает изображение ярче и контрастнее. На жидкокристаллических дисплеях пленка устраняет световые блики и дает возможность изменять угол видимости изображения.

***4 Служба безопасности***

**4.2 Защита и безопасность информации**

В рассматриваемом стандарте под безопасностью понимается исключение не­санкционированного использования системы и обеспечение секретности пере­говоров абонентов. Для выполнения этих требований в стандарте GSM преду­смотрены:

- Аутентификация

- Секретность передачи данных

- Секретность абонента

- Секретность направления вызова

Защита сигналов управления и данных пользователя осуществляется только [при передаче по радиоканалу. В стандарте используется алгоритм шифрова­ния с открытым ключом RSA (первые буквы фамилий авторов Rivest, Shamir, Adleman), который обеспечивает высокую степень безопасности передачи ре­чевых сообщений.

Для исключения несанкционированного использования ресурсов системы связи в стандарт введены и определены механизмы аутентификации — удостоверения личности абонента. Как уже отмечалось, каждый абонент на время пользования системой получает стандартный модуль подлинности абонента — SIM-карту, ко­торая содержит:

- Международный идентификационный номер подвижного абонента IMSI

- Свой индивидуальный ключ аутентификации Ki

- Алгоритм аутентификации A3.

Для обеспечения секретности передаваемой по радиоканалу информации ее за­шифровывают. Алгоритм формирования ключей шифрования А8 хранится в SIM-карте. Одновременно с вычислением отклика SRES аппаратура подвижной стан­ции определяет и ключ шифрования kc. Этот ключ не передается по радиоканалу, а вычисляется сетью и абонентским терминалом одновременно (рис. 2.48).

Вместе со случайным числом, подвижной станции посылается числовая после­довательность, содержащая ключ шифрования. Это число связано с действи­тельным значением kc и позволяет избежать формирования неправильного клю­ча. Число хранится в подвижной станции и содержится в каждом первом сообщении, передаваемом в сеть.

Для установки режима шифрования сеть передает подвижной станции команду CMC *(Ciphering Mode Command),* после принятия которой станция, используя имеющийся у нее ключ, приступает к шифрованию и дешифрованию сообщений. Поток передаваемых данных шифруют бит за битом поточным шифром, используя алгоритм шифрования А5 и ключ Кс.

Для исключения выявления абонента путем перехвата сообщений, передавае­мых по радиоканалу, каждому абоненту системы сотовой связи присваивается временный международный идентификационный номер пользователя — TMSI *(Time Mobile Subsriber Identity),* который действителен только в пределах зоны обслуживания с идентификационным номером LAI *(Location Area Identification).* В другой зоне обслуживания абоненту присваивается новый TMSI. Если под­вижная станция переходит в новую зону обслуживания, то ее TMSI должен пе­редаваться вместе с LAI той зоны, в которой TMSI был присвоен абоненту. При выполнении процедуры корректировки местоположения по каналам уп­равления осуществляется двухсторонний обмен между подвижной станцией MS и базовой станцией BTS служебными сообщениями, содержащими временные номера пользователей TMSI. В этом случае в радиоканале необходимо обеспе­чить секретность смены TMSI и их принадлежность конкретному абоненту. Про­цедура корректировки местоположения наглядно представлена на рис. 2.50

Рассмотрим случай корректировки местоположения в момент эстафетной пере­дачи. В этом случае подвижная станция уже зарегистрирована в регистре пере­мещения VLR с временным номером TMSI, соответствующим TMSI прежней зоны обслуживания. При входе абонента в новую зону осуществляется процеду­ра опознавания, которая проводится по старому, зашифрованному в радиокана­ле TMSI, передаваемому одновременно с номером LAI зоны обслуживания. Последний дает информацию центру коммутации и центру управления о на­правлении перемещения подвижной станции и позволяет запросить прежнюю зону расположения о статусе абонента и его данные, исключив обмен этими слу­жебными сообщениями по радиоканалам управления. При этом по каналу свя­зи сообщение передается как зашифрованный информационный текст с пре­рыванием сообщения в процессе эстафетной передачи на 100—150 мс.

***5 Оплата услуг. Тарифы планы «Где дешевле?»***

При оплате услуг сотовой связи обычно используются три схемы оплаты:

- Кредитная

- Авансовая

- С предоплатой.

При кредитной схеме абонент может в течение месяца бесплатно пользоваться услугами сотовой связи. А по его окончании он получает счет на все оказанные ему услуги, куда включаются: абонентская плата, тарифицируемое время, по­сылка 5М5 и все прочие удовольствия, которыми он пользовался в течение это­го месяца. На оплату этого счета ему дается от двух недель до месяца.

В зависимости от правил, установленных конкретным оператором, оплата счета может производиться наличными деньгами, банковским переводом или через платежную банковскую карточку. Можно дать распоряжение на оплату счета и через Internet.

