

Шмалько А.Е.
Одесская национальная академия связи им А.С. Попова,
Гончарук Д.С.
Предприятие ОРЦ ТЗИ ОАО "Укртелеком"

СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 3-ГО ПОКОЛЕНИЯ

До недавнего времени передача речи была основным видом услуг в системах подвижной радиосвязи и составляла преимущественную часть в общесистемной загрузке. Основными факторами, обусловившими эволюцию от существующих систем сухопутной подвижной радиосвязи общего пользования 2-го поколения к системам 3-го поколения, стали: рост потребностей в услугах высокоскоростной передачи данных и необходимость в повышении эффективности использования радиочастотного спектра.

В технологию GSM (Global System for Mobile Communications) вложены большие инвестиции и это предопределило эволюционный путь ее развития, в рамках которого создается база для систем мобильной связи 3-го поколения. Происходит постепенное наращивание сетевых элементов, усовершенствование контроллеров и базовых станций, разработка и создание двухрежимных абонентских терминалов, формируется абонентская база [1].

Несмотря на успехи развития систем 2-го поколения ряд новых требований лежат за пределами их возможностей. К их числу можно отнести предоставление услуг мультимедиа, асимметричную передачу со скоростью до 2048 кбит/с с гибким перераспределением трафика в прямом и обратном каналах. Реализация новых требований планируется в рамках систем последующих поколений. Целью работы является анализ систем мобильной связи 3-го поколения, их структуры, перспективы и дальнейшее развитие.

Системы 3-го поколения IMT-2000 (International Mobile Telecommunication-2000) будут обладать следующими отличительными чертами [1]:

- высокой степенью унификации оборудования в глобальном масштабе;
- совместимостью услуг в пределах IMT-2000 с услугами стационарных сетей;
- высоким качеством обслуживания пользователей;
- удобным портативным абонентским оборудованием для всемирного использования;
- всемирным роумингом;
- высокой степенью гибкости сетей к возможности поддержания вновь появляющихся видов услуг;
- предоставлением услуг мультимедиа.

Требования к скорости передачи данных для систем 3-го поколения выбирались в соответствии с аналогичными требованиями к цифровым сетям с интеграцией служб ISDN (Integrated Services Digital Network). Скорость передачи данных 144 кбит/с в ISDN используется для организации так называемого базового доступа, при котором передаются два информационных канала В (по 64 кбит/с) и канал сигнализации D (16 кбит/с). В сетях IMT-2000 скорость 144 кбит/с предполагается для уровня макросот, обеспечивающего 100%-ное покрытие и обслуживание абонентов с высокими скоростями передвижения (до 250 км/ч).

Скорость 384 кбит/с в ISDN предназначена для организации каналов НО (6x64 кбит/с каналов передачи данных), а в сетях IMT-2000 — для уровня микросот, обеспечивающего локальное покрытие областей с высокими требованиями по загрузке и обслуживанию абонентов с малыми и средними скоростями передвижения (более 10 км/ч). Скорость 2 Мбит/с в ISDN предназначена для организации каналов Н12 (30x64 кбит/с каналов передачи данных), а в сетях IMT-2000 – для уровня пикосот, обеспечивающего покрытие отдельных помещений внутри зданий и обслуживание в основном стационарных или перемещающихся внутри зданий абонентов.

При организации архитектуры сети UMTS и распределении функций между ее элементами разработчики руководствовались тем, чтобы максимально использовать широко развитую инфраструктуру сетей сотовой связи стандарта GSM и внедрять как можно меньше новых сетевых элементов. Исходя из общей идеологии развития UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) планируется осуществление эволюционного перехода от существующих технологий 2-го поколения подвижной связи (GSM) к новым возможностям систем UMTS. Зоны покрытия UMTS будут иметь иерархическую структуру, показанную на рис. 1.

