

АННОТАЦИЯ

Магистерская диссертация «Исследование мультистандартных абонентских мобильных систем связи» посвящена актуальной задаче исследования функциональных возможностей мультистандартных абонентских терминалов и перспектив их развития. Большое место в магистерской диссертации уделено на исследование существующих стандартов и технологий мобильной связи и анализ их характеристик.

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

На правах рукописи

УДК 621.396.93

ПУЛАТОВ АББОСХОН БАХТИЁРОВИЧ

**Исследование мультистандартных абонентских мобильных
систем связи**

5А311103 - Радиотехнические устройства и средства связи

Диссертация на соискание академической степени магистра

**Научный руководитель:
К.т.н. Ж.Ш. Максудов**

Ташкент 2013

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Факультет РРТ

Кафедра РТиРС

Учебный год 2012/2013

Магистрант Пулатов А.Б

Научный руководитель Максудов Ж.Ш.

Специальность 5А311103 Радиотехни-
ческие устройства и средства связи

АННОТАЦИЯ МАГИСТРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Магистерская диссертация посвящена актуальной задаче исследования функциональных возможностей мультистандартных абонентских терминалов и перспектив их развития.

Большое место в магистерской диссертации уделено на исследование существующих стандартов и технологий мобильной связи и анализ их характеристик.

Структура работы представлена введением, тремя главами, заключением, списком литературы и приложением.

Во введении определены актуальность темы, цели и задачи, поставленные в магистерской диссертации, и объект и предмет исследования. В заключение сделаны выводы о проделанной работе и подведен итог исследованию.

Результаты исследований обсуждались на семинарах кафедры Устройства и системы радиосвязи, на Республиканских научно-технических конференциях.

Научный руководитель _____

Магистрант _____

**STATE COMMITTEE FOR COMMUNICATIONS, INFORMATION
AND TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES OF THE REPUBLIC
UZBEKISTAN**

TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGY

Faculty RRT
The chair RE and RC
The academic year 2012/2013

Master of Polatov A.B.
Scientific director of Maksudov J.Sh.
Specialty 5A311103 - Devices Radio
Enneering and communication

SUMMARY OF MASTER THESIS

Master's thesis is dedicated to the actual task of researching the functionality of multi standard terminals and their development prospects.

Great place in the master's thesis focused on the study of existing standards and mobile technologies and analysis of their characteristics.

The structure of the thesis is presented in introduction, three chapters, conclusion, a list of literature and the appendix.

The introduction sets out the relevance of the themes, purposes and targets established in the master's thesis, and the object and subject of investigation. Finally, the conclusions of the work carried out and summarizes the research.

Results of researches were discussed at seminars "Device and radio communication system" Departament, at Republican scientific and technical conferences.

Supervisor of studies _____

Student _____

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
Глава I. Обзор и анализ существующих технологий мобильной связи	9
1. Обзор существующих технологий мобильной связи.....	9
2. Международные организации, участвующие в формировании технической политики и стандартизации в области мобильной связи и основные нормативные документы.....	13
3. Эволюция систем мобильной связи.....	17
4. Сравнительный анализ технологий мобильной связи.....	25
Выводы к главе I	30
Глава II. Структура и функциональный состав сетей мобильной связи ..	31
1. Структура и функциональный состав технологии GSM.....	31
2. Структура и функциональный состав системы 3G.....	33
3. Структура и функциональный состав технологии LTE	35
4. Структура и функциональный состав технологии CDMA.....	38
5. Структура и функциональный состав технологии Wi-Fi.....	40
6. Структура и функциональный состав технологии Wi-MAX.....	41
Выводы к главе II	44
Глава III. Исследование и анализ мультистандартных абонентских устройств мобильной связи	45
1. Мультистандартный терминал, сканирующий запрос для выравнивания интервала сканирования WiMAX с окном поискового вызова CDMA.....	45
2. Типовая работа мультистандартного терминала в сетях CDMA 1x с коммутацией каналов и наложением WiMAX.....	55
3. Мультистандартная передающая система для беспроводной системы связи.....	80
Выводы к главе III	86

Заключение.....	87
Список литературы.....	82

Введение

Обоснование темы диссертации и актуальность. В Республике Узбекистан создана современная и мощная законодательная база в сфере инфокоммуникационных технологий [1-4]. В республике предусмотрены проведение модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий, широкое внедрение современных гибких технологий. Ставится задача ускорения реализации принятых отраслевых программ модернизации, технического и технологического перевооружения производства [7]. Одной из важнейшей задач, которое стоит перед нашим обществом, является обеспечение поступательного и устойчивого развития страны [8]. В Постановлении Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему внедрению и развитию современных информационно-коммуникационных технологий» принята «Программа дальнейшего внедрения и развития информационно-коммуникационных технологий в Республике Узбекистан на 2012–2014 годы», в которой большое внимание уделяется развитию инфраструктуры информационно-коммуникационных технологий, в частности, разработке и реализации технических проектов [5, 6].

Объект и предмет исследований. *Объектом* исследования являются современные мультистандартные технологии и устройства мобильной связи. *Предмет* исследований – рекомендации по эффективному применению мультистандартных технологий и устройств мобильной связи в быту и на сетях телекоммуникаций

Цель и задачи исследований. Целью диссертационной работы является проведение комплексных исследований эволюционного развития, характеристик и функционального взаимодействия сетевых элементов современных технологий мобильной систем связи, а также особенностей применения мультистандартных абонентских мобильных систем связи.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- Провести обзор и анализ современных технологий мобильной связи;
- Провести анализ структуру, функциональный состав и взаимодействия сетевых элементов современных технологий мобильной связи;
- Провести анализ достоинств и недостатков применения технологий мобильной связи;
- Провести исследование и анализ мультистандартных сетевых и абонентских устройств мобильной связи и их достоинств.

Гипотеза исследований. При проведении исследований в данной диссертации предполагается, что результаты исследований могут быть использованы практически для разработки учебных пособий для студентов высших и средне-специальных учебных заведений, развития сетей мобильной связи и пользовательских устройств.

Краткий литературный обзор по теме диссертации. В настоящее время во всемирной научной литературе большое внимание уделяется развитию широкополосного доступа и мультистандартных технологий. Вопросами исследования и развития мобильных систем связи занимаются ведущие специалисты и ученые в области информационно-телекоммуникационных технологий всего мира. Результаты исследований широко освещены в мировой научной и научно- популярной литературе, интернете.

Методы исследований. В работе были использованы методы анализа и сравнения.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы практически для разработки учебных пособий для студентов высших и средне-специальных учебных заведений, планирования и развития сетей мобильной связи и пользовательских устройств.

Научная новизна исследований. На основе проведенных исследований получены следующие научные результаты:

- выполнены обзор и анализ систем мобильной связи, широкополосного беспроводного доступа и мультистандартных устройств;

- Определены возможности, достоинства и недостатки мобильных систем связи, а также достоинства мультистандартных устройств методом сравнительного анализа и предложены рекомендации.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, приложения и списка литературы. Основной текст диссертации занимает 82 страниц. Работа содержит 32 рисунка, 17 таблицы, а также список литературы из 22 наименований.

Глава I. Обзор и анализ существующих технологий мобильной связи.

1. Обзор существующих технологий мобильной связи.

Технология GSM/GPRS/EDGE 900/1800.

GSM относится к сетям второго поколения (2 Generation), хотя с 2006 года условно находится в фазе 2,5G.

GSM на сегодняшний день является наиболее распространённым стандартом связи. По данным ассоциации GSM (GSMA) на данный стандарт приходится 82 % мирового рынка мобильной связи, 29 % населения земного шара использует глобальные технологии GSM. В GSMA в настоящее время входят операторы более чем 210 стран и территорий. В настоящее время в Узбекистане услуги GSM/GPRS/EDGE предоставляются двумя операторами, сети которых покрывают практически всю территорию Узбекистана.

Как цифровая технология, помимо передачи речи GSM может поддерживать и передачу данных [11].

Стандарт GSM с технологией GPRS занимает промежуточное положение между вторым и третьим поколениями связи, поэтому нередко называется вторым с половиной поколением (2,5G).

Технология EDGE не является новым стандартом сотовой связи. Однако, EDGE подразумевает дополнительный физический уровень, который может быть использован для увеличения пропускной способности сервисов GPRS или HSCSD. Теоретически, сервис EGPRS способен обеспечивать пропускную способность до 384-473,6 Кбит/с.

Технология CDMA2000 1x EV-DO.

CDMA (Code Division Multiple Access) — множественный доступ с кодовым разделением.

Услуги сетей CDMA2000 1x предоставляются в странах Северной Аме-

рики, Азии и России. В Узбекистане услуги CDMA2000 1x предоставляются двумя операторами: Perfectum Mobile в диапазоне 800 МГц и Узмобайл в диапазоне 450 МГц. Сети CDMA2000 1x покрывают практически всю территорию Узбекистана.

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

CDMA2000 1x является стандартом 3G в эволюционном развитии сетей cdmaOne (основанных на IS-95) [10-11].

EV-DO (Evolution-Data Optimized) - технология передачи данных, используемая в сетях сотовой связи стандарта CDMA 2000 1x. В Узбекистане в настоящее время данная технология внедрена оператором Узмобайл.

1X EV-DO - это фаза развития стандарта мобильной связи CDMA2000 1x. EV-DO - сокращение от EVolution Data Only. В отличие от EV-DV (EVolution Data/Voice) эволюции подвергся только интерфейс передачи данных, а передача голоса осталась полностью идентичной CDMA2000 1x и CDMA One (IS-95A/B). Скорость передачи данных в EV-DO достигает 2,4 Мбит в секунду (Rev.0) и 3,1 Мбит в секунду (Rev.A).

Таблица 1.1

Скорость передачи в зависимости от применяемой модуляции.

Вид	Длина пакета (бит)	Количество слотов	Длительность (мсек)	Скорость (Кбит/сек)
QPSK	1024	16	26,6	38,4
	1024	4	6,6	153,6
	1024	1	1,6	614,4
16-QAM	4096	2	3,3	1228,8
8-PSK	3072	1	1,6	1843,2
16-QAM	4096	1	1,6	2457,6

Технология мобильной связи третьего поколения UMTS/HSPA/LTE.

UMTS, Универсальная система мобильной связи (Universal Mobile Telecommunications System) - технология сотовой связи, относящаяся к поколению 3G.

В настоящее время сети UMTS широко разворачиваются в странах Европы и некоторых странах Азии. В странах Америки и Китае разворачиваются сети третьего поколения мобильной связи своих стандартов. В Узбекистане услуги сетей UMTS предоставляются двумя операторами в диапазоне 2100 МГц и покрывают крупные города Республики.

Сети UMTS, основанные на технологии W-CDMA, позволяют поддерживать скорость передачи информации на теоретическом уровне до 21 Мбит/с. (при использовании HSPA+). В настоящий момент самыми высокими скоростями считаются 384 Кбит/с для мобильных станций технологии R99 и 7,2 Мбит/с для станций HSDPA в режиме передачи данных от базовой станции к мобильному терминалу [9, 11].

Технология 3GPP Long Term Evolution (LTE) - название мобильного протокола передачи данных. Проект 3GPP является стандартом по совершенствованию технологий CDMA, UMTS для удовлетворения будущих потребностей в скорости передачи данных. Эти усовершенствования могут, например, повысить эффективность, снизить издержки, расширить и совершенствовать уже оказываемые услуги, а также интегрироваться с уже существующими протоколами. Скорость передачи данных по стандарту 3GPP LTE в теории достигает 326,4 Мбит/с (download), и 172,8 Мбит/с на отдачу (upload).

В отличие от WCDMA (требующей полосы в 5 МГц), LTE способна работать с различными полосами частот - от 1.5 МГц до 20 МГц.

Оборудование беспроводного широкополосного доступа для локальных сетей Wi-Fi.

Наиболее широкое применение в мире в качестве разворачивания локальных сетей с беспроводным широкополосным доступом получила технология

Wi-Fi (Wireless Fidelity - «беспроводная точность») - стандарт на оборудование Wireless LAN.

Установка Wireless LAN рекомендовалась там, где развёртывание кабельной системы было невозможно или экономически нецелесообразно. В настоящее время во многих организациях используется Wi-Fi, так как при определённых условиях скорость работы сети уже превышает 100 Мбит/с и достигает до 300 Мбит/с. Пользователи могут перемещаться между точками доступа по территории покрытия сети Wi-Fi [12, 14].

Технология Wi-Fi используется для развертывания сетей передачи данных и беспроводного доступа в интернет в гостиницах, аэропортах, предприятиях и офисах. В местах, где массовому скоплению людей необходимо обеспечить быстрый доступ в Интернет.

Технология беспроводного широкополосного доступа для сетей масштаба города WiMAX.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) - телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств (от рабочих станций и портативных компьютеров до мобильных телефонов). Основана на стандарте IEEE 802.16, который также называют Wireless MAN.

WiMAX подходит для решения следующих задач:

- соединения точек доступа Wi-Fi друг с другом и другими сегментами Интернета.
- обеспечения беспроводного широкополосного доступа как альтернативы выделенным линиям и DSL.
- предоставления высокоскоростных сервисов передачи данных и телекоммуникационных услуг.
- создания точек доступа, не привязанных к географическому положению.

WiMAX позволяет осуществлять доступ в Интернет на высоких скоростях, с гораздо большим покрытием, чем у Wi-Fi сетей.

Технология Bluetooth.

Производственная спецификация беспроводных персональных сетей (англ. Wireless personal area network, WPAN). Bluetooth обеспечивает обмен информацией между такими устройствами как персональные компьютеры (настольные, карманные, ноутбуки), мобильные телефоны, принтеры, цифровые фотоаппараты, мышки, клавиатуры, джойстики, наушники, гарнитуры на надёжной, бесплатной, повсеместно доступной радиочастоте для ближней связи.

Bluetooth позволяет этим устройствам общаться, когда они находятся в радиусе до 100 метров друг от друга (дальность сильно зависит от преград и помех), даже в разных помещениях.

2. Международные организации, участвующие в формировании технической политики и стандартизации в области мобильной связи и основные нормативные документы.

Стандарт GSM.

В 1982 году СЕПТ (Conference of European Posts and Telegraphs) в целях изучения и разработки общеевропейской системы сотовой подвижной связи общего пользования создала рабочую группу, получившую название GSM (Groupe Special Mobile). Разрабатываемая система должна была удовлетворять следующим критериям:

- высокое качество передачи речевой информации;
- низкая стоимость оборудования и предоставляемых услуг;
- возможность поддержки портативного оборудования пользователя;
- поддержка ряда новых услуг и оборудования;
- спектральная эффективность;
- совместимость с ISDN;

- поддержка международного роуминга, т.е. возможности использования абонентом своего мобильного телефона при перемещении в другую сеть GSM [11].

Стандарту GSM отведена одна из главных ролей в процессе эволюции систем связи. GSM это европейский цифровой стандарт с функционирующий в диапазоне частот 900/1800 МГц.

В 1989 году дело создания GSM перешло к ETSI (European Telecommunication Standards Institute – Европейский институт стандартизации телекоммуникаций), а в 1990 году были опубликованы спецификации первой фазы GSM.

Функции и интерфейсы элементов сети GSM описаны в нормах и спецификациях ETSI.

Технология EDGE.

Впервые EDGE была представлена ETSI (Европейский институт стандартизации электросвязи) в начале 1997 года в качестве эволюции существующего стандарта GSM.

EDGE использует ту же полосу пропускания и структуру временных слотов, что и GSM.

Основным преимуществом технологии EDGE является применение абсолютно нового метода модуляции 8PSK (eight-phase shift keying), который позволяет поднять скорость передачи до 59,2 Кбит/с на один временной слот.

Технология CDMA 2000.

CDMA One – это только брендовое имя стандарта, часто упоминаемого как IS-95.

С целью улучшения стандарта CDMA One был образован консорциум, в котором к компании Qualcomm присоединились два других крупнейших оператора сотовой связи Nynex и Ameritech с целью разработки первой CDMA-системы. Позднее этот союз был расширен компаниями

Motorola и AT&T, которые внесли дополнительные ресурсы для ускорения разработки системы. Результатом их работы послужила публикация нового стандарта под аббревиатурой IS-95A в 1995 году под эгидой ассоциации индустрии сотовой связи (CTIA - Cellular Telecommunications Industry Association). В последствие была образована группа разработки CDMA (CDG - CDMA Development Group). Ее цель была продвигать CDMA и развивать технологии и стандарты, хотя в наши дни основные работы по стандартизации проводятся 3GPP2 [20].

CDMA One была первой системой сотовой связи, в которой использовался кодовый метод множественного доступа (CDMA - code division multiple access). Все последующие после IS-95 стандарты сотовой связи, включая стандарты третьего поколения - 3G использовали CDMA при построении радио интерфейса.

Технические требования к системе CDMA сформированы в ряде стандартов TIA: IS-95 - CDMA- радиоинтерфейс; IS-96 - CDMA-речевые службы; IS-97 - CDMA-подвижная станция; IS-98 - CDMA-базовая станция; IS-99 - CDMA-службы передачи данных [11, 22].

Технология 3G (UMTS).

Технология сотовой связи, разработана Европейским Институтом Стандартов Телекоммуникаций (ETSI) для внедрения 3G в Европе. В качестве способа передачи данных через воздушное пространство используется технология W-CDMA, стандартизованная в соответствии с проектом 3GPP ответ европейских учёных и производителей на требование ИМТ-2000, опубликованное Международным союзом электросвязи как набор минимальных критериев сети сотовой связи третьего поколения.

Технология LTE.

Long Term Evolution (LTE) - проект разработки консорциумом 3GPP стандарта усовершенствования технологий мобильной передачи данных CDMA, UMTS.

Стандарт LTE Advanced, под которым понимается релиз 10 и более поздние релизы LTE, утвержден МСЭ как стандарт, отвечающий всем требованиям беспроводной связи четвертого поколения, и включен в IMT-Advanced. Стандарт 3GPP LTE стали относить к pre-4G, то есть предварительной версии стандартов 4-го поколения [13, 19].

Оборудование беспроводного широкополосного доступа Wi-Fi.

Разработка этих стандартов ведётся в рамках рабочей группы 802.11 Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE). Разработан консорциумом Wi-Fi Alliance на базе стандартов IEEE 802.11, «Wi-Fi» - торговая марка «Wi-Fi Alliance» [14, 18].

Существует несколько различных стандартов беспроводных соединений. На сегодняшний день основные из них такие: 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11i и 802.11n. Отличаются эти стандарты как максимальной скоростью передачи данных, так и радиусом действия.

Организация IEEE начала работу над новой версией технологии Wi-Fi сетей под предварительным названием 802.11ac. Новая версия рассчитана на частотные каналы шириной 80 и даже 160 МГц, что теоретически повысит скорость передачи данных до 1 Гбит/с (это в 3 раза больше, чем у 802.11n).

Технология беспроводного широкополосного доступа для сетей масштаба города WiMAX.

Wi-Max - это коммерческое название стандарта беспроводной связи, основанной на стандарте IEEE 802.16, разработанном WiMAX Forum.

Разработка этих стандартов ведётся в рамках рабочей группы 802.16 Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE).

Консорциум WiMax Forum - основная некоммерческая организация, занимающаяся разработкой и сертификацией нового стандарта широкополосной Wireless-технологии в частотном диапазоне 10-66 ГГц. WiMax Forum был основан в 2001 году ведущими операторами связи и крупнейшими всемирно извест-

ными производителями электронного и телекоммуникационного оборудования.

Технологической основой WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) является протокол IEEE 802.16, который позволяет обеспечить одновременно широкополосный высокоскоростной доступ в Интернет и передачу данных, а также и услуги телефонии без использования кабельных линий.

В июле 2004 года был принят стандарт IEEE 802.16-2004, известный также как 802.16d или фиксированный WiMAX, который и объединил все эти нововведения.

В конце 2005 года был принят стандарт IEEE 802.16e, известный так же как IEEE 802.16 - 2005 или мобильный WiMAX.. В дополнение к основным стандартам, рабочая группа IEEE 802.16 разработала ряд других документов, где рассматриваются другие весьма важные вопросы. Это такие дополнения, как: 802.16f-2005, 802.16g-2007, 802.16k-2007.

В стадии разработки находятся 802.16h, 802.16i, 802.16j, 802.16m.

Технология Bluetooth.