Используя кредитную схему оплаты, абонент фактически получает фору на 1 — 1,5 месяца по оплате услуг сотовой связи. Но у такой схемы есть и один суще­ственный недостаток — можно переоценить свои финансовые возможности.

Естественно, что кредитная схема вызывает желание обмануть оператора, просто не заплатив по счету. Так иногда и случается. Чтобы уменьшить собственный риск, операторы предусмотрели гарантийный взнос — залог, который пользователь вно­сит в момент заключения договора. Обычно это не очень большая сумма: в 30— 80 долларов. Депозит возвращается абоненту в случае расторжения договора.

При авансовой системе оплаты абонент вносит некоторую сумму заранее (аван­сом) и оплата производится из этой суммы. Абонент разговаривает, а его денеж­ки в режиме реального времени списываются с его авансового счета. Как только аванс исчерпан — связь прерывается. Кстати, это один из существенных недо­статков данной схемы: даже чрезвычайно важный разговор может быть прерван на полуслове. При кредитной схеме оплаты такие неприятности исключены.

Есть вариант этой схемы, при котором на балансе абонента должна оставаться некоторая сумма, называемая неснижаемым остатком (своего рода аналог депо­зита кредитной схемы). При достижении этого предела предоставление услуг прекращается, и возобновляется только после пополнения аванса.

Обычно абонент может в любое время уточнить, какова величина остатка на его балансе, чтобы иметь возможность заблаговременно его пополнить. Иногда опе­ратор предупреждает абонента о скором исчерпании средств (например, рассы­лает SMS соответствующего содержания).

Пополнение баланса, как и при кредитной схеме оплаты, может производиться различными способами, определяемыми оператором. А вот выставляемые абоненту счета при авансовой схеме оплачивать не нужно: они предназначены про­сто для информации.

Схема с предоплатой сходна с авансовой. Оплата услуг также производится заранее, но посредством телефонной карты: пластиковой или картонной карточки стандартного размера, на которой указан ее номинал (в долларах, в рублях или в минутах трафика) и нанесен секретный код (ряд цифр, скрытых под непрозрачным защитным слоем). Существенное достоинство этой схемы оплаты заключается в отсутствии обяза­тельной абонентской платы. Карта покупается заранее и активируется в нужный момент. Кстати, активировать карточку можно в любой день и в любое время су­ток — от режима работы банков и офисов оператора абонент при этом не зависит.

Активация телефонной карточки — это процедура зачисления ее стоимости карты на виртуальный счет. Технически это происходит так, как если бы потребитель подключался к Интернету. Защитный слой на поле секретного кода карты сти­рается, затем набирается определенный номер телефона, после чего набирают­ся все цифры секретного кода. Эта процедура обычно интерактивна: она сопро­вождается подсказками со стороны автоответчика системы и завершается подтверждением пополнения баланса. В счет вновь перечисленных денег мож­но сразу же звонить. Телефонную карту иногда называют скретч-картой.

В схеме с предоплатой есть несколько особенностей илидочнее, — недостатков. Существует срок годности карты. Новая телефонная карта должна быть активи­рована в течение определенного срока. Обычно этот срок достаточно велик (пол­года или год), тем не менее запастись картами на всю жизнь невозможно, их приходится покупать по мере необходимости (с небольшим запасом).

В течение определенного времени со дня активации карты (периода действия карты) сумма, перечисленная на виртуальный счет абонента, должна быть из­расходована. Этот временной интервал уже значительно меньше первого — по­рядка месяца или нескольких месяцев, в зависимости от номинала карты. По окончании времени действия карты телефонный номер блокируется, а неисполь­зованный остаток денег на счете может быть аннулирован (если это предусмот­рено правилами данного оператора). Но если новая карта активируется до окон­чания срока действия предыдущей, то перечисляемая сумма денег добавляется к остатку на счете, а время действия соответственно продлевается. Состояние своего счета абонент может проверить в любое время. Никаких счетов абоненту не выставляется.

***6 Аксессуары для сотовых телефонов***

 **6.1 Системы hands free**

Системы hands free (свободные руки) позволяют разговаривать по мобильному телефону не притрагиваясь к нему. Портативные системы hands free обычно состоят из разъема для подключения к телефону, микрофона и наушника специ­альной формы. Освобождая руки, гарнитура повышает безопасность (особенно при движении), оставляя конфиденциальными разговоры. Во многих странах мира (включая Россию) использование сотового телефона в движущемся авто­мобиле разрешено только при условии наличия подобных устройств. *Автомо­бильные* системы освобождают руки при разговоре, обеспечивают питание и за­ряд батареи; дуплексная версия к тому же обладает возможностью эхо и шумоподавления. *Офисные* системы также освобождают руки, позволяют од­новременно говорить и заряжать телефон.