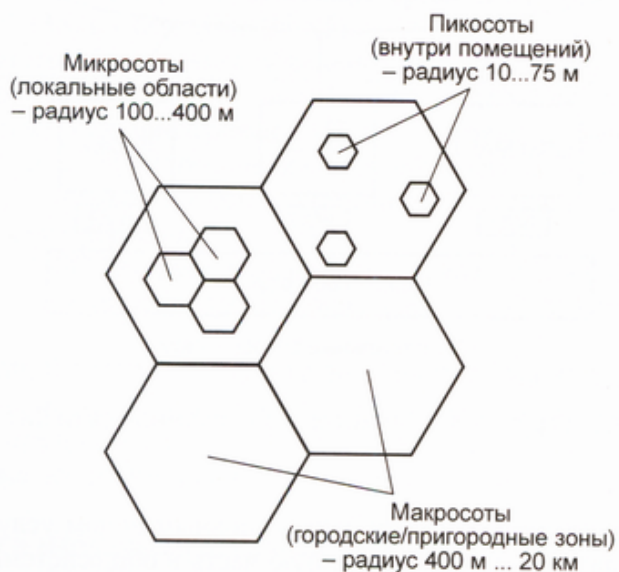


Рисунок 1 – Иерархия уровней сот сетей 3-го поколения

уровнем макросот. По структуре покрытия микросоты будут либо обслуживать локальные области (группы территориально объединенных зданий – бизнес- и выставочные центры, университеты, аэропорты и т.д.), либо максимально приближаться к форме улиц и повторять их топографию. При этом их длина может составлять от 100 до 400 м. Абоненты здесь будут иметь среднюю подвижность (скорость передвижения более 10 км/ч) и пользоваться речевыми услугами и услугами по передаче данных (до 384 кбит/с); эти группы сот, как ожидается, будут обрабатывать наибольшую нагрузку в сети.

3. **Макросоты** – предназначены для обеспечения сплошного покрытия обширных районов городских и пригородных зон, где абоненты будут иметь высокую подвижность (скорость передвижения на автомобиле) и пользоваться услугами по передаче речи и данных (до 144 кбит/с).

В проекте UTRA предполагается использовать два метода дуплексного разнеса: FDD (Frequency Division Duplex) и TDD (Time Division Duplex).

FDD – частотный дуплексный разнос, дуплексная передача с частотным разделением каналов; режим работы линии связи, при которой передача и прием осуществляются на разных частотах.

TDD – временной дуплексный разнос, дуплексная передача с временным разделением каналов. Двусторонняя связь в режиме TDD обеспечивается на одной несущей частоте с временным уплотнением каналов передачи и приема.

Комбинированное использование двух режимов FDD и TDD делает систему гибкой в части использования выделенных полос частот и позволяет менять пропускную способность в зависимости от условий эксплуатации и видов обслуживания. В частности, режим TDD позволяет наиболее оптимально перераспределять ресурсы сети при асимметричном трафике, возникающем, например, при доступе к сети Интернет.

Одной из наиболее предпочтительных и эффективных стратегий развития сетей 3G является эволюционное развитие на базе существующей инфраструктуры 2,5G сетей: GSM/GPRS/EDGE.

Увеличение скорости доступа абонентов к сети, реализация сквозной пакетной передачи информации накладывает качественно новые требования к магистральному (транспортному) уровню мультисервисной сети мобильной связи, обеспечивающему транспорт информации между функциональными элементами сети. Транспорт информации осуществляется по оптоволоконным линиям с использованием технологий SDH и DWDM. Для пакетной передачи информации на магистральном уровне используются магистральные коммутирующие маршрутизаторы.

Магистральные коммутирующие маршрутизаторы реализуют магистральную IP-сеть с использованием технологии MPLS (Multi Protocol Label Switch). Технология MPLS обеспечивает эффективную маршрутизацию пакетной информации, позволяет решать ряд существующих проблем: обеспечение качества обслуживания (QoS — Quality of Service), управление трафиком, безопасность сети, организация защищенных виртуальных частных сетей (VPN — Virtual Private Network).

Как видно из рис. 1, сотовая структура сетей UMTS будет иметь три уровня.

1. **Пикосоты** – предназначены в основном для обеспечения покрытия внутри помещений и в тех зданиях (или этажах зданий), где отмечается повышенный спрос на услуги высокоскоростной передачи данных (видеоконференции, мультимедиа и т.д.). Принципы развертывания уровня пикосот будут во многом зависеть от максимально требуемого радиуса действия в тех или иных окружающих условиях (внутри или вне помещений). Радиус действия пикосот может составлять от 10 до 75 м. Абоненты здесь будут иметь низкую подвижность (скорость передвижения менее 10 км/ч) и пользоваться высокоскоростными услугами (до 2 Мбит/с).

2. **Микросоты** – предназначены для обслуживания абонентов вне помещений путем покрытия отдельных улиц и обеспечения дополнительной емкости для удовлетворения трафика, не поддерживаемого

На уровне управления осуществляются функции коммутации каналов и маршрутизации пакетов, доступ к услугам, управление мобильностью абонентов, доступ в телефонную сеть общего пользования, в сети передачи данных, другие сети мобильной связи. На уровне доступа реализуются функции доступа абонентов к ресурсам сети через: каналы GSM; каналы UTRA; широкополосные системы фиксированного доступа (системы доступа по медному кабелю на основе технологий xDSL, системы доступа по оптическим линиям, гибридные оптико-коаксиальные системы, широкополосные системы радиодоступа и другие).