В 1998 году Ericsson, совместно с компаниями IBM, Intel, Nokia и Toshiba, выпустил первую спецификацию стандарта Bluetooth 1.0. В первую очередь новый стандарт был призван заменить интерфейсные кабели сотовых телефонов [12].

В 1999 году была продолжена совершенствование стандарта. Так появилась группа Bluetooth SIG (Special Interest Group). Наряду с пятью основателями в группу вошло довольно много компаний, среди которых были Palm, Microsoft, Motorola, Handspring, Qualcomm и Lucent.

В 2002 году Bluetooth был стандартизован в IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), как стандарт 802.15.1. В том же году представители Ericsson обнародовали планы новой версии стандарта - 2.0.

В ноябре 2004 года Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG) выпустила спецификацию Bluetooth 2.0+EDR (Enhanced Data Rate).

3. Эволюция систем мобильной связи.

Эволюция технологии GSM.

Первое воплощение стандарта GSM было обозначено как Фаза 1. Все последующие фазы GSM (фаза 2, фаза 2+) были разработаны на основе предыдущих фаз.

Фаза 1 включает в себя наиболее общие услуги такие как телефония, международный роуминг, передача факсимильных сообщений и данных, переадресация вызовов, запреты вызовов, передача коротких сообщений.

Стандарт для фазы 2 был выпущен ETSI в ноябре 1996 года и обозначался как ETS 300 522. Стандарт этой версии часто обозначается как GSM 03.02. Эта фаза относительно фазы 1 включает в себя такие дополнительные свойства и возможности, как уведомление о стоимости вызова, определение номера вызывающего абонента, уведомление об ожидающем вызове, удержание вызова, конференц-связь, закрытая группа пользователей, дополнительные возможности передачи данных.

Группы по стандартизации определили следующую фазу как 2+. Стандарт для фазы 2+ был выпущен ETSI в мае 2000 года и часто обозначается как GSM 01.04, версия V 8.0.0.

Эта фаза включает в себя существенные усовершенствования радиointерфейса, в том числе:

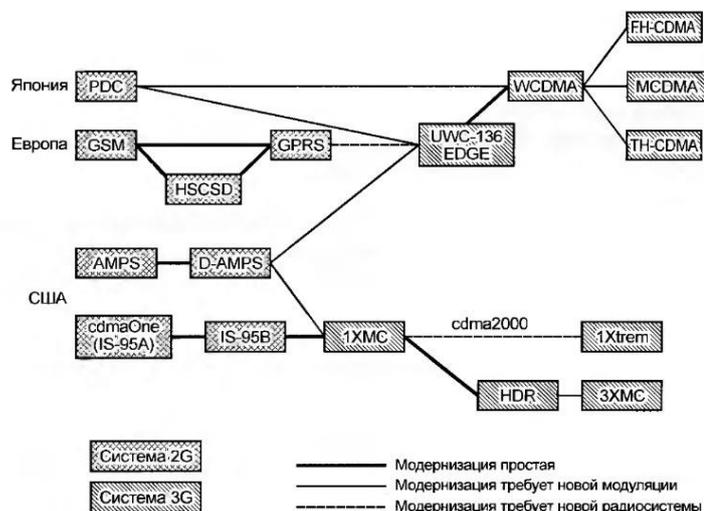
- GPRS - General Packet RadioService, услуга пакетной передачи данных;
- EDGE – Enhanced Data rates for Global Evolution, новая технология передачи данных, связанная с применением нового типа модуляции;
- CAMEL – Customized Application for Mobile Enhanced Logic, стандарт, который обеспечивает абонентам доступ к услугам IN при роуминге;

HSCSD – High Speed Circuit Switched Data, высокоскоростная передача данных с коммутацией каналов, метод предоставления абоненту более высокой скорости передачи данных посредством назначения нескольких временных ин-

тервалов (до 4-х) для одного соединения.

Эволюция к 3G.

Эволюционное развитие мобильной связи на пути к третьему поколению приведена на рисунке 1.



AMPS	Advanced Mobile Phone Service	Усовершенствованная служба мобильной связи
cdmaOne (IS 95)		Система второго поколения, реализованная на базе стандарта IS-95
cdma2000		Название проекта стандарта, который разработан в рамках программы IMT 2000
D-AMPS	Digital AMPS	Цифровая усовершенствованная служба мобильной связи
EDGE	Enhanced Data rate for GSM Evolution	Технология увеличения скорости передачи данных в сетях GSM
FH CDMA	Frequency Hoppig CDMA	CDMA со скачкообразной перестройкой частоты
GPRS	General Packet Radio Service	Общая радиослужба пакетной передачи
GSM	Global System for Mobile Communication	Глобальная система подвижной связи
HDR	High Data Rate	Система CDMA с высокой скоростью передачи данных
HSCSD	Hight Speed Circuit Switched	Высокоскоростная передача данных с коммутацией каналов
MCDMA	Multi-Carrier CDMA	Многочастотный CDMA
PDC	Personal Digital Cellular	Персональная цифровая сотовая связь
UWC-136	Universal Wïeless Communication IS-136	Универсальная беспроводная система связи
TH-CDMA	Time Hopping CDMA	CDMA с псевдослучайной перестройкой во времени
WCDMA	Wideband CDMA	Широкополосный CDMA
1XMC	CDMA 1X Multi Carrier	Гибридная технология сочетающая частотное разделение с кодовым разделением каналов
1Xtreme		Высокоскоростная технология развивающая IMT-2000
3XMC	CDMA 3X Multi Carrier	Гибридная технология сочетающая многочастотное разделение с кодовым разделением каналов

Рис. 1.1. Эволюция технологий мобильной связи от TDMA к 3G

На пути к UMTS в системах GSM совершенствование технологий идет по пути HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) - высокоскоростной передачи данных с коммутацией каналов, реализации службы пакетной передачи данных GPRS, а также увеличения скорости передачи данных при помощи внедрения EGDE [22].

Частотный спектр, изначально выделенный для GSM и UMTS, показан на рисунке 1.2.

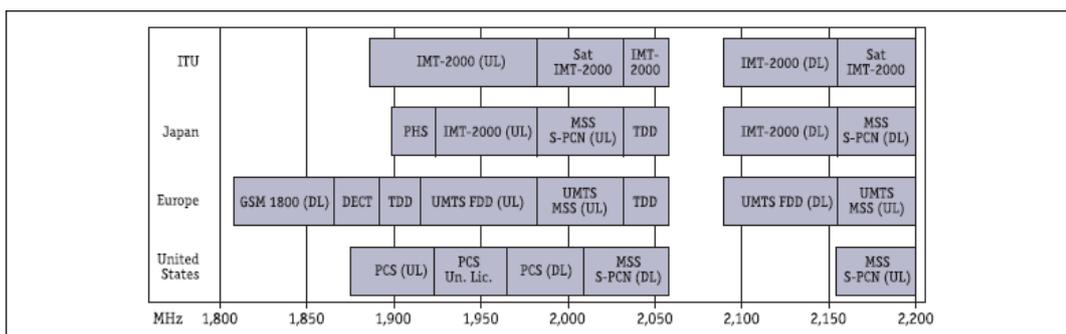


Рис. 1.2. Распределение спектра IMT-2000.

ETSI в январе 1998 г. для UMTS объединило две технологии - WCDMA и TD-CDMA - в общий стандарт. Архитектура такой сети мобильной связи третьего поколения показана на рисунке 1.3.

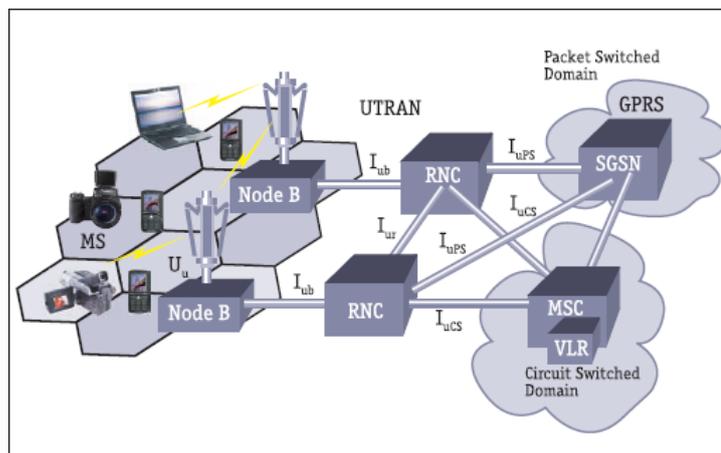


Рис.1.3. Архитектура 3G

Сети UMTS, основанные на технологии W-CDMA, позволяют поддерживать скорость передачи информации на теоретическом уровне до 21 Мбит/с. (при использовании HSPA+). В настоящий момент самыми высокими скоростями считаются 384 Кбит/с для мобильных станций техноло-

гии R99 и 7,2 Мбит/с для станций HSDPA в режиме передачи данных от базовой станции к мобильному терминалу.

Эволюция систем сотовой связи, использующих технологию CDMA.

Под сетями стандарта cdmaOne обычно подразумевают сети наиболее раннего стандарта с кодовым разделением каналов - IS-95A. Общепринято также объединять в это понятие сети стандарта IS-95B.

Под сетями стандарта CDMA2000 подразумевают сети стандарта IMT-2000 с радиointерфейсом IMT-МС, который, в свою очередь подразделяется на две фазы - CDMA2000 1X и CDMA2000 3X. Стандарт CDMA2000 1X называют также IS-95C.

Однако, фактически, в CDMA сообществе до последнего времени не было единого мнения по поводу фазы следующей за cdma2000 1X.

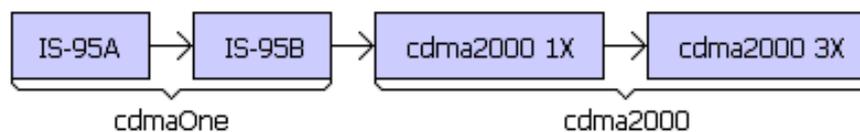


Рис. 1.4. Развитие технологии CDMA

В качестве альтернативы перехода к cdma2000 3X активно рассматривался предложенный группой LMNQS (Lucent, Motorola, Nortel, Qualcomm, Samsung) стандарт HDR или 1X-EV. За последние полгода основные поставщики оборудования CDMA и операторы пришли к единому мнению, что за основу следует взять именно 1X-EV. В ходе последующих дискуссий были выделены две фазы этого стандарта cdma2000 1X EV-DO и cdma2000 1X EV-DV. Таким образом, схема эволюции сетей IS-95A к третьему поколению приобретает в настоящее время следующий вид:

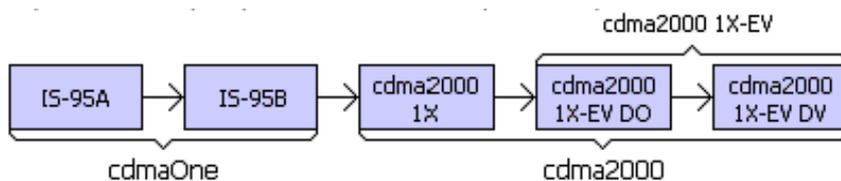


Рис. 1.5. Развитие технологии CDMA

Эволюция к технологии LTE.

Технология Long Term Evolution (LTE) - это следующий этап развития мобильных сетей GSM/EDGE и WCDMA-HSPA. Она позволяет значительно увеличить емкость сетей и скорость передачи данных, что позволит операторам выводить на рынок инновационные услуги, требующие большей скорости и производительности (видео высокой четкости, трехмерные картографические сервисы, загрузка больших объемов данных и т.п.).

Эволюция мобильной связи на пути к LTE приведена на рисунке 1.6.

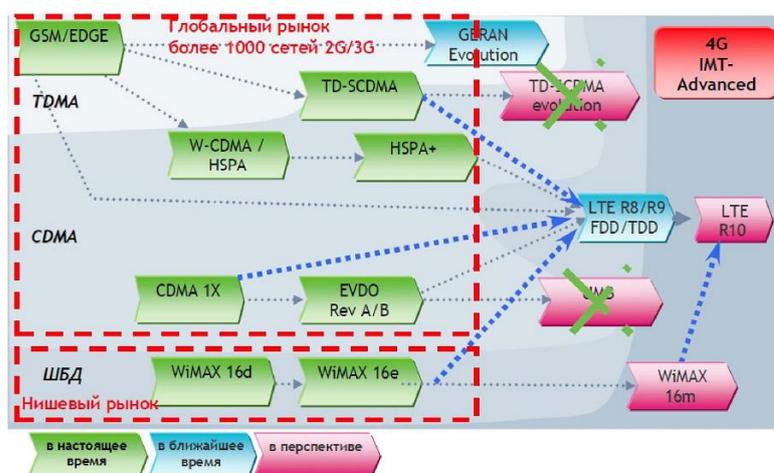


Рис. 1.6. Эволюция мобильной связи на пути к LTE.

Основные требования предъявляемые к сети LTE приведены в таблице 1.2.

Скорость приема/передачи данных в сетях LTE будет сильно зависеть и от категории используемого абонентского терминала: в направлении к абоненту (downlink, DL) - от 10 до 300 Мбит/с и в направлении от абонента (uplink, UL) - от 5 до 75 Мбит/с (табл. 1.3).

Таблица 1.2.

Основные требования предъявляемые к сети LTE.

Параметр	Значение
Пиковая скорость передачи данных	downlink – 100 Мбит/с; uplink – порядка 50 Мбит/с*
Время перехода из режима ожидания в активное состояние	Менее 100 мс
Емкость сети	Не менее 200 активных пользователей в соте в полосе 5 МГц
Задержка сигнала	Менее 5 мс для небольшого пакета данных
Пропускная способность и спектральная эффективность	В 3–4 раза выше, чем в сетях HSDPA (downlink); в 2–3 раза выше, чем в сетях HSUPA (uplink)
Мобильность	0...15 км/ч (максимальная производительность); 15...120 км/ч (высокая производительность); поддержка 120...350 км/ч (до 500 км/ч в зависимости от частотного диапазона)
*В полосе частот 20 МГц в конфигурации 2 приемные и 1 передающая антенна на абонентском устройстве. Источник: J'son & Partners Consulting, данные отрасли.	

Таблица 1.3.

Пиковая скорость приёма/передачи данных (Мбит/с) в зависимости от категории абонентского терминала LTE.

Категория	1	2	3	4	5
Прием данных (DL)	10	50	100	150	300
Отправка данных (UL)	5	25	50	50	75
*В режиме FDD. Источник: J'son & Partners Consulting, данные отрасли.					

В зависимости от ширины спектра и конфигурации антенн пиковая скорость будет также меняться в широких пределах: в направлении к абоненту (downlink, DL) - от 37 до 300 Мбит/с и в направлении от абонента (uplink, UL) - от 18 до 75 Мбит/с (табл. 1.4).

Таблица 1.4.

Пиковая скорость приёма/передачи данных (Мбит/с) в зависимости от ширины полосы и конфигурации оборудования.

	Прием данных (DL)		Отправка данных (UL)
Полоса спектра/конфигурация антенн	2x2	4x4	1x2
2 МГц	37	72	18
10 МГц	73	147	36
20 МГц	150	300	75
*В режиме FDD. Источник: J'son & Partners Consulting, данные отрасли.			

Важным преимуществом технологии LTE является возможность использовать различные частотные диапазоны, начиная от частот (700-800) МГц и заканчивая частотами в диапазоне 2,6 ГГц (табл. 1.5).

Таблица 1.5.

Возможные частотные диапазоны используемые в мире.

Регион	2009–2010 гг.	2011–2012 гг.	2013 г. и далее
Северная Америка	AWS (1,7 и 2,1 ГГц), 700 МГц	850 МГц, 1,9 ГГц (перепрофилирование)	-
Европа	2,6 и 2,1 ГГц	900 МГц, 1,8 ГГц, UHF (790–862 МГц)	-
Развитые страны Азии	1,5 и 2,6 ГГц (Япония)	2,1 ГГц (Япония), 2,3–2,4 ГГц (Китай), 1,7, 1,8 ГГц, UHF (790–862 МГц)	850 МГц
Южная Америка	-	850 МГц, 1,9 ГГц	-
Россия	-	-	2,6 ГГц, 790–862 МГц
Мир в целом	-	-	UHF (450–470 МГц)

Источник: J'son & Partners Consulting, данные отрасли.

Для обеспечения двунаправленной передачи данных между БС и МС технологией LTE поддерживается как частотный (FDD), так и временной дуплекс (TDD) [13].

Эволюция технологии Wi-Fi.

Стандарт Wi-Fi может использовать один из двух каналов для передачи данных - на частотах 2,4 ГГц и 5 ГГц.

Следующим этапом развития технологии Wi-Fi станет принятие стандарта Wi-Fi 802.11ac, который за счет оптимизации процесса передачи информации на частоте 5 ГГц позволяет повысить пропускную способность беспроводного канала до отметки в 1 Гбит/с.

Принятые сегодня стандарты предполагают применение каналов шириной 20 МГц (802.11n) или 40 МГц (802.11a, b, и g). Впрочем, появляется информация, что Wi-Fi 802.11ac будет использовать и еще более широкие 160-МГц каналы передачи данных.

Не менее важно, помимо скорости передачи данных, становится поддержка технологии MU-MIMO (multiple user MIMO).

Пути развития технологии беспроводного широкополосного доступа Wi-Fi приведен на рисунке 1.7.

В таблице 1.6 приведены основные характеристики данной технологии.

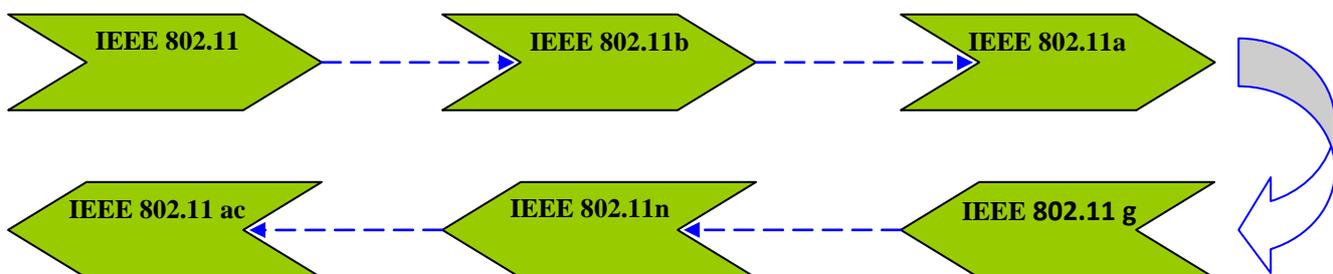


Рис. 1.7. Пути развития технологии беспроводного широкополосного доступа Wi-Fi.

Таблица 1.6.

Стандарт	802.11	802.11b	802.11g	802.11a	802.11n	802.11ac
Частотный диапазон, ГГц	2,4-2,483	2,4-2,483	2,4-2,483	5,15-5,25	2,4 или 5,0	5,0
Метод передачи	FHSS	DSSS	DSSS,OFDM	DSSS,OFDM	MIMO	MU-MIMO
Скорость, Мбит/с	1-2	1-11	1-54	6-54	6-300	1000
Совместимость	802.11 b/g /n	802.11 b/g /n	802.11 b/n	802.11 n	802.11 a/b/g	802.11 a/n
Метод модуляции	2GFSK, 4GFSK	DBPSK, DQPSK	BPSK, QPSK OFDM	BPSK, QPSK OFDM	BPSK, 64-QAM	256QAM
Дальность связи в помещении, м	20-50	20-50	20-50	10-20	50-100	50-100
Дальность связи вне помещения, м	250	250	250	250	300	300

4. Сравнительный анализ технологий мобильной связи.

Персональные беспроводные сети (WPAN).

Персональные сети (WPAN) служат прежде всего для связывания между собой компонентов компьютера в пределах малого радиуса действия - в так называемой персональной зоне. К категории WPAN относится целый ряд технологий. Более современной (и в настоящее время массовой) является технология Bluetooth (BT). Перспективными являются технологии UWB (Ultrawideband) и ZigBee. Сравнительные характеристики и перспективы развития стандартов Bluetooth, Ultrawideband и ZigBee представлены на рисунке 1.8, а также в таблице 1.7 .