Приобретая систему hands free, следует помнить, что отдельные модели телефо­нов и комплектов hands free несовместимы. Использование систем, не вошед­ших в список рекомендованных производителем телефонов, может привести к выходу последних из строя.

При покупке hands free придется делать выбор между системами с дуплексными и полудуплексными типами передачи. Система дуплексного типа обеспечивает одновременную двухстороннюю передачу голоса, иными словами, собеседники смогут говорить и слышать друг друга одновременно. С помощью системы по­лудуплексного типа возможна только односторонняя громкая связь. Кроме того, дуплексный hands free, построенный на основе цифровой обработки голоса, по­может избавиться от эха во время разговора, когда водитель слышит собствен­ный голос из динамика.

Существует несколько типов конструкций систем hands free.

Простейший и самый дешевый комплект состоит из наушника и микрофона, соединенных единым проводом (рис. 2.24). Он предельно прост в обращении. Для применения системы необходимо лишь воткнуть штекер микрофона в мо­бильный телефон и вставить наушник в ухо. Питание системы осуществляется от батареи телефона. Преимуществом такой системы является то, что она не тре­бует установки в автомобиле, ее можно переносить из автомобиля в автомобиль, пользоваться ей вне машины. Однако придется придумывать способ крепления для каждого варианта одежды, чтобы микрофон находился на нужном расстоя­нии от губ. К недостаткам можно отнести наличие провода и, как правило, не надетые

наушники. Минусом также является не направленность микрофона, вследствие чего разговор сопровождают посторонние окружающие шумы.

Современную систему hands free с голосовым набором представляет на россий­ском рынке британская компания Wester Connect Co. Данная система полнос­тью русифицирована. В комплект системы входят (рис. 2.25) — активный дер­жатель, имеющий выход на внешнюю антенну, внешний динамик, клавиша «Смарт» (которую для удобства можно ставить на любой поверхности панели приборов или рулевой колонки), выносной микрофон и само устройство.

Основным преимуществом устройства является то, что благодаря использова­нию цифрового преобразователя для оцифровки звука достигнуто очень высо­кое качество звучания, а дуплексная система позволяет в ходе связи говорить и слушать одновременно.

Существуют модели, у которых микрофон находится не на том проводе, кото­рый идет к телефону, а на тонком, но жестком проводе, крепящемся прямо к на­ушнику. В таком случае микрофон всегда располагается в нужном месте и мож­но делать его направленным. Подобную модель не могут использовать мотоциклисты, потому что гарнитура не помещается под шлем.

Есть даже беспроводные гарнитуры скрытого ношения (). Одна часть подклю­чается к телефону, от которого идет проводок, заканчивающийся петлей на шее, выполняющей функцию антенны для крайне маломощного передатчика, спря­танного в ухе. Передатчик этот встроен в наушник. Сейчас такие системы вы­полняют на базе технологии Bluetooth. Пример беспроводной гарнитуры для ведения телефонных разговоров представлен на рис. 2.26.

В большинстве моделей телефонных аппаратов при подключении системы hands free делается возможной функция автоматического ответа на входящий звонок: телефон сам «поднимает трубку», а когда собеседник кладет трубку, телефон авто­матически отключается.

Существуют варианты систем, рассчитанные на использование прикуривате­ля. Самая простая из них состоит из трубки и шнура питания. Для начала ра­боты необходимо лишь воткнуть штекер в гнездо прикуривателя. Эта система легко переносится из одного автомобиля в другой, она помещается даже в кар­мане пальто или пиджака. Работает как с цифровыми, так и с аналоговыми телефонами. Используется при необходимости иметь телефонную связь в ав­томобиле, а также когда не хочется тратить время на установку требуемого обо­рудования.

Другой вариант систем, подключаемых в гнездо прикуривателя, — портативный автокомплект. Он состоит из выносного микрофона, динамика, держателя теле­фонного аппарата, коммуникационного блока и соединительного кабеля. Осво­бождает не только руки, но и уши. Аппаратура не требует профессиональных на­выков при установке, а также позволяет выбирать места расположения микрофона и динамика. Она же обеспечивает питание и заряд батареи телефона во время дви­жения автомобиля. Система снабжена системой эхо- и шумоподавления, предус­матривает возможность использования внешней выносной антенны. Все это по­зволяет иметь в автомобиле качественную и удобную систему связи без нарушения целостности салона автомобиля. Основное преимущество таких систем в том, что они являются универсальными, подходящими для любого типа телефона, однако держатель плохо зажимает малогабаритные модели телефонов.