Программа IMT-2000, ранее известная как Future Public Land Mobile Telephone System (FPLMTS), представляет собой программу создания глобальной системы подвижной радиосвязи общего пользования 3-го поколения, которая будет включать ряд международных региональных и национальных систем с возможностью всемирного роуминга. Системы 3-го поколения смогут предоставлять абонентам широкий спектр услуг связи, характерных как для фиксированных сетей (телефонных сетей общего пользования, цифровых сетей с интеграцией служб и т.д.), так и специфичных для подвижных абонентов. Различные виды оконечного абонентского (терминального) оборудования IMT-2000 предоставят доступ к наземному, и к спутниковому сегменту сети [2].

Вопросы, связанные с разработкой и аспектами внедрения IMT-2000 в рамках Международного союза электросвязи (ITU — International Telecommunication Union), начали рассматриваться с 1985 года. В Европе разработка стандартов для системы 3-го поколения началась с 1990 года в Европейском институте стандартизации электросвязи (ETSI). В рамках Европейского союза система 3-го поколения получила название Universal Mobile Telecommunication System (UMTS), а технология радиointерфейса наземного сегмента системы UMTS, разработанная ETSI, получила название UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA).

IMT-2000 является системой открытых стандартов, создаваемых под эгидой ITU при участии региональных и национальных организаций. Для решения спорных вопросов при определении единых гармонизированных решений и разработки спецификаций по стандартам радиointерфейсов 3-го поколения были созданы два партнерских объединения — Партнерские проекты по системам 3-го поколения (3-rd Generation Partnership Project) 3GPP и 3GPP2 [3].

В первое партнерское объединение 3GPP входят Европейский институт телекоммуникационных стандартов ETSI (Европа), ARIB (Япония), Комитет T1 ANSI (США), а также три организации по стандартизации от Азиатско-Тихоокеанского региона — CWTS (Китай), Ассоциация технологий связи ТТА (Корея) и Комитет по технологиям связи ТТС (Япония).

Основной вклад партнерства 3GPP в программу IMT-2000 — это гармонизация пяти проектов UTRA FDD (ETSI), WCDMA (ARIB), WCDMA NA (T1P1, США), WIMS (TR-46.1, США) и CDMA II (ТТА) в один вариант радиointерфейса IMT-DS (IMT-2000 Direct Spread), создаваемый на базе проектов WCDMA (UTRA FDD) с прямым расширением спектра (DS-CDMA) и частотным дуплексным разносом (FDD) для применения в парных полосах частот.

Второй тип радиointерфейса, который был представлен партнерством 3GPP в ITU, основан на кодово-временном разделении каналов TDMA/CDMA с временным дуплексным разносом (TDD) для применения в непарных полосах частот. Вариант, который получил название IMT-TC (IMT-2000 Time-Code), фактически представляет собой чисто формальное объединение двух различных технических решений — европейского предложения UTRA TDD и китайского TD-SCDMA.

С технической точки зрения основное отличие вариантов IMT-DS и IMT-TC от ранее поступивших в ITU предложений — это изменение в базовом варианте скорости с 4,096 на 3,84 Мбит/с.

Еще одному предложению DECT EP, которое поступило от ETSI, была присвоена новая аббревиатура IMT-FT (IMT-2000 Frequency Time). Стандарт на микросотовую систему DECT разрабатывается с комбинированным частотно-временным дуплексным разносом и предназначен для применения как в парных, так и непарных полосах частот. В варианте IMT-FT предложены три градации скоростей передачи: 1,152; 2,304 и 3,456 Мбит/с. Такая возможность реализуется за счет введения новых методов модуляции $\pi/2$ -DPSK, $\pi/4$ -DQPSK, $\pi/8$ -DPSK.

Во второе партнерское объединение 3GPP2 входит Ассоциация промышленности связи TIA (представленная подкомитетами TIA TR-45.3 и TIA TR-45.5), а также организации ARIB, CWTS, ТТА и ТТС. Основная цель 3GPP2 — эволюционное развитие технологий сотовой связи 2-го поколения, которые в настоящее время получили широкое распространение в США: TDMA (IS-136) и CDMAOne (IS-95).

Предложения от этого партнерского объединения представлены в виде двух вариантов радиointерфейсов, получивших обозначение IMT-MC (IMT-2000 Multi Carrier) и IMT-SC (IMT-2000 Single Carrier). Радиointерфейс IMT-MC основан на варианте многочастотной системы CDMA-2000, в

которой обеспечивается обратная совместимость с CDMA-One (IS-95). Увеличение пропускной способности реализуется за счет одновременной передачи информации на нескольких несущих.

Радиоинтерфейс IMT-SC базируется на проекте стандарта UWC-136 и предполагает поэтапное расширение возможностей существующей системы TDMA при работе в парных полосах частот.