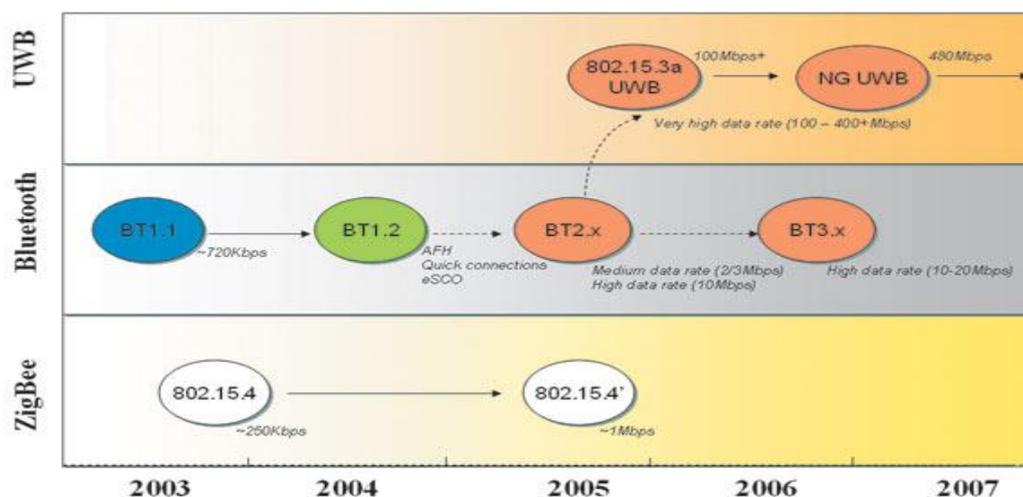


Рис. 1.8. Сравнительные характеристики и перспективы развития стандартов Bluetooth, Ultrawideband и ZigBee (источник: Dell)

Таблица 1.7.

Сравнительная таблица стандартов беспроводной связи.

Технология	Стандарт	Использование	Пропускная способность	Радиус действия	Частоты
Wi-Fi	802.11a	WLAN	до 54 Мбит/с	до 300 метров	5,0 ГГц
Wi-Fi	802.11b	WLAN	до 11 Мбит/с	до 300 метров	2,4 ГГц
Wi-Fi	802.11g	WLAN	до 54 Мбит/с	до 300 метров	2,4 ГГц
Wi-Fi	802.11n	WLAN	до 450 Мбит/с (в перспективе)	до 300 метров	2,4- 2,5 или 5,0 ГГц

			до 600 Мбит/с)		
WiMax	802.16d	WMAN	до 75 Мбит/с	25-80 км	1,5-11 ГГц
WiMax	802.16e	Mobile WMAN	до 40 Мбит/с	1-5 км	2,3-13,6 ГГц
WiMax 2	802.16m	WMAN, Mobile WMAN	до 1 Гбит/с (WMAN), до 100 Мбит/с (Mobile WMAN)	н\д (стандарт в разработке)	120-150 км (стандарт в разработке)
Технология	Стандарт	Использование	Пропускная способность	Радиус действия	Частоты
Bluetooth v. 1.1	802.15.1	WPAN	до 1 Мбит/с	до 10 метров	2,4 ГГц
Bluetooth v. 2.0	802.15.3	WPAN	до 2,1 Мбит/с	до 100 метров	2,4 ГГц

Bluetooth v. 3.0	802.11	WPAN	от 3 Мбит/с до 24 Мбит/с	до 100 метров	2,4 ГГц
UWB	802.15.3a	WPAN	110-480 Мбит/с	до 10 метров	7,5 ГГц
ZigBee	802.15.4	WPAN	от 20 Кбит/с до 1 Мбит/с	1-100 м	2,4 ГГц (16 каналов), 915 МГц (10 каналов), 868 МГц (один канал)
Инфракрасная линия связи	IrDa	WPAN	до 16 Мбит/с	от 5 до 50 сантиметров, односторонняя связь — до 10 метров	Инфракрасное излучение

Bluetooth.

На базе универсального приемопередатчика обеспечивается связь с любыми Bluetooth-решениями, причем главным образом используются два варианта исполнения: либо Bluetooth-ключ (Bluetooth-dongle) (рис. 1.9), либо подключаемые к специализированным материнским платам Bluetooth-адаптеры. На основе Bluetooth-технологии можно создать персональную беспроводную сеть в радиусе от 10 до 100.



Рис. 1.9. На базе универсального приемопередатчика Bluetooth-dongle обеспечивается связь с различными Bluetooth-устройствами.

Локальные беспроводные сети WLAN (WI-FI).

Технологии WI-FI базируются на семействе стандартов 802.11 (таблица 1.7). Многие организации и домашние пользователи используют Wi-Fi как альтернативу проводным локальным сетям. Помимо беспроводных домашних и офисных сетей технология Wi-Fi нашла широкое применение в сфере организации публичного доступа в Интернет (рис. 1.10).

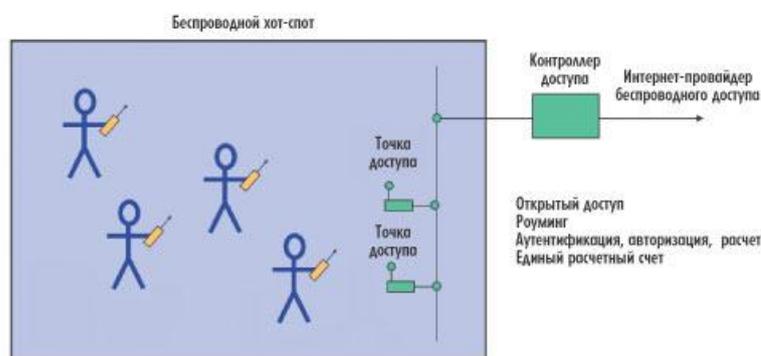


Рис. 1.10. Схема хот-спота.

Технологии 3G, WiMAX и Wi-Fi.

Беспроводные технологии 3G, WiMAX и Wi-Fi используются во все более широком спектре отраслей. 3G работает в области мобильной связи и обеспечивает передачу голоса и данных, правда, скорости передачи данных пока не очень высоки. Технология WiMAX в отличие от 3G ориентирована только на IP и потому проста и удобна. На ее основе можно быстро развернуть сеть, а пропускная способность WiMAX, в том числе и для передачи голоса, имеет большие перспективы. Однако 3G - зрелая, рабочая технология, а WiMAX хотя и более перспективная, но еще недостаточно разработана. Действительно, сейчас она находится в стадии перехода от стандарта d к стандарту e, т.е. от WiMAX фиксированного к мобильному. Развертывание первых сетей мобильного WiMAX с реально работающими

приложениями позволило использовать ноутбуки, КПК, смартфоны и другие мобильные устройства для скоростного доступа в Сеть. Технология Wi-Fi работает на ограниченном расстоянии, и если теоретически можно добиться дальности в 200-300 м, то в условиях крупных городов с большим числом помех и преград она ограничена обычно 30 м и применяется, как правило, внутри помещений.

Технологии 3G и WiMAX не конкурируют, у них совершенно разные области применения. Если же сравнить 3G и WiMAX с точки зрения их позиционирования и назначения, то различаются они тем, что WiMAX - это в основном передача данных, а 3G - передача голоса. Сети WiMAX в отличие от 3G используют IP-протокол для передачи данных, что существенно упрощает их развертывание и эксплуатацию [17].

Технология Wi-Fi имеет ряд недостатков. В частности, компьютер не может находиться от передающей антенны на расстоянии более 100 - 150 м.

На рисунке 1.11 показаны выделенные диапазоны частот, используемые разными технологиями беспроводных сетей.

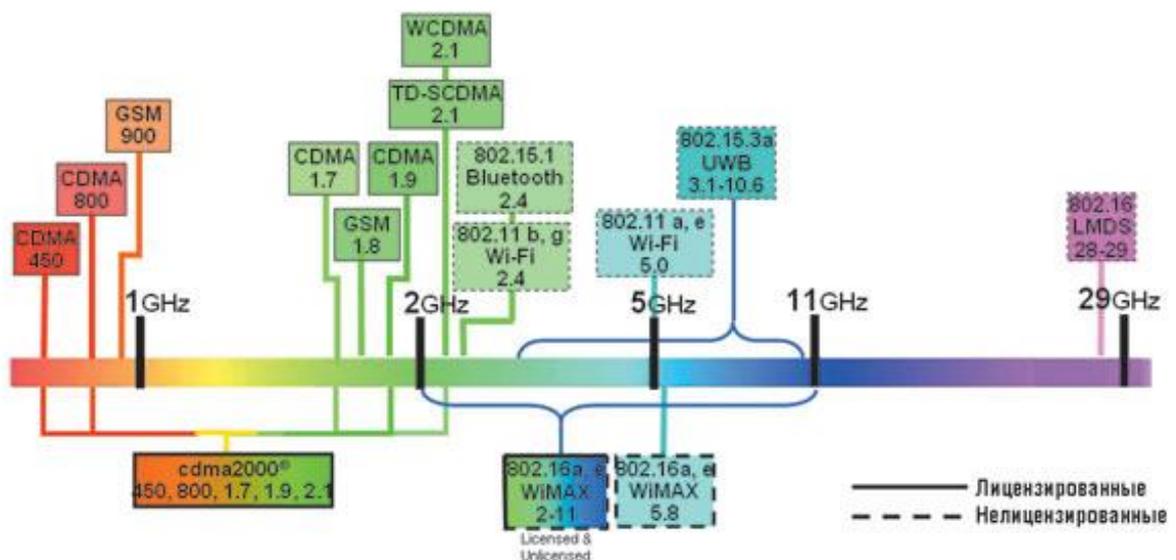


Рис. 1.11. Выделенный диапазон частот (источник: Ember, 2005).

В Приложении приведен сравнительный анализ технологии беспроводной связи по скорости передачи данных и мобильности.

Выводы к главе I.

В данной главе рассмотрены существующие технологии мобильной связи в том числе технологии беспроводного широкополосного доступа применяемые в мультистандарных устройствах мобильной связи. Проведен анализ путей развития и стандартизации данных технологий. Отражены международные организации, участвовавшие в формировании технической политики и стандартизации в области беспроводной и мобильной связи. Проведен сравнительный анализ технологий мобильной связи, достоинства и недостатки их применения.

Глава II. Структура и функциональный состав сетей мобильной связи.

1. Структура и функциональный состав технологии GSM.

На рисунке 2.1 представлена структура сети GSM. Сеть представляет собой соединение подсистем базовых станций (BSS - Base Station Subsystem), предоставления коммутационных услуг (NSS - Network Services and Switching subsystem), управления и обслуживания (OSS – Operation Subsystem).

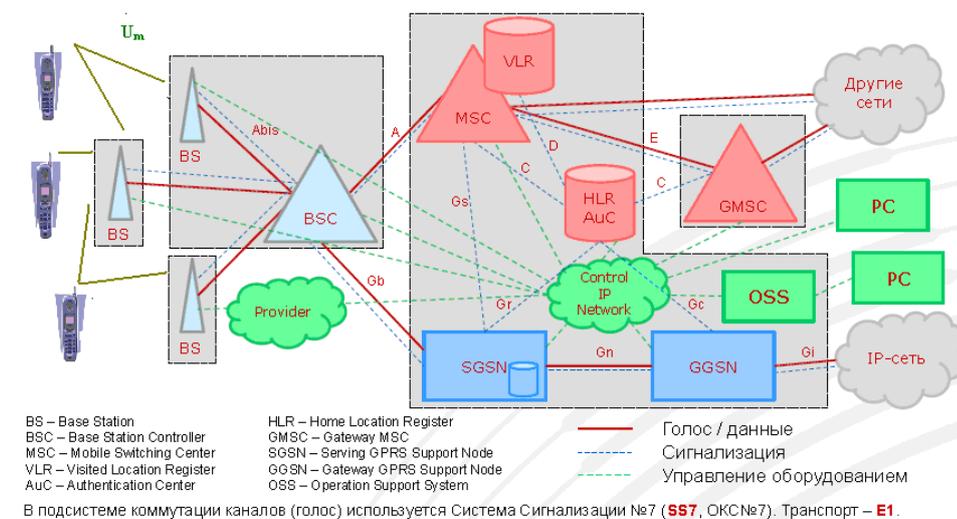


Рис. 2.1 структура сети GSM.

Подсистема базовых станций BSS (Base Station Subsystem), состоит из контроллера базовых станций BSC (Base Station Controller), приемопередающих базовых станций BTS (Base Transceiver Station) и транскодеров.

Основные функции, выполняемые BTS:

1. передача сигналов к абонентским станциям,
2. прием радиосигналов абонентских станций,

3. связь с контроллером базовых станций по каналам цифровой связи,
4. кодирование и декодирование сигналов,
5. шифрация и дешифрация сигналов.

BSC выполняет следующие функции:

- распределяет каналный ресурс, т.е. назначает радиоканалы MS и выделяет каналы для передачи сигналов управления;
- коммутирует каналы к MS через соответствующие BTS;
- организует эстафетную передачу (handover);

Подсистема коммутации NSS состоит из одного или нескольких центров коммутации подвижной связи MSC (Mobile Services Switching Center), центра аутентификации AuC (Authentication Center) и баз данных:

- адресного регистра HLR (Home Location Register),
 - визитного регистра VLR (Visitor Location Register),
 - регистра идентификации аппаратуры EIR (Equipment Identity Register)
- MSC осуществляют:

- связь с другими сетями передачи информации, непосредственно или через шлюзовую коммутатор GMSC,
- коммутацию вызовов абонентов подвижной связи, находящихся в сотах, обслуживаемых данным MSC,
- обработку потоков данных для передачи по каналам подвижной связи,
- отслеживание перемещений (локализацию) абонентов, находящихся в зоне действия MSC (совместно с VLR),
- сбор информации об оказанных абонентам услугах и передачу ее в биллинговый центр,
- управление подсистемами базовых станций,
- сбор и передачу телеметрии в подсистему управления и обслуживания [9].

Адресный регистр HLR представляет базу данных обо всех абонентах данного оператора, независимо от их местоположения. Визитный регистр VLR – это база данных об абонентах находящихся в зоне обслуживания данного MSC/VLR (при этом не имеет значения, принадлежат ли абоненты к данной сети, или являются гостями – роумерами).

Регистр идентификации аппаратуры EIR служит для проверки, используемой абонентом MS.

Подсистема управления и обслуживания OSS (Operation Subsystem) состоит из трех центров. Центр управления и обслуживания OMC (Operation & Maintenance Center) собирает и обрабатывает информацию о работе всех функциональных узлов сети, организует профилактические и ремонтные работы. Центр управления сетью NMC (Network Management Center) решает общие задачи развития, планирования и управления сетью. Административный центр ADC (Administration Center) по сути дела представляет директорат компании со всеми коммерческими и техническими подразделениями.

SGSN (Serving GPRS Support Node) обеспечивает маршрутизацию пакетов между подсистемой базовых станций и внешними сетями. Обеспечивает мобильность абонентов во время пакетных сервисов (интернет, MMC). Участвует в аутентификации абонентов. Регистрирует абонентов для обеспечения пакетных сервисов, обрабатывает первичную биллинговую информацию и передает её в биллинговый центр;

GGSN (Gateway GPRS Support Node) общается со многими SGSN и служит интерфейсом (шлюзом) для таких внешних сетей, как Internet. GGSN привязывает IP-адреса к мобильным станциям.

Взаимодействие между функциональными элементами сети (рис. 2.1) осуществляют на основе протоколов, определенных спецификациями GSM.

2. Структура и функциональный состав системы 3G.

Структура и функциональный состав UMTS приведен на рисунке 2.2.

Структура радиосети UMTS состоит из трех основных элементов абонентское оборудование (англ. User Equipment - UE), включающее в себя:

- оборудование подвижной связи (англ. Mobile Equipment - ME), представляющее собой радиотерминал, который соединяет абонента UMTS с фиксированной частью системы через радиointерфейс Uu;

- модуль идентификации абонента UMTS (англ. UMTS Subscriber Identity Module - USIM), представляющий собой смарт-карту, аналогичную SIM-карте в системе GSM. Карта содержит идентификатор абонента, алгоритм аутентификации, ключи аутентификации и шифрования и т.д.;

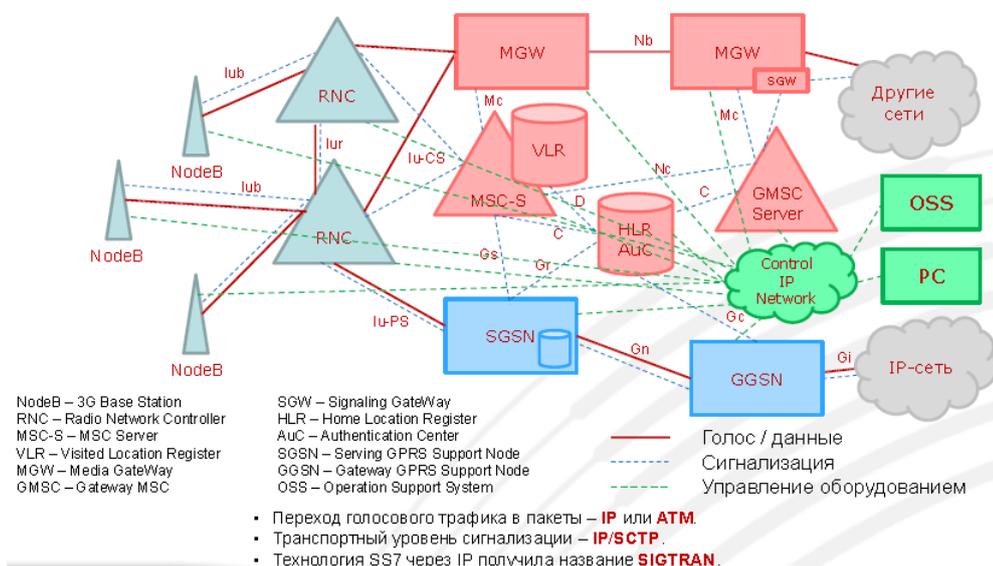


Рис. 2.2. Структура и функциональный состав системы 3G.

- наземная сеть радиодоступа UMTS (англ. UMTS Terrestrial Radio Access Network - UTRAN), представляющая собой подсистему базовых станций и их контроллеров. Она состоит из двух типов элементов:

- базовые станции, называемые узлами В (англ. Node В) (согласно терминологии 3GPP). Они выполняют обработку данных на физическом уровне - такую, как канальное кодирование, перемежение данных, корректировка скорости передачи, модуляция и т.д. В основном, базовая станция преобразует данные из формата радиointерфейса Uu в формат интерфейса Iub, связывающего узел В с контроллером радиосети;

- контроллеры радиосети (англ. Radio Network Controller - RNC), которые управляют работой присоединенных к ним узлов В и распределяют выделенные им радиоресурсы.

- базовая сеть (англ. Core Network - CN) организована на основе сетей GSM и GPRS. Поэтому она содержит элементы, характерные для систем, как с коммутацией каналов, так и с коммутацией пакетов:

- шлюзовый центр коммутации подвижной связи (англ. Gateway Mobile Switching Center - GMSC), соединяющий сеть UMTS с внешними сетями, работающими в режиме коммутации каналов;

- узел шлюзовой поддержки GPRS (англ. Gateway GPRS Support Node GGSN), соединяющий сеть UMTS с внешними сетями, работающими в режиме коммутации пакетов.

3. Структура и функциональный состав технологии LTE.

Сеть LTE состоит из двух важнейших компонентов: сети радиодоступа E-UTRAN и базовой сети SAE(System Architecture Evolution) или EPC(Evolved Packet Core Network). Структура и функциональный состав технологии приведена на рисунке 2.3.

Обмен данными в сети EPC происходит только по IP протоколу с коммутацией пакетов, что существенно отличает сеть LTE от сетей предыдущих поколений, в которых использовалась коммутация каналов между

отдельными элементами. В данную сеть входят элементы, отвечающие за управление, маршрутизацию, коммутацию и хранение различных данных.

Сеть E-UTRAN, состоящая из базовых станций(eNodeB) берет на себя функции радиointерфейса и является связующим звеном между пользовательскими терминалами(UE) и сетью EPC. Основной особенностью, отличающей сеть LTE от сетей других поколений, является то, что базовые станции eNodeB могут обмениваться между собой информацией по протоколу X2 и осуществлять функции управления. В отличие от стандарта GSM, где подсистема базовых станций BSS состояла из базового приемопередатчика BTS и контроллера базовых станций BSC в сети LTE в одном элементе eNodeB объединены функции передатчика и контроллера.