Стационарный автокомплект состоит из микрофона, держателя телефонно­го аппарата, коммуникационного блока, соединительных кабелей и, при не­обходимости, динамика. Обеспечивает связь, соответствующую высшим меж­дународным стандартам. Комплект сложен и требует профессиональной установки, поскольку подключается непосредственно к электрическим и элек­тронным устройствам автомобиля, оставляя гнездо прикуривателя свободным. Работает стационарный автокомплект через динамики аудиосистемы автомо­биля, автоматически понижая уровень звучания автомагнитолы во время те­лефонного звонка. Для ведения конфиденциальных разговоров необходимо подключение трубки. В комплекте используются цифровой преобразователь звука и система эхо- и шумоподавления, значительно повышающие качество приема-передачи сигнала. Питание и заряд батареи телефона производятся во время движения автомобиля.

В некоторых моделях hands free безопасность вождения дополнительно обеспе­чивается возможностью голосового набора заранее запрограммированных теле­фонных номеров. Но, установив такой комплект, ее владелец оказывается при­вязанным к определенной модели сотовых телефонов. При замене автомобиля систему hands free придется устанавливать заново. Большинство комплектов имеет выход на наружную антенну, которая обеспечивает более устойчивую связь и увеличивает дальность приема. Сама антенна обычно не входит в комплект поставки hands free.

С hands free системой может использоваться выносная трубка для конфиден­циальных разговоров, с помощью которой можно разговаривать, не выни­мая телефон из держателя и не прерывая заряд батареи. Удобен и дополни­тельный виброзвонок при использовании моделей, не имеющих собственного вибровызова.

**6.2 Источники питания**

Все приведенные выше выкладки верны для новой правильно заряженной бата­реи. А если она уже не новая? Если она заряжена неправильно? Что делать? По­стараемся разобраться, как устроена аккумуляторная батарея мобильного теле­фона, каковы ее основные характеристики и правила использования.

Аккумуляторные батареи, применяемые в современных сотовых телефонах, мож­но разделить на следующие типы:

- Никель-кадмиевые — NiCd *(Nickel Cadmium)*

- Никель-металлгидридные — NiMH *(Nickel Metal-Hydride)*

- Литий-ионные — Li-ion *(Lithium Ion)*

- Литий-полимерные — Li-pol *(Lithium Polymer)*

Никель-кадмиевые батареи — самые распространенные и дешевые. Это — на­стоящий ветеран на рынке мобильных устройств связи. Отлаженная технология и надежная работа обеспечили им широкое применение для питания портатив­ной техники и оборудования К основным достоинствам никель-кадмиевых ба­тарей относятся:

- Превосходная работоспособность в широком диапазоне температур окружаю­щей среды, в том числе возможность заряда при отрицательных температурах

- Способность отдавать в нагрузку большой ток

- Длительный срок службы — свыше тысячи циклов заряда/разряда при пра­вильной эксплуатации и обслуживании

- Низкая чувствительность к неправильной эксплуатации

- Легкое восстановление при понижении емкости и после длительного хранения

- Низкая цена

В NiCd аккумуляторных батареях рабочее вещество находится в виде мелких кри­сталлов, что обеспечивает максимальную площадь их соприкосновения с электролитом. При неблагоприятных условиях эксплуатации кристаллы укруп­няются до размеров, в 150 раз превосходящих первоначальные, что приводит к рез­кому уменьшению площади активной поверхности. Как следствие, снижается напряжение и уменьшается емкость. А в некоторых случаях острые грани крис­таллов даже прокалывают сепаратор, вызывая быстрый саморазряд или корот­кое замыкание.

Среди других недостатков этих аккумуляторных батарей можно отметить: необ­ходимость периодической полной разрядки для сохранения эксплуатационных свойств (устранения эффекта памяти), быстрый саморазряд (до 10% в течение первых 24-х часов), относительно маленькая плотность энергии (отношение емкости к габаритам и массе) и большие габариты (по сравнению с аккумуля­торными батареями других типов). К минусам этих батарей можно отнести и их «недружественность» к окружающей среде, т. к. они содержат кадмий и требуют специальной утилизации. Из-за больших габаритов и проблем с утилизацией NiCd эти батареи постепенно покидают рынок сотовых телефонов.

На смену им первыми пришли никель-металлгидридные батареи, но их шумно разрекламированные преимущества наделе не оправдали ожиданий потребите­лей из-за небольшого срока службы. Эта ситуация сейчас начинает выправлять­ся благодаря технологическому прогрессу в их производстве. Отличительные преимущества сегодняшних NiMH-батарей следующие:

- Их емкость примерно на 30% больше емкости NiCd-батарей при тех же га­баритах

- Они меньше склонны к эффекту памяти, чем NiCd-батареи (периодические циклы восстановления нужно выполнять реже)

- Низкая токсичность (NiMH-технология считается экологически чистой)

К сожалению, NiMH-батареи имеют много недостатков. По сравнению с NiCd-батареями, у них меньший срок службы — около 500 циклов «заряда/разряда», более быстрый саморазряд (в 1,5—2,0 раза) и более высокая цена.