Согласно концепции IMT-2000 общая архитектура системы нового поколения подразделяется на две составные части: сети радиодоступа и базовые сети. После завершения процедуры гармонизации в состав семейства сетей радиодоступа были включены 5 радиоинтерфейсов. Схема их взаимосвязи с ранее представленными проектами стандартов приведена на рис.2.

Сети радиодоступа и магистральные базовые сети связаны между собой современными соединительными линиями. Модульная структура IMT-2000 обеспечивает возможность наращивать сетевую инфраструктуру путем последовательной модификации ее составных элементов.

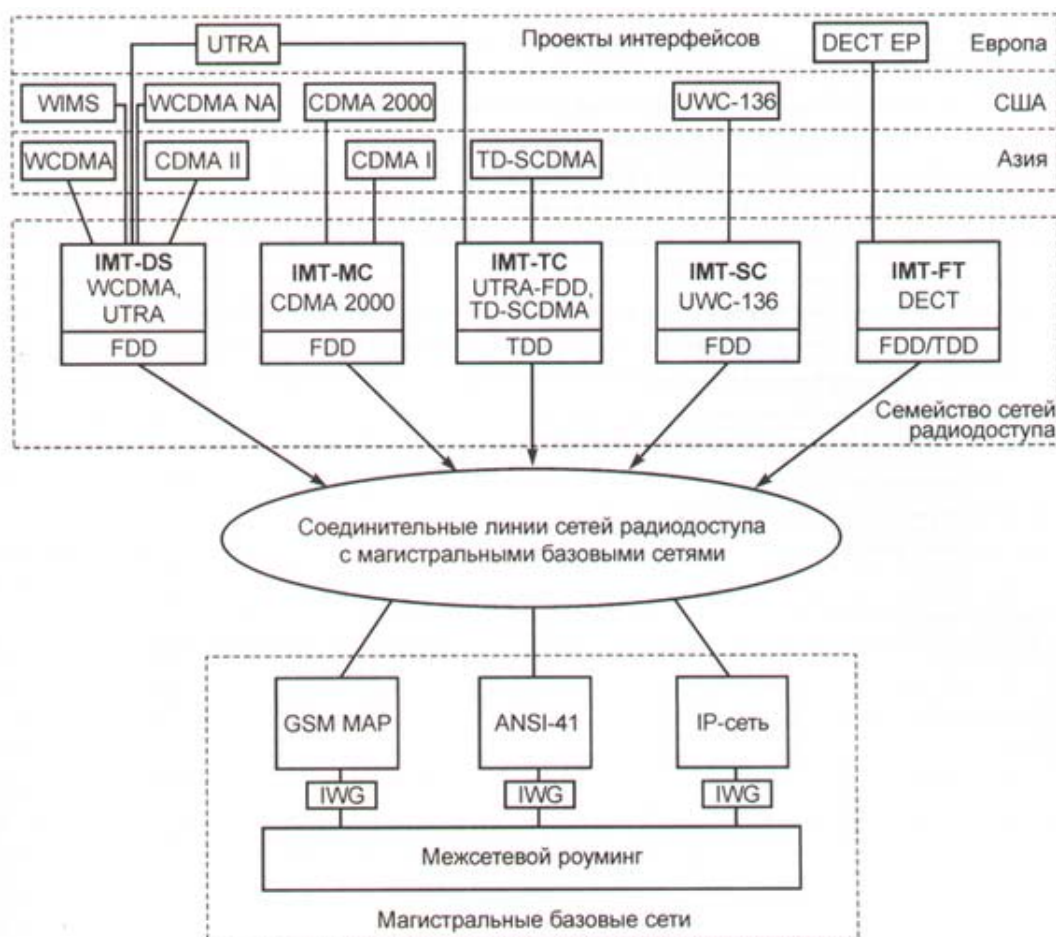


Рисунок 2 – Укрупненная архитектура наземной сети IMT-2000

Подводя итог, можно сказать, что сети 3-го поколения являются наиболее перспективными системами в активно развивающейся телекоммуникационной отрасли, так как они удовлетворяют техническим требованиям современного общества.

Литература

1. Закиров З.Г., Надеев А.Ф., Файзуллин Р.Р. Сотовая связь стандарта GSM. Современное состояние, переход к сетям третьего поколения. – М.: Эко-Трейзд, 2004. – С. 97-109.
2. Невдяев Л.М. Мобильная связь 3-го поколения. Серия изданий "Связь и бизнес". – М.: ООО "Мобильные коммуникации", 2000. – 208 с.
3. 3GPP, <http://www.3gpp.org>
4. ITU-T Recommendation Q.1701 (1999). Framework for IMT-2000 networks.