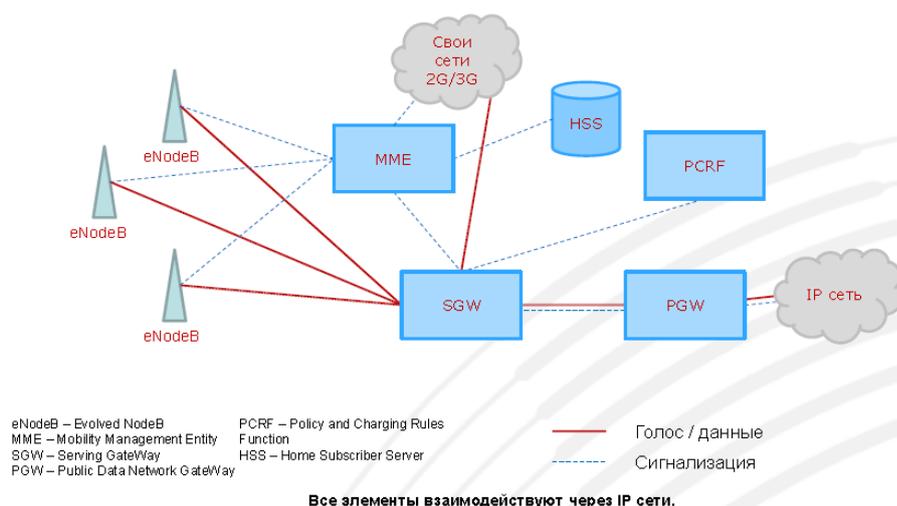


Рис. 2.3. Структура и функциональный состав технологии LTE.

Назначение основных элементов сети.

БС (EnodeB) в сети LTE выполняет следующие функций:

- Управление радиоресурсами (RRM-Radio Resource Management): распределение радиоканалов, динамическое распределение ресурсов в восходящих и нисходящих направлениях - так называемое диспетчеризация ресурсов (scheduling).

- Выбор блока управления мобильностью (ММЕ) при включении в сеть пользовательского терминала при отсутствии у того информации о прошлом подключении.
- Измерение и составление соответствующих отчётов для управления мобильностью и диспетчеризации.
- Маршрутизация в пользовательской плоскости пакетов данных по направлению к обслуживающему шлюзу (S-GW).
- Диспетчеризация и передача вызывной и вещательной информации, полученной от блока управления мобильностью (ММЕ).
- Диспетчеризация и передача сообщений PWS (Public Warning System, система тревожного оповещения), полученных от блока управления мобильностью (ММЕ).
- Сжатие заголовков IP-пакетов, шифрование потока пользовательских данных.

ММЕ (Узел Управления Мобильностью - Mobility Management Entity). Это основной управляющий элемент в сети LTE. Он осуществляет только функции управления и не работает с пользовательскими данными. Имеет непосредственную связь с UE через протокол сигнализации вне уровня доступа (NAS - Non Access Stratum).

S-GW (Serving Gateway — обслуживающий шлюз):

Предназначен для обработки и маршрутизации пакетных данных поступающих из/в подсистему базовых станций.

PGW (Пакетный шлюз — Packet Data Network Gateway):

Пакетный шлюз обеспечивает соединение от UE к внешним пакетным сетям данных, являясь точкой входа и выхода трафика для UE.

PCRF (Узел выставления счетов абонентам - Policy and Charging Rules Function).

Policy Function (управление политикой) также может быть разделено на 2 функции: контроль шлюза (gating control) и контроль качеством.

Charging Function (управление начислением платы) обязательно предусматривает on-line тарификацию, т.е. абонент и оператор могут в реальном времени отслеживать состояние счета.

HSS (Home Subscriber Server - сервер абонентских данных сети) HSS представляет собой большую базу данных и предназначен для хранения данных об абонентах. HSS фактически заменяет набор регистров (VLR, HLR, AUC, EIR), которые использовались в сетях 2G и 3G.

4. Структура и функциональный состав технологии CDMA.

Структура и функциональный состав сети приведен на рисунке 2.4

Мобильная станция взаимодействует с RAN для получения необходимых ресурсов сети с целью доступа к пакетной сети, и далее следит за состоянием выделенных ресурсов (заняты, свободные, режим ожидания).

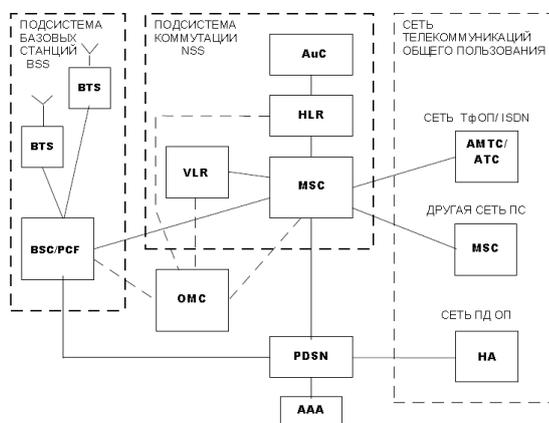


Рис. 2.4. Структура и функциональный состав технологии CDMA.

Подсистема базовых станций (BSS) является входной точкой абонента во всю сеть оператора, независимо от предоставляемой услуги. Из-за добавления в сеть оператора нового домена с коммутацией пакетов на BSS были возложены новые функции: идентификация абонентов в сети, обслуживание соединений к сети с коммутацией пакетов, проверять права доступа абонента к запрашиваемому сервису [11].

Базовая станция (BTS - Base Station Transceiver) – контролирует все действия на радио интерфейсе между BTS и MS, а также служит интерфейсом между сетью и мобильными устройствами. Управление радио ресурсами, например, назначение частотных каналов, разделение сот, управление мощностью передачи и т.п. относится к задачам базовой станции.

Контроллер базовых станций (BSC - Base Station Controller) - передает сообщения сигнализации и голосовые данные между сотами и MSC (Mobile Switching Centre). Кроме того, BSC выполняет некоторые процедуры связанные с мобильностью абонентов, например, контролирует процедуру хэндовера между сотами в случае необходимости.

Устройство контроля пакетных соединений (PCF - Packet Control Function) – новый элемент сети CDMA2000, которого не было в CDMA One. Его главной задачей является маршрутизация пакетов между BTS и PDSN.

Сеть коммутации (NSS (Network Switching System)) не претерпела существенных изменений по сравнению с системой CDMA One. В нее также входят MSC, который отвечает за установление голосовых соединений в системе, а также ряд регистров (HLR, VLR и др.), в которых хранится информация об абонентах.

Сеть пакетной коммутации (PCN - Packet Core Network). Это совершенно новая система в сети сотовой связи, отвечающая за передачу пользовательских пакетов из/в внешние сети (например Интернет), а также за аутентификацию абонентов, назначение IP-адресов и некоторые другие.

Обслуживающий узел пакетной сети, объединенный с внешним агентом (PDSN/FA - Packet Data Serving Node / Foreign Agent) – это шлюз между сетью радио доступа и внешними пакетными сетями. Это устройство выполняет следующие функции:

- управляет соединениями между системой базовых станций и пакетной сетью, включая установление, поддержание и завершение сессий;

- предоставляет IP-адреса абонентам сети;
 - выполняет маршрутизацию пакетом между сетью оператора и внешними сетями передачи данных;
 - формирует и передает счета за оказанные услуги в систему биллинга;
- управляет абонентскими услугами, в соответствии с профилями абонентов, полученными из AAA-сервера;

-проводит аутентификацию самостоятельно. Либо передает запрос на аутентификацию к AAA-серверу.

AAA (Authentication, Authorization, and Accounting) - сервер используется для проведения процедур аутентификации и авторизации абонентов, а также для хранения абонентских данных с целью биллинга и выставления счетов.

Домашний агент (НА - Home Agent) предоставляет бесшовный роуминг к другим сетям стандарта CDMA2000. НА предоставляет якорный IP-адрес для MS, служащий для передачи любых пользовательских данных через исходную сеть. Кроме того, домашний агент поддерживает регистрацию абонентов, передачу пакетов к PDSN, а также (опционально) создание защищенного соединения.

5. Структура и функциональный состав технологии Wi-Fi.

Сетевая структура Wi-Fi состоит из двух основных типов оборудования: абонентская станция, которая обычно представляет собой компьютер (ноутбук и т.д), укомплектованный беспроводной сетевой интерфейсной картой и точка доступа (AP - Access point), которая выполняет роль моста между беспроводной и проводной сетями.

Wi-Fi имеет два основных режима работы – «Точка-точка» (Ad-Hoc) и «Инфраструктура» (Infrastructure).

Первый из них, режим Ad-Нос, также называемый независимым базовым набором служб IBSS (Independent Basic Service Set), - это простая сеть, в которой связь между многочисленными станциями устанавливается напрямую, без использования точки доступа. Для этого режима требуется минимум оборудования: каждая станция должна быть оснащена всего лишь беспроводным адаптером (рисунок 2.5).

Режим «Инфраструктура» представляет собой сотовую архитектуру, причем сеть может состоять как из одной, так и нескольких ячеек (рисунок 2.6).



Рис. 2.5. Архитектура сети Ad-Нос.

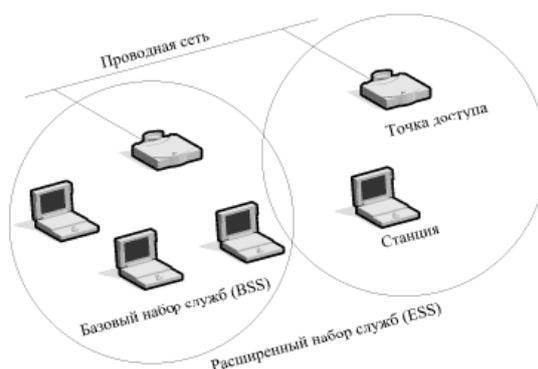


Рис. 2.6. Архитектура сети «Инфраструктура».

6. Структура и функциональный состав технологии Wi-MAX.

Архитектура сети WIMAX включает в себя 2 глобальные части: ASN - подсеть доступа, CSN - подсеть, обеспечивающая подключение к сетям

IP. Поддержка стандарта 802.16 полностью реализована в ASN. Обычно подсеть CSN владеет провайдер IP услуг, NSP - Network Server Provider, подсеть ASN - провайдер радиодоступа, NAP - Network Access Provider. NSP и NAP могут являться одним провайдером.

Одна подсеть доступа, ASN, может использоваться несколькими провайдерами услуг (NSP), т.е. к одному ASN могут быть подключены несколько CSN, а также один провайдер IP услуг, NSP, может использовать несколько разных подсетей доступа, т.е. к одному CSN может быть подключено несколько ASN.

Укрупненно WiMAX сеть состоит из следующих логических объектов:

- 1) SS (Subscriber Station) ;
- 2) ASN (Access Service Network) ;
- 3) CSN (Connectivity Service Network) .

Каждый объект может быть реализован в одном физическом модуле (например, SS) или в нескольких (ASN, CSN).

Несколько CSN могут быть подключены к одному ASN, и наоборот; несколько ASN могут быть подключены к одному CSN. ASN и CSN могут принадлежать одному оператору или разным.

Архитектура сети WiMAX показана на рисунке 2.7:

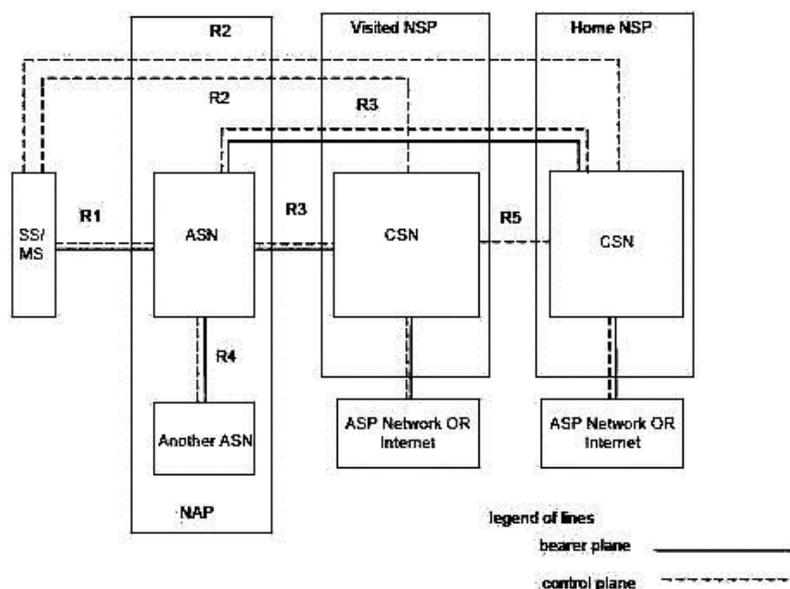


Рис. 2.7. Архитектура сети WiMAX.

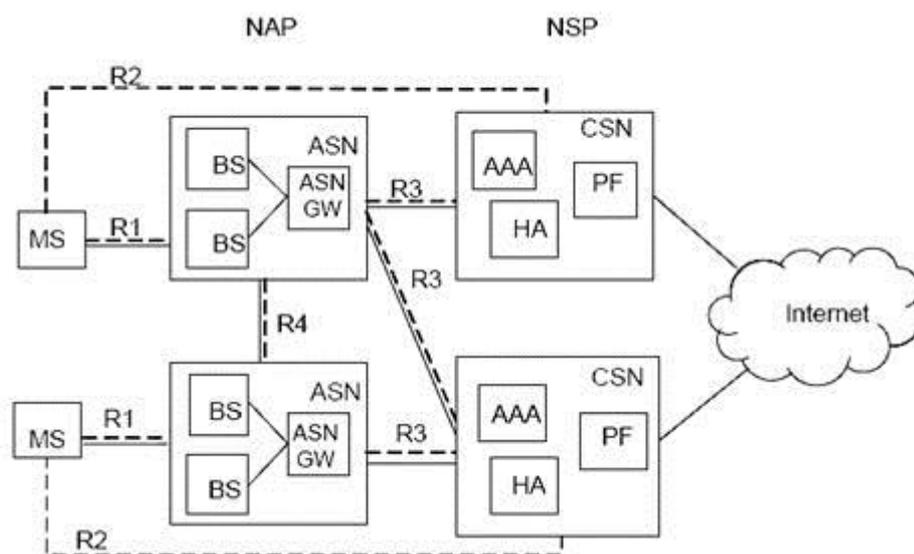


Рис. 2.8. Компоненты архитектура сети WiMAX.

Оператор может владеть WiMAX сетью полностью или частично. Оператор, предоставляющий радио-доступ, называется NAP - Network Access Provider. Ему может принадлежать один или несколько ASN. Оператор, предоставляющий сервисы сети (доступ в Интернет, передачу голоса, доступ к определенному контенту) называется NSP - Network Service Provider, ему могут принадлежать один или несколько CSN.

User terminal или Mobile Station, MS, или Subscriber Station, SS - устройство, обеспечивающее соединение между оборудованием пользователя (например, компьютером) и сетью. MS может представлять собой CPE, Customer Premises Equipment, обеспечивающее подключение к сети нескольких компьютеров.

Base Station, BS, базовая станция - логический элемент сети, выполняющий обработку физического и MAC уровней по стандарту 802.16. BS представляет один сектор с одной частотой. BS может подключаться к нескольким ASN GW для обеспечения резервирования и/или балансировки нагрузки. Одно физическое изделие может включать в себя несколько BS (логических объектов).

ASN-GW, шлюз радиоподсети - логический элемент сети, выполняющий агрегирование (объединение) сигнальных функций, а также, если необходимо, маршрутизацию потоков данных пользователей. ASN-GW может быть связан с другими ASN-GW для обеспечения резервирования и балансировки нагрузки.

AAA server, Authentication, Authorisation, Accounting, - устройство (сервер), выполняющий процедуры:

- аутентификации пользователя, т.е. проверки его подлинности и возможности доступа в сеть
- авторизации - выделение ему ресурсов сети в соответствии с услугами, на которые он подписан
- аккаунта - подсчет потребленных пользователем ресурсов (количество времени или размер переданных данных) для формирования счета за пользование сетью.

MIP HA - Mobile IP Home Agent. Применяется для поддержки мобильности, заанкерной в CSN, см. гл. «Обеспечение мобильности». Он же обычно является edge-роутером - роутером-шлюзом, расположенном на границе WiMAX сети и внешних сетей.

Выводы к главе II.

В данной главе рассмотрены архитектура, структура и функциональный состав технологий мобильной связи и беспроводного широкополосного доступа, а также взаимодействие интерфейсов. Проведен анализ сетевых элементов, выполняемых ими функций, а также взаимодействие с внешними сетями общего пользования.

Глава III. Исследование и анализ мультистандартных абонентских устройств мобильной связи.

1. Мультистандартный терминал, сканирующий запрос для выравнивания интервала сканирования WiMAX с окном поискового вызова CDMA.

Процедура относится к беспроводной связи и, в частности, к осуществлению связи с мобильными устройствами, которые поддерживают несколько технологий радиодоступа (RAT) [21]. Техническим результатом является улучшение эффективности переключения между двумя сетями связи и увеличение пропускной способности в любой услуге. Технический результат достигается тем, что предоставляют способ сканирования на предмет сообщений системы поискового вызова в сети со второй RAT, например, сети коллективного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA), при подключении к сети с первой RAT, например, сети WiMAX. Для некоторых вариантов осуществления расширенное сообщение с запро-

сом сканирования может облегчить установление цикла сканирования в первой RAT, который совпадает с циклом поискового вызова второй RAT.

Системы беспроводной связи OFDM и OFDMA по стандарту IEEE 802.16 используют сеть базовых станций для осуществления связи с беспроводными устройствами (то есть мобильными станциями), подписанными на услуги в этих системах, на основе ортогональности частот нескольких поднесущих и могут быть реализованы для достижения некоторого количества технических преимуществ для широкополосной беспроводной связи, например, стойкости к многолучевому замиранию и помехам. Каждая базовая станция (BS) излучает и принимает радиочастотные (RF) сигналы, которые переносят данные к мобильным станциям (MS) и от них.

Чтобы расширить услуги, доступные абонентам, некоторые MS поддерживают связь с помощью нескольких технологий радиодоступа (RAT). Например, многорежимная MS может поддерживать WiMAX для услуг широкополосной передачи данных и коллективный доступ с кодовым разделением каналов (CDMA) для голосовых услуг.

К сожалению, в традиционных системах неэффективное переключение между двумя сетями может вызвать уменьшение пропускной способности в любой услуге.

Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия изобретения в целом предоставляют способ осуществления связи с помощью многорежимной мобильной станции (MS) с первой и второй сетями посредством первой и второй технологий радиодоступа (RAT). Способ в целом включает в себя вычисление номера начального кадра и интервала перемежения для выполнения мобильной станцией цикла сканирования с помощью первой RAT, чтобы интервал сканирования в цикле сканирования совпадал с окном поискового вызова в цикле поискового вызова второй RAT, отправку запроса сканирования в базовую станцию в первой сети, чтобы установить цикл сканирования с номером начального кадра и ин-

тервалом сканирования, причем по меньшей мере один из номера начального кадра и интервала перемежения, отправленных в запросе, превышает 8 битов, и переключение на вторую сеть для отслеживания сообщений системы поискового вызова в течение интервала сканирования в цикле сканирования без прерывания соединения с первой сетью.

Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия изобретения предоставляют компьютерный программный продукт для осуществления связи с помощью многорежимной мобильной станции (MS) с первой и второй сетями посредством первой и второй технологий радиодоступа (RAT), содержащий машиночитаемый носитель информации, имеющий сохраненные на нем команды, исполняемые одним или несколькими процессорами. Команды в целом включают в себя команды для вычисления номера начального кадра и интервала перемежения для выполнения мобильной станцией цикла сканирования с помощью первой RAT, чтобы интервал сканирования в цикле сканирования совпадал с окном поискового вызова в цикле поискового вызова второй RAT, команды для отправки запроса сканирования в базовую станцию в первой сети, чтобы установить цикл сканирования с номером начального кадра и интервалом сканирования, причем по меньшей мере один из номера начального кадра и интервала перемежения, отправленных в запросе, превышает 8 битов, и команды для переключения на вторую сеть для отслеживания сообщений системы поискового вызова в течение интервала сканирования в цикле сканирования без прерывания соединения с первой сетью.