Потерю заряда вызывает и их старение. У изношенной батареи пластины элек­тродов разбухают и начинают слипаться друг с другом, что приводит к повы­шению тока саморазряда. Укрупнение кристаллических образований в NiCd-батареях на основе никеля происходит в основном из-за слишком долгого нахождения ее в зарядном устройстве и многократного заряда без периодичес­кого полного разряда. Разукрупнить кристаллические образования позволяет проведение такой процедуры, как тренировка, которую достаточно проводить один раз в 30—60 дней.

Литий-ионные батареи постепенно завоевывают позиции на рынке устройств мобильной связи. Это обусловлено такими их преимуществами, как:

- Высокая плотность электрической энергии (по крайней мере вдвое большая, чем у NiCd-батареи того же размера, а значит, и вдвое меньшие габариты при той же емкости)

- Медленный саморазряд (примерно 2—5% в месяц плюс примерно 3% на пи­тание встроенной электронной схемы защиты)

- Отсутствие каких-либо требований к обслуживанию, за исключением тре­бования длительного хранения в заряженном состоянии

Но есть и недостатки: батареи некоторых производителей работают только при положительных температурах, все батареи дороги и подвержены процессу ста­рения, даже если они не используются. Уменьшение емкости наблюдается при­мерно после одного года. После двух лет хранения батарея часто становится не­исправной. Поэтому не рекомендуется хранить Li-ion-аккумуляторы в течение длительного времени — нужно использовать их, пока они новые.

Li-ion-батареи повреждаются при заряде в «чужих» зарядных устройствах, а так-же при хранении в чрезмерно разряженном состоянии. Уменьшение емкости Li-ion - батарей необратимо, так как используемые в них токсичные материалы рассчитаны на работу только в течение определенного времени (к концу срока службы батареи токсичность применяемых в них веществ снижается).

Литий-полимерные батареи появились на рынке сотовых телефонов и портативных компьютеров совсем недавно, они немного дешевле, чем литий ионные батареи при одинаковой плотности энергии. Выдерживают примерно 150 циклов заряда/разряда.

Литий-полимерные батареи изготовливаются в разнообразных пластичных геометрических формах, нетрадиционных для обычных батарей. Они достаточно тонкие по толщине и способны заполнять любое свободное место.

Основными параметрами аккумуляторной батареи телефона являются:

- Электрическая емкость

- Внутреннее сопротивление

- Напряжение

- Саморазряд

- Срок службы

Электрическая емкость аккумуляторной батареи состоит из номинальной и ре­альной.

Номинальная электрическая емкость — это то количество энергии, которым ба­тарея теоретически должна обладать в заряженном состоянии. Данный параметр аналогичен емкости, например, стакана. Так же как в стандартный граненый стакан можно налить 200 мл воды, так и в батарею можно «закачать» также лишь вполне определенное количество энергии. Но определяется это количество энер­гии не в момент заряда, а при обратном процессе, т. е. при разряде батареи по­стоянным током в течение измеряемого промежутка времени до момента дости­жения заданного порогового напряжения. Измеряется емкость в ампер-часах или миллиампер-часах и обозначается буквой С. Значение номинальной емкости батареи, как правило, зашифровано в ее обозначении.

Реальное значение емкости новой батареи на момент ввода ее в эксплуатацию колеблется от 80 до 110% номинального значения и зависит: от фирмы-изгото­вителя, условий и срока хранения, а также от технологии ввода в эксплуатацию. Нижний предел (80%) обычно рассматривается как минимально допустимое зна­чение для новой батареи. Теоретически батарея, например, номинальной емко­стью 1000 мА- ч может отдавать ток 1000 мА в течение 1 ч, 100 мА — в течение 10 ч, или 10 мА в течение 100 ч.

Практически же, при высоком токе разряда номи­нальная емкость не достигается, а при низком токе — превышается.

В процессе эксплуатации емкость батареи уменьшается. Скорость уменьшения зависит от типа батареи, технологии обслуживания в процессе работы, исполь­зуемых зарядных устройств, условий и длительности эксплуатации.

Внутреннее сопротивление батареи определяет ее способность отдавать в нагрузку большой ток. Эта зависимость подчиняется закону Ома. При низком значении внут­реннего сопротивления батарея способна отдать в нагрузку больший пиковый ток (без существенного уменьшения напряжения на ее выводах), а значит, и большую пиковую мощность, в то время как высокое значение сопротивления приводит к резкому уменьшению напряжения на выводах батареи при резком увеличении тока нагрузки. Это приводит к тому, что внешне хороший аккумулятор не может полно­стью отдать запасенную в нем энергию

в нагрузку.