Чтобы можно было обстоятельно понять способ, которым описываются вышеперечисленные признаки настоящего раскрытия изобретения, более конкретное описание, кратко обобщенное выше, может быть получено путем отсылки на варианты осуществления, некоторые из которых иллюстрируются на рисунках.

Рисунок 3.1. Иллюстрирует примерную систему беспроводной связи в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Рисунок 3.2. иллюстрирует различные компоненты, которые могут использоваться в беспроводном устройстве в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Рисунок 3.3. иллюстрирует примерный передатчик и примерный приемник, которые могут использоваться в системе беспроводной связи, которая использует технологию мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов и коллективного доступа с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM/OFDMA), в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего раскрытия изобретения.

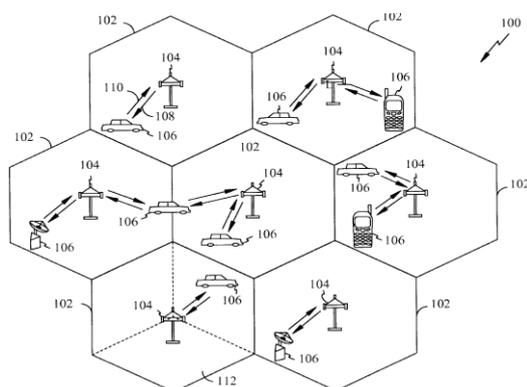


Рис.3.1. Примерная система беспроводной связи в соответствии с некоторыми вариантами его осуществления.

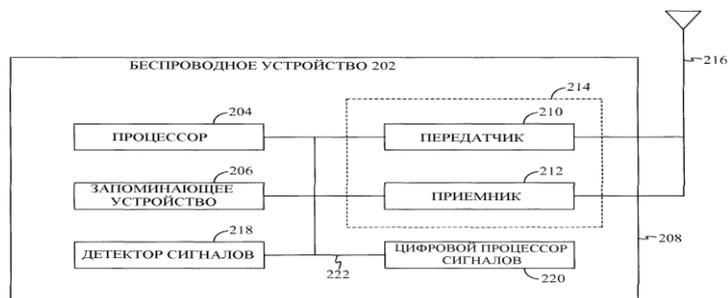


Рис.3.2. Различные компоненты, которые могут использоваться в беспроводном устройстве.

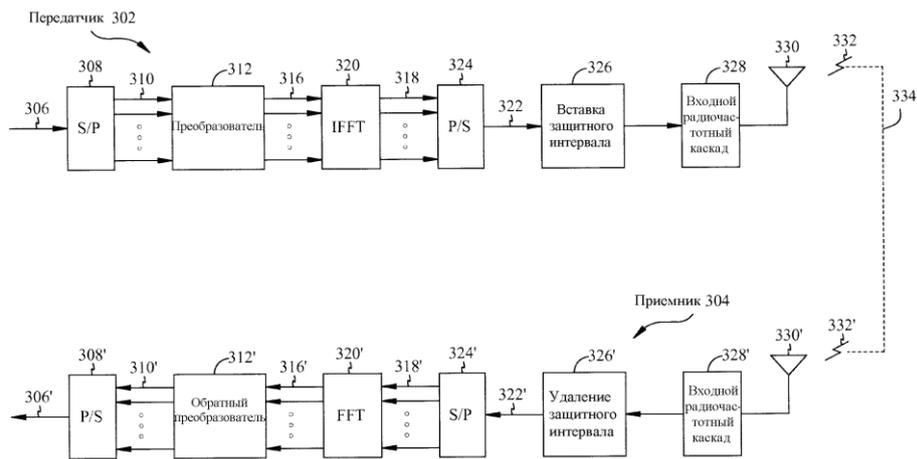


Рис.3.3. Иллюстрация примерного передатчика и примерного приемника, которые могут использоваться в системе беспроводной связи.

Варианты осуществления настоящего раскрытия изобретения могут позволить многорежимному мобильному устройству, поддерживающему технологии радиодоступа (RAT) WiMAX и CDMA 1x, переключаться между сетью WiMAX и сетью CDMA, чтобы наблюдать за каналом передачи поисковых вызовов CDMA в течение интервала сканирования WiMAX. В частности, варианты осуществления могут предоставить способ и устройство, позволяющие многорежимной MS определить набор параметров измененного мобильного запроса сканирования WiMAX (MOB_SCN-REQ) и отправить измененный MOB_SCN-REQ, уведомляющий обслуживающую BS WiMAX об обязательном характере параметров запроса в попытке обеспечить, чтобы интервал сканирования WiMAX совпадал с окном прослушивания поискового запроса CDMA.

Типовая система беспроводной связи

Быстрый рост беспроводных объединенных сетей и связи привел к увеличивающейся потребности в высокой скорости передачи данных в области услуг беспроводной связи. Системы OFDM/OFDMA на сегодняшний день рассматриваются в качестве одной из наиболее многообещающих областей исследований и в качестве ключевой технологии для следующего поколения беспроводной связи. Это обусловлено тем, что схемы модуля-

ции OFDM/OFDMA могут обеспечить много преимуществ, например эффективность модуляции, спектральную эффективность, гибкость и сильную устойчивость к многолучевому распространению по сравнению с традиционными схемами модуляции на одной несущей.

Рисунок 3.1 иллюстрирует пример системы 100 беспроводной связи, в которой могут применяться варианты осуществления настоящего раскрытия процедуры. Система 100 беспроводной связи может быть системой широкополосной беспроводной связи. Система 100 беспроводной связи может обеспечивать связь для некоторого количества сот 102, каждая из которых обслуживается базовой станцией 104. Базовая станция 104 может быть стационарной станцией, которая осуществляет связь с пользовательскими терминалами 106. Базовая станция 104 в качестве альтернативы может называться точкой доступа, Узлом Б или некоторой другой терминологией.

Рисунок 3.1 изображает различные пользовательские терминалы 106, рассредоточенные по всей системе 100. Пользовательские терминалы 106 могут быть стационарными (то есть неподвижными) или мобильными. Пользовательские терминалы 106 в качестве альтернативы могут называться удаленными станциями, терминалами доступа, терминалами, абонентскими модулями, мобильными станциями, станциями, пользовательским оборудованием и т.д. Пользовательские терминалы 106 могут быть беспроводными устройствами, например сотовыми телефонами, персональными цифровыми помощниками (PDA), карманными устройствами, беспроводными модемами, переносными компьютерами, персональными компьютерами и т.д.

Ряд алгоритмов и способов может использоваться для передач в системе 100 беспроводной связи между базовыми станциями 104 и пользовательскими терминалами 106. Например, сигналы могут отправляться и приниматься между базовыми станциями 104 и пользовательскими термини-

налами 106 в соответствии с методиками OFDM/OFDMA. В этом случае система 100 беспроводной связи может называться системой OFDM/OFDMA.

Линия связи, которая обеспечивает передачу от базовой станции 104 к пользовательскому терминалу 106, может называться нисходящей линией 108 связи, а линия связи, которая облегчает передачу от пользовательского терминала 106 к базовой станции 104, может называться восходящей линией 110 связи. В качестве альтернативы нисходящая линия 108 связи может называться прямой линией связи или прямым каналом, а восходящая линия 110 связи может называться обратной линией связи или обратным каналом.

Сота 102 может разделяться на несколько секторов 112. Сектор 112 является физической зоной обслуживания в соте 102. Базовые станции 104 в системе 100 беспроводной связи могут использовать антенны, которые собирают поток энергии в конкретном секторе 112 в соте 102. Такие антенны могут называться направленными антеннами.

Рисунок 3.2 иллюстрирует различные компоненты, которые могут использоваться в беспроводном устройстве 202, которое может применяться в системе 100 беспроводной связи. Беспроводное устройство 202 является примером устройства, которое может конфигурироваться для реализации различных способов, описанных в этом документе. Беспроводное устройство 202 может быть базовой станцией 104 или пользовательским терминалом 106.

Беспроводное устройство 202 может включать в себя процессор 204, который управляет работой беспроводного устройства 202. Процессор 204 также может называться центральным процессором (CPU). Запоминающее устройство 206, которое может включать в себя как постоянное запоминающее устройство (ROM), так и оперативное запоминающее устройство (RAM), предоставляет команды и данные процессору 204. Часть запоми-

нающего устройства 206 также может включать в себя энергонезависимое оперативное запоминающее устройство (NVRAM). Процессор 204, как правило, выполняет логические и арифметические операции на основе программных команд, сохраненных в запоминающем устройстве 206. Команды в запоминающем устройстве 206 могут быть исполняемыми, чтобы реализовать описанные в этом документе способы.

Беспроводное устройство 202 также может включать в себя корпус 208, который может включать в себя передатчик 210 и приемник 212, чтобы сделать возможной передачу и прием данных между беспроводным устройством 202 и удаленным пунктом. Передатчик 210 и приемник 212 могут быть объединены в приемопередатчик 214. Антенна 216 может прикрепляться к корпусу 208 и электрически соединяться с приемопередатчиком 214. Беспроводное устройство 202 также может включать в себя (не показано) несколько передатчиков, несколько приемников, несколько приемопередатчиков и/или несколько антенн.

Беспроводное устройство 202 также может включать в себя детектор 218 сигналов, который может использоваться с целью обнаружения и измерения уровня сигналов, принятых приемопередатчиком 214. Детектор 218 сигналов может обнаруживать такие сигналы, как общая энергия, отношение энергии контрольного сигнала к псевдошумовым (PN) элементарным сигналам, спектральная плотность мощности и другие сигналы. Беспроводное устройство 202 также может включать в себя цифровой процессор 220 сигналов (DSP) для использования в обработке сигналов.

Различные компоненты беспроводного устройства 202 могут соединяться вместе с помощью магистральной системы 222, которая может включать в себя шину питания, шину управляющего сигнала и шину сигнала состояния в дополнение к шине данных.

Рисунок 3.3 иллюстрирует пример передатчика 302, который может использоваться в системе 100 беспроводной связи, которая использует

OFDM/OFDMA. Части передатчика 302 могут быть реализованы в передатчике 210 беспроводного устройства 202. Передатчик 302 может быть реализован в базовой станции 104 для передачи данных 306 пользовательскому терминалу 106 по нисходящей линии 108 связи. Передатчик 302 также может быть реализован в пользовательском терминале 106 для передачи данных 306 к базовой станции 104 по восходящей линии 110 связи.

Данные 306, которые нужно передать, показаны предоставляемыми в качестве входных данных в последовательно-параллельный (S/P) преобразователь 308. Последовательно-параллельный преобразователь 308 может разделять данные передачи на N параллельных потоков 310 данных.

N параллельных потоков 310 данных затем могут предоставляться в качестве входных данных в преобразователь 312. Преобразователь 312 может преобразовать N параллельных потоков 310 данных в N точек созвездия. Преобразование может выполняться с использованием некоторого созвездия модуляции, например двухпозиционной фазовой манипуляции (BPSK), квадратурной фазовой манипуляции (QPSK), восьмипозиционной фазовой манипуляции (8PSK), квадратурной амплитудной модуляции (QAM) и т.д. Таким образом, преобразователь 312 может выводить N параллельных потоков 316 символов, причем каждый поток 316 символов соответствует одной из N ортогональных поднесущих в обратном быстром преобразовании 320 Фурье (IFFT). Эти N параллельных потоков 316 символов представляются в частотной области и могут быть преобразованы в N параллельных потоков 318 выборок временной области с помощью компонента 320 IFFT.

Будет предоставлено короткое замечание касательно терминологии. N параллельных модуляций в частотной области идентичны N символам модуляции в частотной области, которые идентичны N преобразованиям и N -точечному IFFT в частотной области, которое идентично одному (полезному) символу OFDM во временной области, который идентичен N вы-

боркам во временной области. Один символ OFDM во временной области, N_s , равен N_{cp} (количество защитных выборок на символ OFDM) + N (количество полезных выборок на символ OFDM).

N параллельных потоков 318 выборок временной области могут быть преобразованы в поток 322 символов OFDM/OFDMA с помощью параллельно-последовательного (P/S) преобразователя 324. Компонент 326 вставки защитного интервала может вставить защитный интервал между последовательными символами OFDM/OFDMA в потоке 322 символов OFDM/OFDMA. Результат компонента 326 вставки защитного интервала затем может быть преобразован с повышением частоты к нужной полосе частот передачи с помощью входного радиочастотного (RF) каскада 328. Затем антенна 330 может передать результирующий сигнал 332.

Рисунок 3.3 также иллюстрирует пример приемника 304, который может использоваться в беспроводном устройстве 202, которое использует OFDM/OFDMA. Части приемника 304 могут быть реализованы в приемнике 212 беспроводного устройства 202. Приемник 304 может быть реализован в пользовательском терминале 106 для приема данных 306 от базовой станции 104 по нисходящей линии 108 связи. Приемник 304 также может быть реализован в базовой станции 104 для приема данных 306 от пользовательского терминала 106 по восходящей линии 110 связи.

Переданный сигнал 332 показан идущим по беспроводному каналу 334. Когда сигнал 332' принимается антенной 330', принятый сигнал 332' может быть понижающе преобразован к основополосному сигналу с помощью входного радиочастотного каскада 328'. Компонент 326' удаления защитного интервала может затем удалить защитный интервал, который вставлялся между символами OFDM/OFDMA с помощью компонента 326 вставки защитного интервала.

Результат компонента 326' удаления защитного интервала может предоставляться последовательно-параллельному преобразователю 324'.

Последовательно-параллельный преобразователь 324' может разделить поток 322' символов OFDM/OFDMA на N параллельных потоков 318' символов временной области, каждый из которых соответствует одной из N ортогональных поднесущих. Компонент 320' быстрого преобразования Фурье (FFT) может преобразовать N параллельных потоков 318' символов временной области в частотную область и вывести N параллельных потоков 316' символов частотной области.

Обратный преобразователь 312' может выполнить обратное действие к операции преобразования символов, которая выполнялась преобразователем 312, посредством этого выводя N параллельных потоков 310' данных. Параллельно-последовательный преобразователь 308' может объединить N параллельных потоков 310' данных в один поток 306' данных. В идеале этот поток 306' данных соответствует данным 306, которые предоставлялись в качестве входных данных в передатчик 302. Отметим, что все элементы 308', 310', 312', 316', 320', 318' и 324' можно встретить в процессоре прямой передачи.

2. Типовая работа мультистандартного терминала в сетях CDMA 1x с коммутацией каналов и наложением WiMAX.

При развертывании беспроводных услуг разные технологии радиодоступа (RAT) могут объединяться для предоставления нескольких услуг. Например, рисунок 3.4 иллюстрирует систему 400, в которой сеть 410 мобильной WiMAX может объединяться (или "накладываться") с сетью 420 коллективного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA) 1x, чтобы предоставить услугу широкополосной передачи данных и речи. В системе абоненты могут использовать одну двухрежимную (CDMA и WiMAX) мобильную станцию 430 (MS) для настройки на сеть CDMA, чтобы исполь-

зовать коммутируемую телефонную сеть 432 общего пользования (PSTN), и настройки на сеть WiMAX, чтобы использовать услугу широкополосной передачи данных при доступе к Интернету 434 [21].

В традиционных системах неэффективное переключение между двумя сетями может вызвать уменьшение пропускной способности в любой услуге. Например, в традиционных системах двухрежимная MS 430, подключенная к сети WiMAX для широкополосных услуг, может периодически останавливать обмен потоком данных и сканировать соседние BS WiMAX для оценки доступного качества сигнала и, при необходимости, выполнять передачу обслуживания (HO) в соответствии со стандартом IEEE 802.16. Кроме того, двухрежимная MS 430 может быть вынуждена периодически переключаться на сеть CDMA для проверки сообщения поискового вызова CDMA и выполнения регистрации CDMA в BS 424 CDMA 1x. Частое переключение с услуги широкополосной передачи данных на сканирование BS WiMAX и контроль поискового вызова CDMA может нарушить существующую услугу широкополосной передачи данных и ухудшить восприятие пользователем.

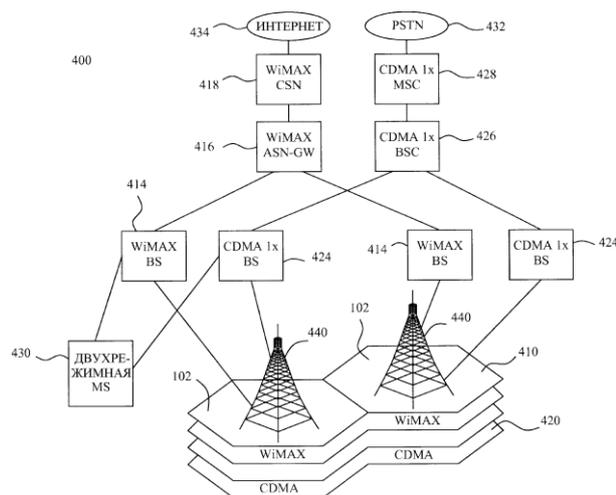


Рис. 3.4. иллюстрирует сеть WiMAX, наложенную на сеть коллективного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA) 1x, в соответствии с вариантами осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Как проиллюстрировано на рисунке 3.4, сеть 420 CDMA может накладываться на сеть 410 WiMAX. Услуга CDMA может предоставляться некоторой географической области с помощью множества аппаратных и программных компонентов. Эта географическая область может разделяться на зоны, называемые сотами 102, центрированными вокруг башни 440 обслуживания. В попытке увеличить пространственную эффективность одна башня обслуживания 440 может поддерживать несколько RAT. Например, башня обслуживания 440 может поддерживать как базовую станцию 414 (BS) WiMAX, так и BS 424 CDMA.

BS CDMA 424 может содержать оборудование для шифрования и дешифрования связи с контроллером 426 базовой станции (BSC), который может обеспечивать интеллектуальное управление для нескольких BS CDMA. BSC 426 может иметь десятки или даже сотни управляемых BS. BSC 426 может управлять выделением радиоканалов, принимать измерения от двухрежимных MS 430 или управлять передачами обслуживания от одной BS к другой BS. Дополнительно BSC 426 может действовать в качестве концентратора, где множество соединений с BS с низкой пропускной способностью становится сокращенным до меньшего количества соединений к центру 428 коммутации мобильной связи (MSC).

MSC 428 может служить в качестве основного узла оказания услуг для сети CDMA. Он может отвечать за обработку речевых вызовов и текстовых сообщений (SMS), а именно за установку и разъединение сквозных соединений, обработку мобильности и требований к передаче обслуживания во время вызова, слежение за зарядкой и контроль prepaid счета в реальном масштабе времени. Более того, MSC 428 может определять местоположение MS, которая вызывается, и может осуществлять связь с наземной линией связи, например Коммутируемой телефонной сетью общего пользования (PSTN).

Аналогично BSC 426, шлюз 416 сети доступа к услугам (ASN-GW) может управлять несколькими BS в сети 410 WiMAX. ASN-GW 416 может выделять каналы, принимать измерения от двухрежимных MS 430 и управлять передачами обслуживания от одной BS к другой BS. ASN-GW 416 может предоставить двухрежимной MS 430 доступ к Интернету 434 посредством сети 418 с возможностью подключения к услугам (CSN) поставщика услуг Интернета. CSN 418, в том числе может предоставлять Аутентификацию, Авторизацию и Учет (AAA), систему доменных имен (DNS), Протокол динамической конфигурации хоста (DHCP) и услуги межсетевого экрана для поставщика услуг Интернета.

Рисунок 2.5. иллюстрирует примерные операции 500, которые могут выполняться, например, двухрежимной MS 430 для наблюдения за каналом передачи поисковых вызовов CDMA в течение интервалов сканирования WiMAX, в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего раскрытия изобретения. Операции 500 могут выполняться, например, посредством MS в попытке позволить MS принимать речевой вызов, направленный через сеть CDMA 1x, при подключении к сети WiMAX.