**6.3 Выносные антенны**

Антенны в мобильной телефонии занимают особое место. Именно они связы­вают ваш телефонный аппарат с сотовой системой и обеспечивают соединение. У купленного вами телефона уже есть простая и удобная малогабаритная антен­на. В большинстве случаев она обеспечивает устойчивую связь. Но бывают си­туации, когда из телефона нужно «выжать» все, что только возможно.

Некоторые пользователи сотовых телефонов не знают, что даже в пределах зоны обслуживания почти каждой базовой станции, независимо от принадлежности к оператору сотовой связи (стандарту), бывают участки с негарантированным покрытием. Иногда встречаются «мертвые зоны», где для потери или восста­новления связи достаточно сделать 2—3 шага в сторону. Количество базовых стан­ций в разных районах города полностью эту проблему в отдельно взятом конк­ретном месте не решает. Это беда не только сотовой связи, но даже и телевидения (обладающего мощными передатчиками).

На качество соединения влияет множество факторов: конфигурация антенны, находящиеся в непосредственной близости от нее объекты, правильное зазем­ление, угол отклонения от вертикали, длина соединительного кабеля и т. д. К со­жалению, конструкция современного мобильного телефона не позволяет исполь­зовать высокоэффективную встроенную антенну, поэтому, для того чтобы обеспечить качественную связь в местах с недостаточным радиопокрытием, ей необходима помощь — дополнительная сменная антенна. Она особенно необ­ходима телефону в автомобиле, так как кузов последнего является своеобраз­ным экраном, препятствующим прохождению радиосигнала и искажающим его. Практически все типы телефонов допускают использование сменных антенн. Однако успех будет обеспечен лишь тогда, когда антенна используется правильно.

Сменные антенны имеет смысл применять в том случае, если уровень прини­маемого сигнала настолько мал, что связь становится неустойчивой. В против­ном случае связь может даже ухудшиться (!!!). Можно выделить несколько ситу­аций, когда целесообразно применение сменных антенн:

1. Разговор ведется из экранированного помещения или из автомобиля. Выне­сенная наружу антенна существенно улучшает качество связи. Причем, если за
пределами автомобиля (или здания) условия прохождения сигнала хорошие, нет
необходимости применять антенны с повышенным усилением. Однако нали­чие кабеля между антенной и телефонным аппаратом и в некоторых случаях до­
полнительных разъемов (особенно бесконтактных — емкостных и индуктивных)
приводит к некоторым потерям сигнала.
2. Между говорящим по телефону и базовой станцией находятся массивные со­
оружения, складки местности или толстые стены. Сигнал может быть сильно
ослаблен и распространяться не горизонтально.
3. Разговор ведется на большом удалении от ближайшей базовой станции — на
краю или за пределами зоны действия сотовой системы. Сигнал сильно ослаб­
лен, но распространяется горизонтально. Целесообразно применить антенну с
усилением не менее 7 дБ, предпочтительно штыревую.

При осуществлении связи со стационарных объектов (квартир, офисов, дач) це­лесообразно использовать направленные внешние антенны. Конечно, при этом телефон становится менее «мобильным», так как он будет подключен через спе­циальный адаптер к антенному кабелю, но качество связи во многих случаях становится даже выше, чем при движении рядом с базовой станцией.

Сейчас практически в каждом салоне связи можно купить самые разнообраз­ные автомобильные и стационарные антенны. Попробуем разобраться, нужна ли вообще дополнительная внешняя антенна, чем они отличаются друг от дру­га, как выбрать подходящую модель.

Начнем с наиболее часто встречающегося примера использования мобильного телефона — в движущемся автомобиле. В этом случае выносные антенныотводят излучение телефона от головы, а также увеличивают его чувствительность. Используя автомобильную антенну, вы улучшаете качество связи, продлеваете срок работы батареи телефона и ограждаете себя от электромагнитного излуче­ния. Можно просто поставить магнитную антенну на крышу автомобиля или закрепить ее на боковом стекле.

Почему же связь из автомобиля хуже, чем на открытом месте, и что же конкрет­но происходит?

Внутри автомобиля работоспособность телефонного аппарата резко понижается, поскольку в нем сигнал от базовой станции принимается намного хуже, чем снаружи.

Внутри автомобиля излучение от собственной антенны телефона многократно отражается, в результате чего все пассажиры оказываются сидящими как бы внут­ри микроволновой печи.

Принимая недостаточно сильный сигнал, аппарат получает от базовой станции команду повысить уровень мощности; следовательно, увеличивается уровень излучения и повышается расход электроэнергии.

Радиосигнал, излучаемый телефоном, может отразиться на работе электронных устройств и систем автомобиля.

Внешняя антенна не только помогает избежать вышеперечисленных неприят­ностей, но и улучшает качество связи. Достигается это в основном благодаря выведению сигнала за пределы автомобиля и более эффективному перераспре­делению диаграммы направленности антенны.

Ha сегодняшний день наибольшее распространение получили коллинеарные и планарные антенны. У каждой есть свои плюсы и минусы. Так, коллинеарные антенны способны усиливать сигнал вне зависимости оттого, в какой стороне от них расположена базовая станция, зато планарные располагаются внутри ав­томобиля и, как следствие, более защищены от атмосферных воздействий и любителей чужой собственности.

Согласно теории распространения электромагнитных волн, для оптимального функционирования в автомобиле антенна должна: равномерно излучать сигнал во все стороны в горизонтальной плоскости (имеет круговую диаграмму направ­ленности), иметь хорошее заземление, находиться как можно выше и на доста­точной площади заземленной поверхности. При этом, если антенна штыревая, угол отклонения от вертикали не должен превышать 15°. Из всего этого следует, что наилучшие показатели (для связи в автомобиле) будут обеспечиваться шты­ревой антенной, врезанной в центр крыши.

Обычно автомобильная антенна состоит из двух частей: внешней (штырь и внешняя часть базы) и внутренней (внутренняя часть базы или коробка связи, к которой подключается кабель). Надежное соединение внешней и внутренней частей жизненно важно для обеспечения эффективной работы антенны. Выбор места на автомобиле, где будет крепиться антенна, имеет значение не только с точки зрения удобства. Расположение антенны относительно металлического кузова автомобиля влияет на ее характеристики, из-за чего номинальное усиле­ние, указанное в паспорте антенны, может только приблизительно соответство­вать реальному. Лучше всего, если антенна установлена в сквозное отверстие в крыше автомобиля, поскольку в этом случае обеспечивается непосредственный контакт всех ее элементов. В этом положении усиление практически соответ­ствует номинальному, а диаграмма направленности — круговая. Но если кто-то не хочет сверлить отверстие в крыше, можно воспользоваться другими способа­ми установки: «сквозь стекло», на боковое стекло и на багажник.

Монтаж антенны на бампере существенно искажает ее диаграмму направлен­ности. Антенны с большим усилением так крепить не рекомендуется. Располо­жение антенны на багажнике или капоте даст промежуточный результат. При установке «сквозь стекло» антенна чаще всего размещается у верхнего края заднего стекла автомобиля. Внешняя часть базы антенны со штырем крепится снаружи, а коробка связи — внутри салона. Потери обычно не превышают 0,5-1 дБ. Однако следует помнить, что антенна не будет эффективно работать, если стекло, к которому она прикрепляется, тонированное. Нельзя ставить антенну и поверх проводников обогревателя. Кроме того, многие автомобили высшего класса имеют стекла с двойным покрытием и в этом случае устанавливать ан­тенну «сквозь стекло» тоже нельзя.

Временный способ установки антенны на крышу с помощью магнитного основа­ния имеет ряд очевидных преимуществ. Антенна может быть установлена в центре крыши, что обеспечивает круговую диаграмму направленности и не требует свер­ления отверстия. Однако такую антенну легко снять, а значит, легко и украсть.

Соединительный кабель от телефонного аппарата к антенне обычно выводится через дверь и может быть легко поврежден. Есть еще один способ временной установки антенны — на боковое стекло. В этом случае кабель проходит внутри салона, и ук­расть такую антенну сложнее. И хотя диаграмма направленности отнюдь не идеаль­на, качество связи будет вполне приемлемым. Существуют варианты крепления, позволяющие регулировать положение излучателя антенны по вертикали.

Кабель часто входит в комплект поставки антенны — обычно это неразъемное соеди­нение. Исходная длина кабеля, как правило, составляет 3 м; при монтаже антенны его обрезают, вследствии чего приходится устанавливать разъем на конце кабеля, об­ращенном к телефону. Эту операцию нужно делать тщательно — неправильно уста­новленный разъем способен нарушить работу всей системы. Соединение кабеля с телефоном бывает прямым и опосредованным — через устройство громкой связи.

В первом случае кабель присоединяется через дополнительный разъем телефон­ного аппарата. Во втором случае кабель присоединяется к устройству громкой связи, а телефон вставляется в гнездо этого устройства. Некоторые модели теле­фонов не имеют специального гнезда для сменной антенны, и поэтому их мож­но присоединять только через устройство громкой связи (иногда можно отсое­динить штатную антенну и подсоединить кабель вместо нее, но это неудобно).

Во втором случае можно устанавливать и использовать недорогие стационарные направленные антенны для мобильных телефонов в городах и селах, расположен­ных вокруг базовых станций операторов сотовой связи на удалении до 35 км (GSM-900), до 40-45 км (D-AMPS), до 55-60 км (CDMA), до 70 км (NMT-4501) в зависимости от рельефа местности.

Сотовый телефон с внешней антенной с успехом заменит обычный и сможет помочь не только передать важные новости, но и вызвать экстренную помощь и спасти жизнь человеку в критической ситуации.