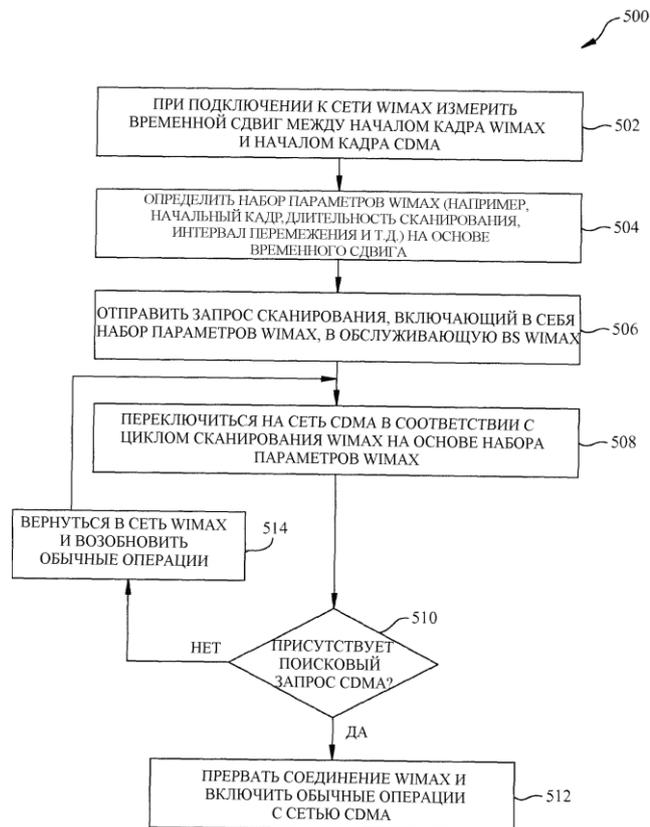


Рис.3.5. Примерные операции, выполняемые мобильной станцией при переключении с сети WiMAX на сеть CDMA 1x.

Операции начинаются на этапе 502 с двухрежимной MS 430, измеряющей временной сдвиг между началом кадра WiMAX и началом кадра CDMA. Такой сдвиг показан на рисунке 3.6 в виде T offset 600 между началом произвольного кадра WiMAX с номером кадра N1 610 и началом соответствующего кадра CDMA с системным временем CDMA (номером кадра) N2 612. Чтобы измерить хронометраж кадров CDMA, MS 430 может потребовать интервал сканирования, в котором нужно переключаться с сети WiMAX на сеть CDMA. При измерении временного сдвига двухрежимная MS 430 также может определить номер кадра WiMAX и системное время CDMA в кадрах CDMA. Следует отметить, что кадр WiMAX (T_wm_frame) может иметь меньшую длительность, чем кадр CDMA. Например, традиционный кадр CDMA может иметь длительность в 20

миллисекунд, тогда как сопоставимый кадр WiMAX может составлять 5 миллисекунд.

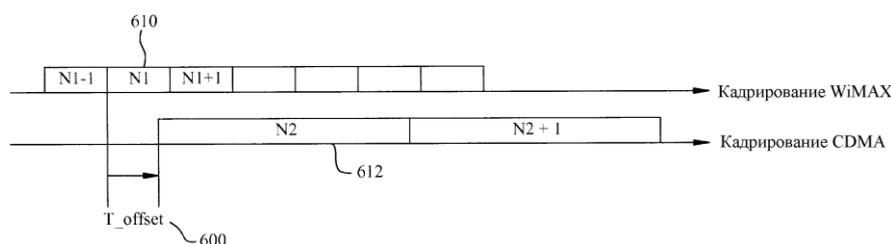


Рис. 3.6. Пример временного сдвига между началом кадра в передаче WiMAX и началом кадра в передаче CDMA 1x.

На этапе 504 двухрежимная MS 430 может определить набор параметров WiMAX на основе ранее вычисленного временного сдвига. Определенные MS 430 параметры WiMAX могут включать в себя, но не ограничиваются, начальный кадр WiMAX, длительность интервала сканирования WiMAX (длительность сканирования) и длительность интервала переключения.

В некоторых случаях (например, случаях, в которых MS наблюдает только за каналом передачи поисковых вызовов (PCH)) длительность сканирования (в единицах кадров WiMAX) может определяться, как описано уравнением (3.1):

$$Scan_Duration = Ceiling \left[\frac{80mc + T_offset}{T_wm_frame} \right] + Ceiling \left[\frac{\max(T_offset, T_tune) - T_offset}{T_wm_frame} \right] \quad (3.1)$$

где T_tune - время, которое требуется MS, чтобы настроиться с сети WiMAX на сеть CDMA, и где T_wm_frame может составлять 5 миллисекунд. Функция наименьшего целого определяет наименьшее целое число, которое больше либо равно ее аргументу (то есть $Ceiling[x]$ вернет наименьшее целое число $\geq x$). Однако в некоторых случаях (например, случаях, в которых MS наблюдает только за PCH и каналом быстрого поискового вызова (QPCH)) длительность сканирования (в единицах кадров WiMAX) может определяться, как описано уравнением (3.2).

$$Scan_Duration = Ceiling\left[\frac{180\text{ms} + T_offset}{T_wm_frame}\right] + Ceiling\left[\frac{\max(T_offset, T_tune) - T_offset}{T_wm_frame}\right] \quad (3.2),$$

Поскольку MS 430 должна слушать как канал передачи поисковых вызовов CDMA, так и канал быстрого поискового вызова CDMA, необходимое время прослушивания может быть больше, чем в ранее описанных вариантах осуществления.

Однако важно отметить, что текущие версии стандарта IEEE 802.16 ограничивают максимальную длительность интервала переключения WiMAX. В частности, интервал переключения WiMAX может определяться путем взятия максимального значения из множества чисел, k , которые удовлетворяют следующим двум условиям: $k < 256$; и

$$\frac{1,28\text{сек} * 2^{\text{Slot_cycle_Index}} / T_wm_frame}{(Scan_Duration + k)} = \text{положительное целое число} \quad (3.3)$$

Вышеприведенный Slot_Cycle_Index является параметром, используемым для определения длительности цикла поискового вызова CDMA 1x по стандартам CDMA. Например, там, где длительность кадра WiMAX (T_wm_frame) равна пяти миллисекундам, Slot_Cycle_index равен 1, а длительность сканирования равна 20 кадрам, числитель условия ii) равен 512. Соответственно, множество k чисел, которое удовлетворяет обоим условиям, включает в себя $\{236, 108, 44, 12\}$, и максимальное значение упомянутого множества чисел равно 236 (то есть цикл сканирования, N , в единицах кадров WiMAX).

Более того, при определении набора параметров WiMAX начальный кадр может относиться к самым младшим 8 битам абсолютного номера кадра WiMAX. Следовательно, варианты осуществления настоящего раскрытия изобретения могут позволить определять начальный кадр WiMAX, как описано в уравнении (3.4), когда MS наблюдает только за РСН:

$$Start_Frame = \left[\frac{20\text{ms}}{T_wm_frame} * M + N1 - \tau \right] \bmod 256 \quad (3.4),$$

где τ может выражаться как

$$\text{Ceiling} \left[\frac{\max(T_offset, T_tune) - T_offset}{T_wm_frame} \right],$$

а M может выражаться как $(4 * \text{PGSLOT} - N2) \bmod 64 * 2^{\text{Slot_Cycle_Index}}$. PGSLOT является параметром, используемым для определения сдвига на цикл поискового вызова CDMA 1x по стандартам CDMA, и он зависит от IMSI (Международный идентификатор мобильной станции) у MS 430. Однако варианты осуществления настоящего раскрытия изобретения могут позволить определять начальный кадр WiMAX, как описано в уравнении (3.5), когда MS наблюдает одновременно за РСН и QРСН:

$$\text{Start_Frame} = \left[\frac{20\text{мс}}{T_wm_frame} * M + N1 - \frac{100\text{мс}}{T_wm_frame} - \tau \right] \bmod 256 \quad (3.5)$$

На этапе 506 мобильный запрос сканирования (MOB_SCN-REQ), включающий набор параметров WiMAX, может отправляться к обслуживающей BS 414 WiMAX. Как указано раньше, набор параметров WiMAX может включать в себя начальный кадр WiMAX, длительность сканирования, интервал перемежения и количество циклов сканирования, которое запрашивает MS (или количество итераций сканирования, которое нужно выполнить).

Количество итераций может устанавливаться в любое число между 1 и 255 и указывает количество циклов сканирования, запрошенных двухрежимной MS 430. Перед завершением всех итераций MS 430 может отправить другой запрос сканирования, чтобы обновить интервалы периодических переключений. В некоторых вариантах осуществления значение итерации по умолчанию может составлять 255 для уменьшения количества запросов сигнала сканирования, отправленных MS 430.

BS 414 WiMAX может использовать один или несколько предоставленных параметров при установлении цикла сканирования WiMAX из условия, чтобы длительность сканирования WiMAX совпадала большей частью с каждым из окон поискового вызова CDMA. На этапе 508 двухре-

жимная MS 430 может переключиться на сеть CDMA в соответствии с циклом сканирования, установленным BS 414 WiMAX.

На этапе 510 двухрежимная MS 430 может определить, имеется ли поисковый запрос CDMA, предназначенный для MS 430, присутствующий в канале передачи поисковых вызовов. Если канал передачи поисковых вызовов CDMA не имеет поискового запроса, предназначенного для MS 430, то MS может вернуться в сеть WiMAX и возобновить обычные операции WiMAX на этапе 514. Однако если MS 430 принимает поисковый запрос CDMA, то MS 430 может прервать соединение WiMAX и заняться обычными операциями с сетью CDMA, как проиллюстрировано на этапе 512.

Рис.3.7. иллюстрирует, что в некоторых вариантах осуществления длительности 720 сканирования WiMAX могут быть спланированы так, что у MS 430 есть достаточно времени для настройки с сети WiMAX на сеть CDMA и прослушивания канала передачи поисковых вызовов CDMA для всего окна поискового вызова в течение одной длительности 720 сканирования. Однако в некоторых вариантах осуществления длительность 720 сканирования WiMAX может быть недостаточной по длине, чтобы позволить MS слушать все окно поискового вызова CDMA. В таких вариантах осуществления MS может настроиться на сеть CDMA настолько долго, чтобы слушать интервал канала передачи поисковых вызовов CDMA, соответствующий интервалу канала передачи поисковых вызовов, выделенному MS 430 в течение окна 730 поискового вызова CDMA. Однако двухрежимной MS 430 может выделяться интервал канала передачи поисковых вызовов. Соответственно, двухрежимная MS 430 может переключиться обратно на сеть WiMAX после прослушивания интервала канала передачи поисковых вызовов, но до окончания окна 730 поискового вызова CDMA.

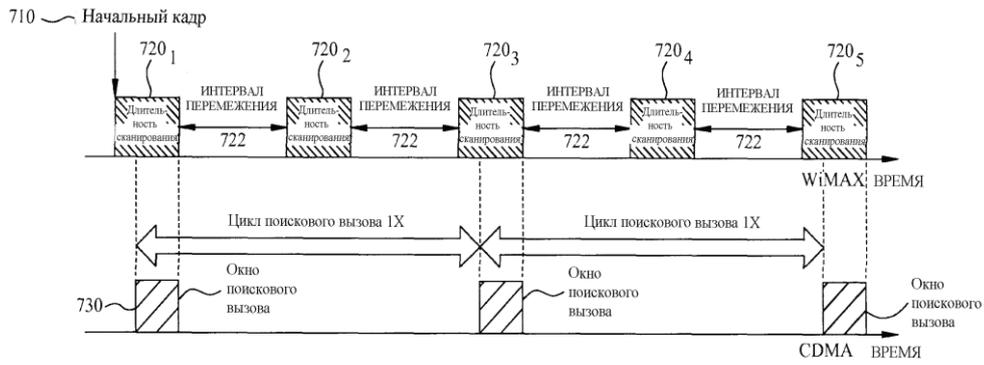


Рис. 3.7. Выравнивание интервалов сканирования WiMAX с окнами поискового вызова CDMA 1x на основе параметров, определенных из измерения временного сдвига.

Более того, следует отметить, что из-за ограниченного размера интервала 722 перемежения по стандартам WiMAX может произойти более одного цикла сканирования WiMAX между последующими окнами 730 поискового вызова CDMA. Соответственно, двухрежимная MS 430 может не настраиваться на сеть CDMA в течение каждой длительности 720 сканирования WiMAX. В течение длительностей 720 сканирования, которые не совпадают с окнами поискового вызова CDMA, двухрежимная MS 430 может сканировать соседние BS WiMAX, чтобы оценивать соответствующее качество сигнала.

Рисунок 3.8. иллюстрирует примерные обмены между двухрежимной MS 430, BS 414 WiMAX и BS 424 CDMA в соответствии с вариантами осуществления настоящего раскрытия изобретения. В настоящем примере MS 430 может иметь исходное активное соединение с BS 414 WiMAX, но также находиться в соте CDMA.

При подготовке к прослушиванию канала передачи поисковых вызовов CDMA MS 430 может измерить временной сдвиг между кадром WiMAX и кадром CDMA, как проиллюстрировано ссылкой 802. В течение этого периода измерения MS 430 также может определить набор параметров WiMAX, например начальный кадр WiMAX, значение длительности сканирования (измеренное в единицах кадров WiMAX), значение интерва-

ла переключения (измеренное в единицах кадров WiMAX) и количество итераций, как описано выше.

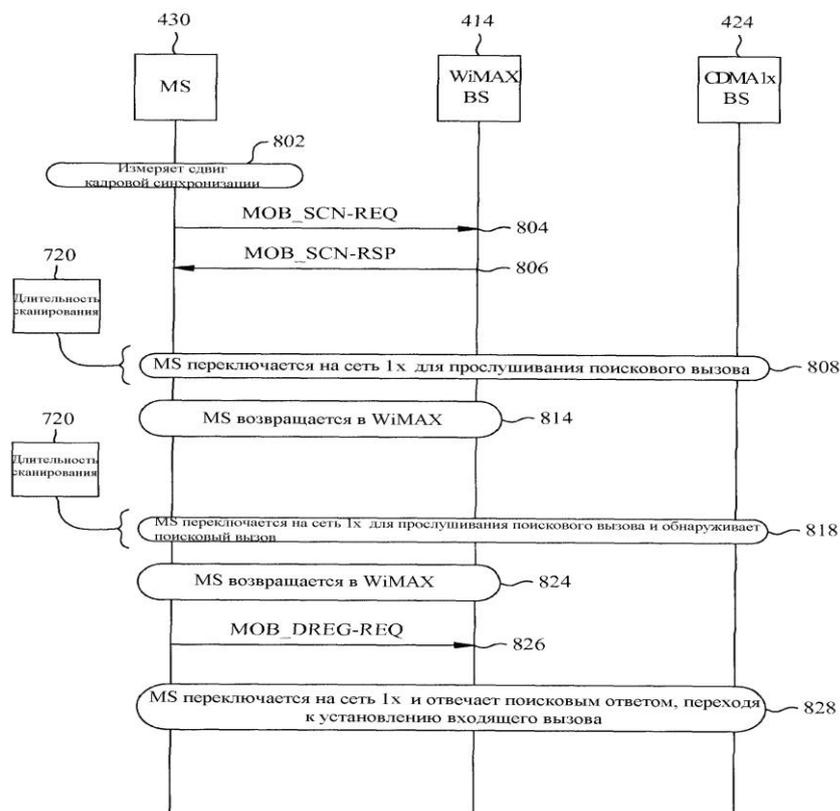


Рис.3.8. Примерные обмены между многорежимной мобильной станцией и базовой станцией WiMAX и CDMA.

После измерения и определения параметров WiMAX MS 430 затем может отправить мобильный запрос 804 сканирования (MOB_SCN-REQ) к BS 414 WiMAX, включающий упомянутые параметры. В ответ на прием MOB_SCN-REQ 804 BS 414 WiMAX может сформировать мобильный ответ 806 сканирования (MOB_SCN-RSP). Предполагая, что BS 414 удовлетворяет запрос, BS 414 WiMAX может отправить MOB_SCN-RSP 806, который устанавливает начальный кадр 710 и длительность 720 сканирования, которая выравнивает длительность 720 сканирования WiMAX с каждым из окон 730 поискового вызова CDMA.

Предполагая, что BS 414 отправила ответ 806, удовлетворяющий запрос 804, MS 430 может переключиться с сети WiMAX на сеть CDMA, как проиллюстрировано по ссылке 808, в соответствии с информацией в MOB_SCN-RSP 806. Поскольку BS 414 подтвердила MOB_SCN-REQ и предоставила длительность 720 сканирования, BS 414 может не отправлять поток данных к MS 430 в течение длительности 720 сканирования, гарантируя, что MS 430 не пропустит никакой поток данных.

MS 430 может продолжить слушать сеть CDMA, пока она не услышит поисковый запрос, предназначенный для MS 430, или пока не закончится окно поискового вызова CDMA. Если MS 430 не обнаруживает поисковый запрос CDMA, то MS 430 может вернуться в сеть WiMAX и продолжить обычные операции WiMAX, как проиллюстрировано по ссылке 814.

MS может работать циклами между длительностями 720 сканирования и обычными операциями WiMAX, выполняемыми в течение интервалов 722 перемежения для количества итераций, указанного в MOB_SCN-REQ, либо пока MS 430 не примет поисковый запрос CDMA, предназначенный для упомянутой MS, как проиллюстрировано по ссылке 818. При приеме поискового запроса, предназначенного для MS 430, MS может вернуться в сеть WiMAX, как проиллюстрировано по ссылке 824, и отправить MOB_DREG-REQ 826 к BS 414 WiMAX.

После отмены регистрации в сети WiMAX MS 430 может ответить BS 424 CDMA поисковым ответом CDMA и приступить к обычным операциям с сетью CDMA (например, установлению входящего вызова), как проиллюстрировано по ссылке 828.

Типовое измененное сообщение MOB_SCN-REQ.

Как описано выше, использование интервала сканирования WiMAX для наблюдения за каналом передачи поисковых вызовов CDMA с помощью многорежимной MS 430, которая описана выше, может повисить не-

прерывность обслуживания в сетях CDMA и WiMAX. Однако ограничения по длине традиционного интервала сканирования WiMAX могут потребовать неэффективного включения во время "фиктивных" интервалов сканирования, которые не соответствуют циклам поискового вызова CDMA. Однако для некоторых вариантов осуществления настоящего раскрытия изобретения измененная версия мобильного запроса сканирования (MOB_SCN-REQ) может позволить мобильной станции запрашивать более длинный интервал сканирования, который может помочь устранить бесполезные интервалы сканирования.

По текущей версии стандарта IEEE 802.16 MS может определять и предлагать определенные значения для различных параметров сканирования, включающих интервал сканирования, интервал переключения, итерацию сканирования и рекомендованный начальный кадр. Как описано выше, MS может вычислять и выбирать эти значения параметров при попытке обеспечить, чтобы интервал сканирования WiMAX совпадал с окном поискового вызова CDMA. Однако BS 414 может отклонить запрос или предоставить альтернативные значения параметров.

Более того, по текущей версии стандарта IEEE 802.16 BS WiMAX может ожидать ответ от MS, сообщаящий результаты сканирования соседних BS WiMAX (которые не были бы доступны, если MS прослушала сеть 420 CDMA). Кроме того, 8-битовое значение поля интервала переключения в стандартном сообщении MOB_SCN-REQ может привести к длительности интервала переключения, недостаточной для охвата интервала поискового вызова между разными RAT. 8-битовое значение поля итерации сканирования также может потребовать от MS слишком частого повторного запроса времени сканирования.

Однако варианты осуществления настоящего раскрытия изобретения могут предоставить измененную версию мобильного запроса сканирования, которая предоставляет многорежимной MS, поддерживающей RAT

WiMAX и CDMA 1x, больший контроль при запросе интервала сканирования, чтобы сканировать сеть CDMA на предмет сообщений системы поискового вызова. Например, измененное сообщение может позволить MS определять набор измененных параметров WiMAX для запроса интервала сканирования с длиной, которая соответствует циклу поискового вызова в сети CDMA, а также для уведомления обслуживающей BS WiMAX об обязательном характере запрошенных параметров в попытке преодолеть ранее описанные недостатки.

Рисунок 3.9. иллюстрирует примерный формат измененного мобильного запроса сканирования с примерным набором полей мобильного запроса сканирования в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего раскрытия изобретения.

В проиллюстрированном примере поле 910 интервала перемежения имеет длину 16 битов вместо 8-битового значения по текущей версии стандарта IEEE 802.16. Текущее 8-битовое значение обеспечивает диапазон значений между 0 и 255. Соответственно, MOB_SCN-REQ со стандартным 8-битовым полем 910 интервала перемежения может быть ограничено запросом 255-кадрового, или 1,275-секундного, интервала перемежения.

Однако 1,275 секунды может быть недостаточной длительностью для охвата интервала поискового вызова между разными RAT (то есть цикла поискового вызова CDMA), как проиллюстрировано на рис.2.7. Более длинное поле интервала перемежения, например проиллюстрированное 16-битовое поле, может позволить достаточной длительности охватить интервал поискового вызова между разными RAT, посредством этого избегая по возможности бесполезных "фиктивных" интервалов прослушивания.

Таким образом, использование более длинного поля 910 интервала перемежения может привести к увеличенной пропускной способности в сети 410 WiMAX. Например, если сеть 420 CDMA имеет цикл поискового

вызова длиннее наибольшего возможного цикла сканирования WiMAX, то MS 430 может быть вынуждена планировать два или более субоптимальных цикла сканирования WiMAX, чтобы сохранить выравнивание между интервалом сканирования WiMAX и окном прослушивания CDMA. Планирование двух или более субоптимальных циклов сканирования WiMAX может привести к тому, что MS 430 излишне переключается на сеть 420 CDMA. Время, в которое MS 430 излишне настраивается на сеть 420 CDMA, является потерянным временем для пропускной способности WiMAX. Однако путем изменения поля 910 интервала перемежения варианты осуществления настоящего раскрытия изобретения могут предложить MS 430 гибкость в сохранении выравнивания между интервалами сканирования WiMAX и циклами поискового вызова других RAT наряду с увеличением пропускной способности WiMAX.

Как проиллюстрировано, для некоторых вариантов осуществления настоящего раскрытия изобретения также может увеличиваться битовая длина поля 920 рекомендованного начального кадра относительно традиционного 8-битового поля по текущей версии стандарта IEEE 802.16. Традиционное 8-битовое поле ограничивается предложением одного из последующих 255 кадров, что может оказаться ограничивающим при попытке выровнять интервалы сканирования с циклами поискового вызова CDMA.

Путем увеличения допустимого значения поля 920 начального кадра, как и в случае с изменением поля 910 интервала перемежения, MS 430 может добиться гибкости в сохранении выравнивания между интервалами сканирования WiMAX и окнами прослушивания CDMA. Значение поля начального кадра по-прежнему может вычисляться способом, аналогичным описанному выше со ссылкой на уравнения (4) и (5), но без операции MOD 256. Предполагая, что используется 24-битовый абсолютный номер кадра, функция MOD в уравнениях (4) и (5) может быть изменена для формирования 16-битового значения рекомендованного начального кадра.

Имя	Размер	Определение
910 — Интервал перемежения	16 битов	Интервал перемежения в нескольких кадрах
920 — Рекомендованный начальный кадр	16 битов	Номер начального кадра в самых младших 16 битах
930 — Условия запроса сканирования	8 битов	<p>932 — <u>Бит #0:</u> 0: Непобязательные (BS может отклонить запрос или изменить параметры в MOB_SCN-REQ) 1: Обязательные (BS обязана разрешить все параметры в MOB_SCN-REQ)</p> <p>934 — <u>Бит #1:</u> 0: Сканирование завершается после Итерации сканирования 1: Сканирование завершается после того, как MS явно отключит сканирование путем отправки MOB_SCN-REQ, а Итерация сканирования игнорируется</p> <p>936 — <u>Бит #2:</u> 0: MS включает соседей WiMAX или сканирование всех соседей в MOB_NBR-ADV 1: MS не включает никаких соседей в MOB_SCN-REQ</p> <p>938 — <u>Бит #3:</u> 0: Режим отчета определяется MOB_SCN-RSP 1: Отчет отсутствует</p> <p>940 — <u>Бит #4-7:</u> Зарезервированы. Должны быть установлены в 0b0000</p>

Рис.3.9. Примерный формат измененного мобильного запроса сканирования с примерным набором полей мобильного запроса сканирования.

В качестве альтернативы для некоторых вариантов осуществления мобильный запрос сканирования может быть изменен для включения в себя 24-битового поля рекомендованного начального кадра, так что никакой функции MOD не требуется.

Для некоторых вариантов осуществления также может использоваться отдельное поле 930 условий запроса сканирования. Это поле условий запроса сканирования может помочь MS сообщать BS WiMAX дополнительную информацию.

В качестве примера поле 930 условий запроса сканирования может иметь один или несколько битов 932, указывающих, являются ли один или

несколько параметров WiMAX, включенных в сообщение MOB_SCN-REQ, необязательными или обязательными. По текущим версиям стандарта IEEE 802.16 MS 430 может включать параметры WiMAX, например длительность интервала сканирования, длительность интервала перемежения, начальный кадр и итерацию сканирования, в MOB_SCN-REQ, отправленное к BS 414, но BS 414 может отклонить запрос сканирования или реализовать альтернативный параметр, игнорируя значения параметров, отправленные MS 430.

Однако, как отмечалось выше, значения параметров, определенные MS 430, могут быть необходимы для сохранения выравнивания между циклом поискового вызова CDMA и циклом сканирования WiMAX. Соответственно, один или несколько битов, указывающих, являются ли параметры WiMAX в сообщении MOB_SCN-REQ необязательными или обязательными, могут помочь в обеспечении выравнивания между циклом поискового вызова CDMA и циклом сканирования WiMAX.

Дополнительно MS 430 может потребоваться контролировать окна поискового вызова других сетей, и соответственно может быть неэффективно часто запрашивать повторно время сканирования для контроля окон поискового вызова других сетей. Поэтому некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия изобретения могут предоставлять один или несколько битов 934 для указания, будет ли MS 430 выполнять ограниченное количество итераций цикла сканирования в соответствии со значениями поля итерации сканирования в сообщении MOB_SCN-REQ или выполнять неопределенное количество итераций цикла сканирования.

Например, бит 934 со значением "0" может использоваться для указания, что MS 430 завершит сканирование после количества итераций, предусмотренного полем итерации сканирования, тогда как бит 934 со значением "1" может использоваться для указания, что MS 430 выполнит неопределенное количество итераций. Если поле 930 условий запроса ска-

нирования указывает, что MS 430 выполнит неопределенное количество итераций цикла сканирования, то MS может автоматически прекратить циклы сканирования путем, например, отправки последующего MOB_SCN-REQ с полем итерации сканирования со значением нуля.

Текущая версия стандарта IEEE 802.16 также содержит поле, чтобы MS 430 указывала, какие соседние BS 414 WiMAX MS планирует сканировать. Однако, если MS 430 покидает сеть 410 WiMAX для прослушивания поискового запроса CDMA, то MS 430 может не иметь соседней BS 414 для указания.

Соответственно, варианты осуществления настоящего раскрытия изобретения могут включать в себя один или несколько битов 936 для указания, планирует ли MS 430 оставаться в сети 410 WiMAX и сканировать соседние BS 414 или переключиться с сети 410 WiMAX и слушать поисковый запрос других сетей. Например, одиночный бит 936 со значением "0" может использоваться для указания, что MS 430 останется в сети 410 WiMAX и будет сканировать соседние BS 414 WiMAX, тогда как бит со значением "1" может использоваться для указания, что MS 430 не будет сканировать соседние BS 414 WiMAX.

Если поле 930 условий запроса сканирования указывает, что MS 430 останется в сети 410 WiMAX и будет сканировать соседние BS 414, то MS может указать, какие BS 414 нужно сканировать, в соответствии с текущей версией стандарта IEEE 802.16. С другой стороны, если поле 930 условий запроса сканирования указывает, что MS 430 не будет сканировать соседние BS 414, то соответствующие поля могут не включаться в сообщение MOB_SCN-REQ, например соседние BS.

Аналогичным образом обслуживающая BS 414 WiMAX, которая удовлетворяет запрос MOB_SCN-REQ, может предполагать ответ от MS 430 после интервала сканирования, сообщаящий результаты сканирования WiMAX соседних BS. Например, BS 414 WiMAX при отправке

MOB_SCN-RSP может указать, что MS 430 должна формировать периодический или инициированный событием отчет. Однако MS 430, которая переключала сети в течение интервала сканирования, чтобы слушать межсетевой поисковый запрос, может не иметь результатов сканирования WiMAX для сообщения.

Соответственно, варианты осуществления настоящего раскрытия изобретения могут включать в себя один или несколько битов 938 для указания, планирует ли MS 430 предоставить BS WiMAX отчет о сканировании, или является ли отчет о сканировании WiMAX ненужным и не будет предоставлен. Например, одиночный бит со значением "0" может использоваться для указания, что MS 430 предоставит BS 414 WiMAX отчет о сканировании в соответствии с текущей версией стандарта IEEE 802.16, тогда как бит со значением "1" может использоваться для указания, что отчет о сканировании WiMAX является ненужным и не будет предоставлен.

Как проиллюстрировано, для некоторых вариантов осуществления дополнительные биты 940 в поле 930 Условий запроса сканирования могут быть зарезервированы для будущего использования.

Рисунок 3.10 иллюстрирует, как многорежимная MS 430 может поддерживать выравнивание между циклом сканирования WiMAX и циклом поискового вызова CDMA путем использования измененного мобильного запроса сканирования, в соответствии с вариантами осуществления настоящего раскрытия изобретения. Например, в перспективе MS 430 дополнительно может использовать TLV с большим полем рекомендованного начального кадра для предложения начального кадра 710. Это может позволить MS 430 преодолеть более крупные возможные сдвиги между началом кадра CDMA и началом кадра WiMAX, по сравнению с TLV поля рекомендованного начального кадра в MOB_SCN-REQ по текущей версии стандарта IEEE 802.16.

Дополнительно MS 430 может использовать более длинное поле интервала перемежения, чтобы обеспечить интервалы перемежения с большей длительностью. Как описано выше, использование более длинного поля интервала перемежения может устранить ненужные интервалы сканирования (например, рис.2.7, интервалы 720₂ и 720₄ сканирования), предотвратить ненужное переключение на сеть 420 CDMA и привести к увеличенной пропускной способности в сети 410 WiMAX.

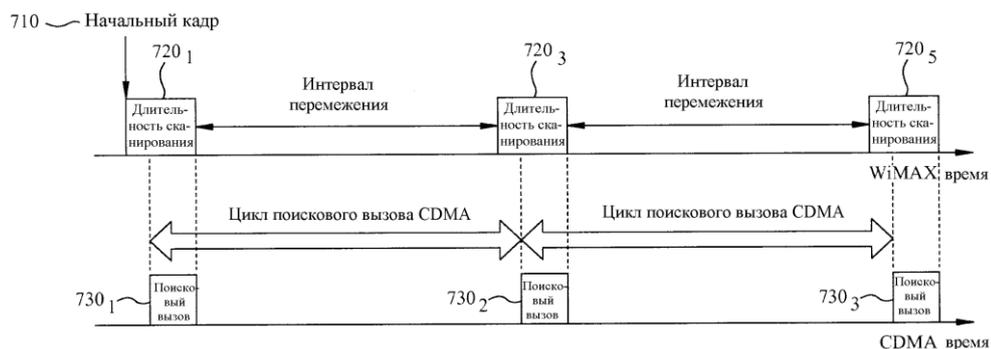


Рис.3.10. Выравнивание интервалов сканирования WiMAX с окнами поискового вызова CDMA 1x на основе параметров WiMAX, сообщенных в измененном мобильном запросе сканирования.

Рисунок 3.11. иллюстрирует примерные операции 1100, которые могут выполняться, например многорежимной MS 430, использующей измененное сообщение MOB_SCN-REQ, например, показанное на рисунке 3.9, чтобы осуществлять связь с BS 414 WiMAX одновременно с наблюдением за каналом передачи поисковых вызовов CDMA в течение интервала сканирования WiMAX. Операции 1100 могут выполняться, например, чтобы повысить эффективность MS 430 в выравнивании цикла сканирования WiMAX с циклом поискового вызова CDMA и увеличить пропускную способность WiMAX на многорежимной MS 430.

Операции начинаются на этапе 1102 с многорежимной MS 430, определяющей начальный кадр 710 WiMAX, который может использоваться для выравнивания начала цикла сканирования WiMAX с началом цикла сканирования CDMA. Например, MS может сформировать 16-

битовое значение начального кадра для включения в сообщение мобильного сканирования, как описано выше. В некоторых вариантах осуществления определение начального кадра WiMAX может включать в себя короткое переключение на сеть 420 CDMA и измерение временного сдвига 600 между началом кадра WiMAX и началом кадра CDMA.

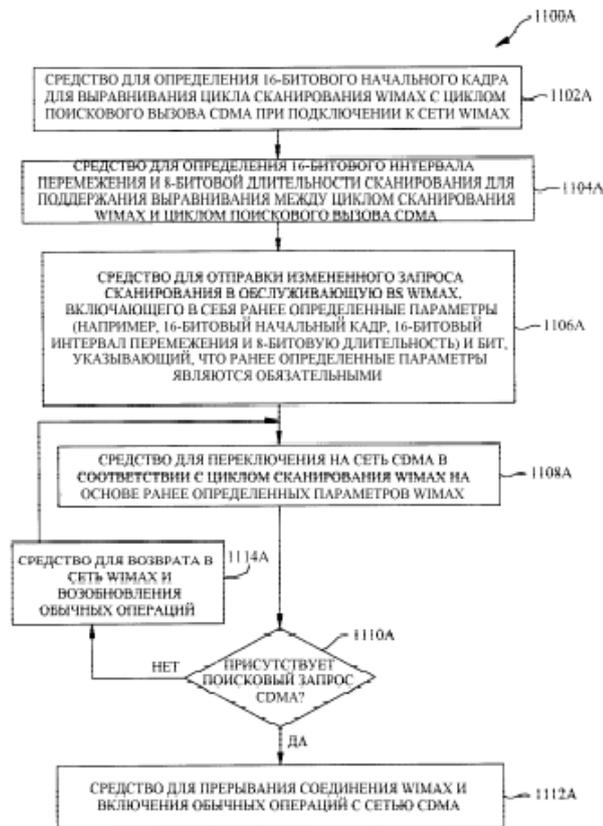


Рис.3.11. Блок-схема средств, соответствующих примерным операциям рис.3.9. для переключения с сети WiMAX на сеть CDMA 1x, используя измененный мобильный запрос сканирования.

При измерении временного сдвига 600 многорежимная MS 430 также может определить номер кадра WiMAX и системное время CDMA в кадрах CDMA. Следует отметить, что кадр WiMAX (T_{wm_frame}) может иметь меньшую длительность, чем кадр CDMA. Например, традиционный кадр CDMA может иметь длительность в 20 миллисекунд, тогда как сопоставимый кадр WiMAX может составлять 5 миллисекунд.

На этапе 1102 многорежимная MS 430 может определить 16-битовый рекомендованный начальный кадр на основе ранее вычисленного временного сдвига 600 с измененными параметрами. Рекомендованный начальный кадр $Start_Frame$ может вычисляться с помощью измененных уравнений (3.4) и (3.5), используемых для отражения 16-битовых полей. Учитывая 16-битовые значения, функции деления по модулю в этих уравнениях становятся "mod 65536", приводя к новым уравнениям (4) и (5) следующим образом. При наблюдении за РСН:

$$Start_Frame = \left[\frac{20\text{мс}}{T_wm_frame} * M + N1 - \tau \right] \text{mod} 65536 \quad (3.6).$$

При наблюдении за QРСН и РСН:

$$Start_Frame = \left[\frac{20\text{мс}}{T_wm_frame} * M + N1 - \frac{100\text{мс}}{T_wm_frame} - \tau \right] \text{mod} 65536 \quad (3.7)$$

На этапе 1104 многорежимная MS 430 может определить 16-битовый интервал перемежения и 8-битовую длительность сканирования на основе ранее вычисленного временного сдвига 600 с измененными параметрами. 16-битовая длительность перемежения k может вычисляться на основе измененной версии уравнения (3.3):

$$k = 1,28\text{cek} * 2^{Slot_cycle_Index} / T_wm_frame - Scan_Duration \quad (3.8)$$

В некоторых вариантах осуществления длительность интервала перемежения WiMAX (в единицах кадров WiMAX) может определяться путем получения разности между циклом сканирования и ранее вычисленным интервалом сканирования.

На этапе 1106 измененный мобильный запрос сканирования (MOB_SCN-REQ), включающий набор параметров WiMAX, может отправляться к обслуживающей BS 414 WiMAX. Как описано выше, набор параметров WiMAX может включать в себя 16-битовый начальный кадр WiMAX, 8-битовую длительность интервала сканирования и 16-битовую длительность интервала перемежения. Как описано выше, большие разре-

шенные значения параметров могут помочь избежать бесполезных интервалов сканирования.

Более того, измененное MOB_SCN-REQ может включать в себя поле 930 условий запроса сканирования, которое может иметь один или несколько битов, сообщающих дополнительную информацию, значимую для MS 430, настраивающейся на сеть 420 CDMA. Как описывалось ранее, поле условий запроса сканирования может иметь один или несколько битов, указывающих, являются ли параметры WiMAX в сообщении MOB_SCN-REQ необязательными или обязательными, будет ли MS 430 выполнять ограниченное количество итераций цикла сканирования, и планирует ли MS 430 оставаться в сети WiMAX 410 и сканировать соседние BS 414 или переключиться с сети WiMAX 410 и слушать поисковый запрос других сетей.

BS 414 WiMAX может использовать один или несколько предоставленных параметров при установлении цикла сканирования WiMAX из условия, чтобы интервал сканирования WiMAX совпадал с каждым из окон поискового вызова CDMA. На этапе 1108 многорежимная MS 430 может переключиться на сеть 420 CDMA в соответствии с циклом сканирования, установленным BS 414 WiMAX.

На этапе 1110 MS 430 может затем определить, имеется ли поисковый запрос CDMA, предназначенный для MS 430, присутствующий в канале передачи поисковых вызовов CDMA. Если канал передачи поисковых вызовов CDMA не имеет поискового запроса, предназначенного для MS 430, то MS может вернуться в сеть 410 WiMAX и возобновить обычные операции WiMAX на этапе 1114. Однако варианты осуществления настоящего раскрытия изобретения могут позволить MS 430 оставаться в сети 410 WiMAX дольше перед возвращением в сеть 420 CDMA, чтобы слушать поисковый запрос CDMA, потенциально увеличивая пропускную способность в сети 410 WiMAX. Однако если MS 430 принимает поиско-

вый запрос CDMA, то MS 430 может автоматически прервать соединение WiMAX и заняться обычными операциями с сетью 420 CDMA, как проиллюстрировано на этапе 1112.

Различные операции способов, описанных выше, могут выполняться различным аппаратным и/или программным компонентом (компонентами) и/или модулем (модулями), соответствующими блокам "средство плюс функция", проиллюстрированными на рисунках. Как правило, там, где имеются способы, проиллюстрированные на рисунках, имеющих соответствующие ответные рисунки "средство плюс функция", блоки операций соответствуют блокам "средство плюс функция" с аналогичной нумерацией. Например, 502-514, проиллюстрированные на рисунке 3.5, соответствуют блокам 502A-514A "средство плюс функция", проиллюстрированным на рисунке 5A. Аналогичным образом блоки 1102-1114, проиллюстрированные на рисунке 11, соответствуют блокам 1102A-1114A "средство плюс функция", проиллюстрированным на рисунке 11A.

Методики, могут использоваться для различных систем связи, включая системы связи, которые основаны на схеме ортогонального мультиплексирования. Примеры таких систем связи включают в себя системы коллективного доступа с ортогональным частотным разделением каналов (OFDMA), системы коллективного доступа с разделением каналов по частоте на одной несущей (SC-FDMA) и так далее. Система OFDMA использует мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM), которое является методикой модуляции, которая разделяет всю полосу пропускания системы на несколько ортогональных поднесущих. Эти поднесущие также могут называться тонами, элементами дискретизации и т.д. С помощью OFDM каждая поднесущая может независимо модулироваться с данными. Система SC-FDMA может использовать чередующийся FDMA (IFDMA) для передачи на поднесущих, которые распределены по полосе пропускания системы, локализованный FDMA (LFDMA)

для передачи на блоке соседних поднесущих или усовершенствованный FDMA (EFDMA) для передачи на нескольких блоках соседних поднесущих. Вообще символы модуляции отправляются с помощью OFDM в частотной области и с помощью SC-FDMA во временной области.