Основными разновидностями направленных антенн являются антенны типа «волновой канал» и логопериодические. Наибольшее распространение получи­ли первые. Они обладают большим усилением и просты в изготовлении. Лого-периодические антенны более сложны и дороги, однако они имеют большую полосу частот и не требуют дополнительной настройки.

*Антенна типа «волновой канал»* состоит из ряда параллельных вибра­торов, расположенных в одной плоскости: полуволнового линейного или петлевого вибратора, к которому подключен кабель снижения (активный вибра­тор), рефлектора и директоров (пассивные вибраторы).

Длина рефлектора и его расстояние до активного вибратора подобраны таким образом, что излучение рефлектора ослабляет излучение активного вибратора в обратном направлении и усиливает его в прямом направлении. Таким образом, рефлектор является своеобразным отражателем, обеспечивающим формирова­ние однонаправленной характеристики излучения (приема). Нередко в качестве рефлектора используется система вибраторов или сетка. Усилению излучения в прямом направлении способствуют директоры, которые возбуждаются, как и рефлектор, под воздействием излучения активного вибратора. Следовательно, казалось бы, усиление антенны тем больше, чем больше у нее директоров. Од­нако чем больше количество директоров в антенне, тем меньше сказывается на ее усилении добавление каждого нового директора и тем сложнее добиться со­гласованной работы всех директоров. Одновременно это ведет к сужению поло­сы пропускания антенны.

К достоинствам антенны типа «волновой канал» можно отнести сравнительно высокое усиление при простоте конструкции.

К недостаткам этой антенны следует отнести сложность ее настройки при числе директоров более трех. Антенны, даже собранные по одному чертежу на одной и той же линии, оказываются настроенными по-разному и не допускают допол­нительной настройки. Таким образом, реальное усиление такой антенны значи­тельно ниже указанного (в среднем на 3—4 дБ). Кроме того, узкая полоса про­пускания ведет к резкому снижению усиления в тех системах связи, где используют дуплексные частоты с большим разносом. Например, стандарт DAMPS использует частоты 824—840 и 869—894 МГц и использование антенны типа «волновой канал», настроенной на середину этого диапазона, приводит к заметному ухудшению работы антенны на краях диапазона (то есть на рабочих частотах). То же самое относится к стандартам GSM-900, GSM-1800.

*Логопериодические антенны —* это один из типов антенн с неизменной формой диаграммы направленности и постоянным усилением в широком диапазоне частот.

У такой антенны во всем диапазоне частот обеспечивается хорошее согласова­ние антенны с фидером. Логопериодическая антенна образована собиратель­ной линией в виде 2-х труб, расположенных параллельно, к которым поочеред­но через один крепятся вибраторы.

Рабочая полоса частот антенны со стороны нижней частоты зависит от разме­ров наиболее длинных вибраторов, а со стороны верхней частоты — от размеров наиболее коротких вибраторов. Усиление антенны определяется количеством вибраторов, каждый из которых является активным. Следовательно, задав по­лосу частот (размеры максимального и минимального вибраторов), можно по­лучить достаточно высокий коэффициент усиления во всем диапазоне за счет

увеличения количества вибраторов. Логопериодические антенны хорошо рабо­тают в широкополосных системах связи: DAMPS, GSM-900, GSM-1800 и, ко­нечно, в относительно узкополосных, например, в системе многостанционного доступа с кодовым разделением каналов CDMA (ширина полосы частот 1,5 МГц). Они не требуют дополнительной настройки, поскольку все вибраторы являют­ся активными и расстроены один относительно другого на постоянную величи­ну, являющуюся характеристикой антенны.

К. недостаткам этой антенны можно отнести ее более сложную конструкцию и повышенную трудоемкость в изготовлении по сравнению с антенной типа «вол­новой канал».

Таким образом, в системах сотовой связи стандартов CDMA, DAMPS, GSM-900/ 1800 целесообразно применять логопериодические антенны с необходимым для каждого конкретного случая усилением. На границе зоны покрытия наибо­лее эффективны антенны типа «волновой канал», однако настройка этих антенн должна выполняться специалистом. Также следует обратить внимание на мате­риал, из которого изготовлена антенна. На частотах 800—900 МГц, а тем более 1800 МГц, несколько лучший результат дает использование материалов с высо­кой проводимостью — таких, как медь, латунь. Это повышает добротность ан­тенны и сводит к минимуму потери.

**Приложение**

Плакаты:

- Структурная схема цифрового радио телефона

- Зона покрытия «Мегафон», построение сот для трех частот

Сотовый телефон:

- Samsung R620

**Список используемой литературы**

**1. Андрианов В.И., Соколов А.В.** Мобильные телефоны.- СПБ.: БХВ-Петербург;Арлит.2003.-384с.:ил.-(Техника в вашем доме).

**2. Матtриалы сервера www.mobile.ru**