Этапы способа или алгоритма, описанные в связи с настоящим раскрытием изобретения, могут быть реализованы непосредственно в аппаратных средствах, в программном модуле, выполняемом процессором, или в сочетании двух этих средств. Программный модуль может постоянно храниться на любом виде носителя информации, который известен в данной области техники. Некоторые примеры носителей информации, которые могут использоваться, включают в себя оперативное запоминающее устройство (RAM), постоянное запоминающее устройство (ROM), флэш-память, память EPROM, память EEPROM, регистры, жесткий диск, съемный диск, компакт-диск и так далее. Программный модуль может содержать одну команду или много команд и может быть распределен по нескольким разным кодовым сегментам, среди разных программ и по нескольким носителям информации. Носитель информации может быть соединен с процессором так, что процессор может считывать информацию и записывать информацию на носитель информации. В альтернативном варианте носитель информации может составлять единое целое с процессором.

Раскрытые в этом документе способы содержат один или несколько этапов или действий для выполнения описанного способа. Этапы способа и/или действия могут меняться друг с другом без отклонения от объема формулы изобретения. Другими словами, пока не задан особый порядок этапов или действий, порядок и/или использование определенных этапов и/или действий могут быть изменены без отклонения от объема формулы изобретения.

Описанные функции могут быть реализованы в аппаратных средствах, программном обеспечении, микропрограммном обеспечении или любом их сочетании. При реализации в программном обеспечении функции могут храниться в виде одной или нескольких команд на машиночитаемом носителе. Носители информации могут быть любыми доступными носителями, к которым можно обращаться с помощью компьютера. В качестве примера, а не ограничения, такие машиночитаемые носители могут быть выполнены в виде RAM, ROM, EEPROM, компакт-диска или другого накопителя на оптических дисках, накопителя на магнитных дисках или других магнитных запоминающих устройств, либо любого другого носителя, который может использоваться для перемещения или хранения необходимого программного кода в виде команд или структур данных, и к которому [носителю] можно обращаться с помощью компьютера. Диск (disk) и диск (disc), при использовании в данном документе, включают в себя компакт-диск (CD), лазерный диск, оптический диск, цифровой универсальный диск (DVD), гибкий диск и диск Blu-ray®, где диски обычно воспроизводят данные магнитным способом, тогда как диски воспроизводят данные оптически с помощью лазеров.

Программное обеспечение или команды также могут передаваться по передающей среде. Например, если программное обеспечение передается с веб-сайта, сервера или другого удаленного источника с использованием коаксиального кабеля, оптоволоконного кабеля, витой пары, цифровой абонентской линии (DSL) или беспроводных технологий, например ИК-связи, радиочастотной связи и СВЧ-связи, то коаксиальный кабель, оптоволоконный кабель, витая пара, DSL или беспроводные технологии, например ИК-связь, радиочастотная связь и СВЧ-связь, включаются в определение передающей среды.

Дополнительно следует принять во внимание, что модули и/или другое подходящее средство для выполнения способов и методик, описанных

в этом документе, могут загружаться и/или иным образом получаться пользовательским терминалом и/или базовой станцией соответственно. Например, такое устройство может соединяться с сервером для обеспечения передачи средства для выполнения способов, описанных в этом документе. В качестве альтернативы различные способы, описанные в этом документе, могут предоставляться при помощи средства хранения (например, RAM, ROM, физического носителя информации, например компакт-диска (CD) или гибкого диска, и т.д.), так что пользовательский терминал и/или базовая станция могут получать различные способы при соединении или предоставлении устройству средства хранения. Кроме того, может использоваться любая другая подходящая методика для предоставления устройству способов и методик, описанных в этом документе.

Нужно понимать, что формула изобретения не ограничивается точной конфигурацией и компонентами, проиллюстрированными выше. Различные модификации, изменения и вариации могут быть произведены в компоновке, работе и подробностях способов и устройства, описанных выше, без отклонения от объема формулы изобретения.

3. Мультистандартная передающая система для беспроводной системы связи.

Беспроводные коммуникационные устройства, такие как сотовые телефоны, широко используются в качестве замены традиционным телефонным системам. Одним из преимуществ беспроводных коммуникационных устройств является их мобильность. Пользователь может работать с беспроводными коммуникационными устройствами практически в любой точке Земли. Так как размеры компонентов, вес и энергопотребление беспроводного коммуникационного устройства могут губительно сказаться на его мобильности, они являются важнейшими факторами, прямо влияющими на его практичность [21].

Для установления связи компоненты беспроводных коммуникационных устройств передают и принимают сигналы. Передатчики, будучи отдельными или являясь частью приемопередатчика, выполняют в беспроводных коммуникационных устройствах задачи передачи. Как правило, передатчики должны осуществлять передачу сложных цифровых низкочастотных сигналов. Эти сложные цифровые низкочастотные сигналы генерируются в беспроводном коммуникационном устройстве. Далее передатчики производят модуляцию, перенос в полосу радиочастот, цифроаналоговое преобразование и усиление мощности низкочастотных сигналов.

Цифроаналоговое преобразование является важным аспектом работы передатчиков, так как потенциально способно производить большое количество шума. Традиционные подходы к цифроаналоговому преобразованию включают в себя использование конкретных типов цифроаналоговых преобразователей (ЦАП, DAC) с относительно высоким числом операционных бит для осуществления цифроаналогового преобразования. В частности, некоторые передатчики используют 10-битные или 12-битные ЦАП. При других традиционных подходах используют ЦАП с меньшим числом операционных бит для снижения стоимости, но при этом вынуждены бороться с дополнительным шумом, вызываемым ЦАП с низкой битностью, посредством сложной фильтрации.

Анализ компромиссных решений между количеством шума, генерируемого ЦАП с низкой битностью и стоимостью ЦАП с высокой битностью становится более сложным для передатчиков, разрабатываемых для мультистандартных коммуникационных устройств, таких как мультистандартный сотовый телефон. В частности, аспекты стандартов сотовых телефонов, относящиеся к уплотнению одновременных телефонных вызовов, значительно влияют на реализацию ЦАП в мультистандартном окружении. В общем случае в сотовых телефонных системах уплотнение производится либо способом многостанционного доступа с частотным разделением ка-

налов (МДЧР, FDMA), либо способом многостанционного доступа с временным разделением каналов (МДВР, TDMA), либо способом многостанционного доступа с кодовым разделением каналов (МДКР, CDMA).

Структура и функциональная схема систем передачи дискретной информации. Описание элементов систем (кодеки, модемы, каналы)

Блок-схема любой системы передачи дискретной информации «точка-точка» показана на рис. 3.12. Различным видам кодеров на передающей стороне соответствуют «обратные» декодеры. Кодирование используется для сжатия информация, криптографической защиты, а также повышения помехоустойчивости за счет внесения избыточности на передающей стороне. Выход корректирующего кодера и вход соответствующего декодера образуют вход и выход дискретного канала связи.

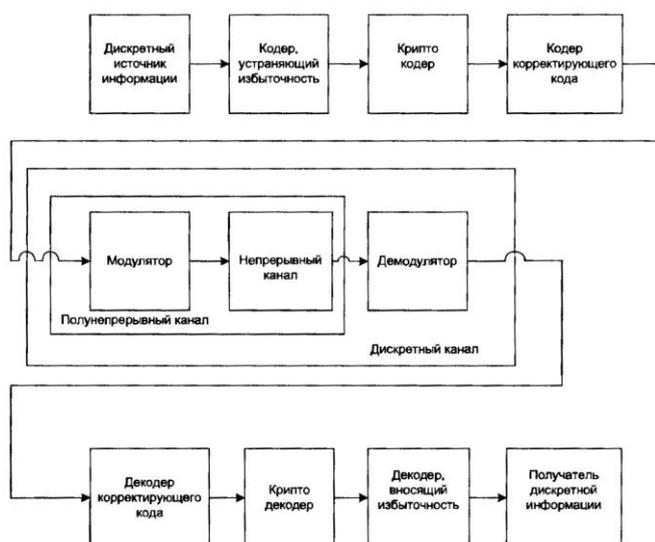


Рис. 3.12.

В общем случае дискретный канал связи является математическим объектом с I входами и J выходами с определенными переходными вероятностями. Если детализировать физическое содержание дискретного канала, то окажется, что он состоит из последовательной цепочки «модулятор—непрерывный канал - демодулятор», причем цепочка «модулятор - непрерывный канал» образует полунепрерывный канал. Непрерывный канал является каналом с непрерывным входом и непрерывным выходом, а

полунепрерывный канал - с дискретным входом и непрерывным выходом. Позже будет видно, что непрерывный канал используется для синтеза сигналов кодовых конструкций, а полунепрерывный канал - для декодирования с мягким решением. Важно также понимать, что все рассмотренные каналы являются математическими моделями соответствующих физических каналов связи. Реальная система передачи дискретной информации содержит большое число узлов и функциональных элементов, не отображенных на рис. 3.12, тем не менее без которых система не функциональна. В первую очередь, это устройства синхронизации по несущей, тактовой и блоковой частоте, без которых демодуляция и декодирование сигналов невозможны. Кроме того, это задающие генераторы, системы управления, передатчики, приемники, антенны в случае радиосистем и многие другие элементы. Однако данное рассмотрение мы ограничим узлами, изображенными на рис. 3.12. Если рассматриваемая система является непрерывной, то при помощи теоремы Котельникова, рассмотренной ниже, система из непрерывной превращается в дискретную. Цепочка этих преобразований показана на рис. 3.13.

Источник непрерывной информации	Дискретизация по времени	Квантование по амплитуде (АЦП)	Система передачи дискретной информации	ЦАП	Фильтр нижних частот	Получатель непрерывной информации
---------------------------------	--------------------------	--------------------------------	--	-----	----------------------	-----------------------------------

Рис. 3.13. Схема преобразований непрерывной системы связи в дискретную

Таким образом, дискретные системы передачи покрывают все системы, которые будут рассмотрены ниже.

Модели и типы каналов широкополосного доступа.

При рассмотрении необходимо различать реальные физические каналы связи, возникающие при широкополосном доступе, и соответствующие

им модели. В зависимости от среды передачи широкополосный доступ может быть проводным и беспроводным. Проводные каналы характеризуются более постоянными параметрами, чем беспроводные. Всем каналам - и проводным, и беспроводным присущи помехи и мешающие воздействия от других абонентов системы. В случае беспроводных каналов параметры последних могут существенно меняться во времени. Это может быть вызвано, во-первых, замираниями передаваемого сигнала в результате отражений во время распространения и, во-вторых, эффектом Доплера, возникающим при движении абонентов.

Все это приводит к большому разнообразию соответствующих моделей каналов, необходимых для синтеза сигналов, кодов и сигнально-кодовых конструкций. Первым приближением является рассмотрение так называемых каналов дискретного времени, когда рассматриваются только временные отсчеты сигнала в моменты времени $1, 2, \dots, k, k+1$. Эти сигналы могут возникать, например, в моменты стробирования неким стробирующим устройством. Вторым существенным ограничением является рассмотрение каналов без памяти, когда k -й отсчет не зависит от предыдущих и последующих отсчетов. Третьим существенным ограничением является ограничение мощности сигнала $P_{\text{вх}}$ на входе канала. И наконец, четвертым ограничением является аддитивный характер шума в канале. Все это приводит к каналу с отношением сигнал/шум $P_{\text{с}}/P_{\text{ш}}$.

Если данный непрерывный канал квантуется на I состояний по входу и J состояний по выходу, получается дискретный канал без памяти с I входами и J выходами с соответствующими переходными вероятностями. На входе канала возникает одна из I букв из алфавита $A = \{a_1, a_2, \dots, a_I\}$, а на выходе одна из J букв из алфавита $B = \{b_1, b_2, \dots, b_J\}$. Переходные вероятности получить на выходе букву b_j при условии, что на входе была буква a_i , обозначаются как $p(b_j/a_i)$, $i = 1, \dots, I$, $j = 1, \dots, J$. Важно понимать, что в общем случае размеры алфавитов по входу и выходу канала не совпадают.

Дискретный канал без памяти называется симметричным, если набор переходных вероятностей для одного и того же входа или выхода задает простыми перестановками соответствующие наборы для других входов или выходов.

Самым простым каналом называется двоичный симметричный канал, для которого алфавиты по входу и выходу совпадают и состоят из двух букв 0, 1. Переходные вероятности равны $p(0/0) = p(1/1) = 1 - p$, а $p(0/1) = p(1/0) = p$. Тогда p называется вероятностью ошибки, а $1 - p$ — вероятностью правильного приема.

Также очень прост так называемый стирающий канал, для которого имеется два входа 0, 1 и три выхода 0, 1, *. Символ * называется стиранием или отказом. Переходные вероятности равны $p(0/0) = p(1/1) = 1 - a$, $p(0/1) = p(1/0) = 0$, а $p(0/*) = p(1/*) = a$. Тогда a — это вероятность стирания, а $1 - a$ — это вероятность правильного приема. В случае полунепрерывного канала, необходимого при мягком декодировании, выход канала обычно квантуется на несколько значений. В этом случае размер алфавита по выходу канала J существенно превышает алфавит по входу канала I . Очень большое внимание уделяется гауссову каналу с межсимвольной интерференцией. Такой канал дискретного времени состоит из последовательного включения линейного фильтра и источника аддитивного гауссова шума. Наиболее традиционными моделями непрерывных каналов с памятью являются каналы с релеевским или райсовским замиранием. Часто используют дискретные модели каналов с памятью, самыми простыми из которых являются каналы, образованные простыми цепями Маркова. В каждом из нескольких состояний канал соответствует определенному ДСК.

Система передачи дискретной информации как система широкополосного доступа к информационным ресурсам. Практические примеры систем.

Ниже мы будем рассматривать специфические системы передачи дискретной информации, которые будем называть системами широкополосного доступа к информационным ресурсам. Под это определение подпадает

огромное количество систем - это и проводные системы DSL (digital subscriber line) передачи дискретной информации по медным проводам, это и беспроводные системы BWA (broadband wireless access), это и системы цифрового радиовещания и телевидения, это и спутниковые системы и сети и многие другие. Системы могут быть и дуплексными (двунаправленными), и симплексными (однонаправленными), и проводными, и беспроводными. Системы могут быть предназначены для любого вида телеметрической информации, для передачи телефонии, а также трансляции видео и звука. Абоненты в системах широкополосного доступа могут быть неподвижны, подвижны и ограниченно подвижны.

Однако все системы широкополосного доступа объединяет несколько общих свойств.

Все системы широкополосного доступа стремятся использовать среду передачи (канал связи) на пределе физических возможностей, т. е. пропускной способности, что влечет за собой применение новейших методов синтеза и приема сигналов, кодов и сигнально-кодовых конструкций.

Все системы широкополосного доступа используют эффективные методы доступа к среде передачи и мультиплексирования сообщений в этой среде, что влечет за собой применение новейших методов множественного доступа.

Все системы широкополосного доступа для максимизации своей эффективности используют сжатую информацию, что влечет за собой использование новейших методов кодирования источника.

При передаче непрерывных сообщений используется их оцифровка и дискретная передача. Если на начальном этапе развития таких методов оцифровка сообщения приводила к существенному увеличению полосы сигнала, то теперь оцифрованное сообщение часто занимает полосу в три-четыре раза меньше исходного аналогового.

И наконец, все системы широкополосного доступа, заменяя собой узкополосные и средне полосные системы, существенно расширяют пользовательские свойства и приводят к мультисервисности услуг для абонентов.

Теперь можно рассмотреть фундаментальные основы теории передачи информации, позволяющие эффективно строить системы широкополосного доступа.

Выводы к главе III.

Наземные мобильные системы связи в настоящее время широко применяются для обслуживания потребителей в большинстве городских и сельских районов во всем мире. Появление различных видов систем мобильной связи способствовало оказанию потребителям широкий спектр услуг с высокой пропускной способностью. К данным услугам можно отнести как речевую связь, передача коротких сообщений, передача данных, мультимедиа и др. Для полнодоступного пользования данными видами услуг со стороны пользователей возникла необходимость применения многорежимных мультистандартных абонентских устройств, которые могли бы обеспечить поддержку связи с различными системами мобильной связи посредством единой универсальной сети доступа.

Для непрерывности и качества получаемой информации необходимо обеспечения мультистандартными абонентскими устройствами эффективности переключения между различными сетями связи, которые поддерживают различные виды технологий радиодоступа и увеличение пропускной способности в любой услуге.

Одним из преимуществ беспроводных коммуникационных устройств является их мобильность. Пользователь может работать с беспроводными коммуникационными устройствами практически в любой точке Земли. Но при этом требуется:

- обеспечение качества обработки информации в передающем и приемном тракте;
- выбор соответствующего доступа и вида модуляции;
- обеспечение качества физических каналов связи, электромагнитной совместимость и др.

Заключение

Технический прогресс внедряет в нашу жизнь массу новых разработок. Порой это происходит настолько быстро, что сложно бывает разобраться в тонкостях их различий, что особенно важно, если те или иные технические достижения нам приходится использовать на практике. Область мобильной связи - тому яркое подтверждение.

В настоящее время в области мобильной связи применяются ряд технологий и стандартов, которые обеспечивают представление пользователям различных видов услуг связи с высокой пропускной способностью. К таким услугам можно отнести передачу речи, передачу данных, доступ в интернет, мультимедийных сервисов (многопользовательские игры, социальные сети, видеоконференции, системы мониторинга, интерактивные он-лайн приложения и др.).

Технологии мобильной связи являются многофункциональными и делятся на следующие виды по предоставляемым услугам: оборудование сотовой (мобильной) связи, оборудование беспроводного широкополосного доступа, оборудование используемое в персональных беспроводных сетях, оборудование спутниковой мобильной связи и др.

В данной работе особое внимание было уделено на рассмотрение существующих технологий мобильной связи и широкополосного доступа, применяемых в мобильных приложениях таких как GSM, CDMA, UMTS, LTE, Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth. Освещены краткие характеристики и этапы эволюционного развития данных технологий. Описана архитектура, взаимодействие сетевых элементов и соответствующих интерфейсов.

Проведен сравнительный анализ параметров и характеристик данных технологий и особенностей их применения. Определены достоинства и недостатки данных технологий.

Рассмотрен принцип работы и достоинство мультистандартного устройства применяемого в мобильных системах связи.

Список литературы.

I. Законы Республики Узбекистан.

1. Закон Республики Узбекистан «О связи». Ведомости Верховного Совета Республики Узбекистан, 1992 г., № 3, ст. 159; Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 1998 г., № 3, ст. 38; 2000 г., № 5-6, ст. 153; 2003 г., № 5, ст. 67.

2. Закон Республики Узбекистан «О телекоммуникациях». Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 1999 г., №9, ст. 219; Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2004 г., №37, ст. 408; 2005 г., №37-38, ст. 279; 2006 г., №14, ст. 113; 2007 г., №35-36, ст. 353; 2011 г., №52, ст. 557.

3. Закон Республики Узбекистан «О радиочастотном спектре». Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 1999 г., №1, ст. 16; 2003 г., №5, ст. 67.

4. Закон Республики Узбекистан «Об информатизации». Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 2004 г., №1-2, ст.10.

II. Указы и постановления Президента Республики Узбекистан, Постановления Кабинета Министров.

5. Постановление Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему внедрению и развитию современных информационно-коммуникационных технологий». 21 марта 2012 г., №ПП-1730. Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2012 г., №13, ст. 139.

6. Программа дальнейшего внедрения и развития информационно-коммуникационных технологий в Республике Узбекистан на 2012–2014 годы. Постановление Президента от 21.03.2012 г., №ПП-1730.

III. Произведения Президента Республики Узбекистан

И.А.Каримова.

7. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана / И.А.Каримов. – Т.: Узбекистан, 2009. – 48 с.

8. Каримов И. А. Обеспечить поступательное и устойчивое развитие страны – важнейшая наша задача. – Т. 17. – Т. «Узбекистан» - 2009. – 184с.

IV. Основная литература.

9. Додд Аннабел З. Мир телекоммуникаций, Обзор технологий и отрасли./ Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп- Бизнес», 2002. -400с.

10. Мардер Н.С. Современные телекоммуникации. - М.: ИРИАС, 2006. - 384 с. :ил

11. А.Н. Берлин Цифровые сотовые системы связи. – М.: Эко-Трендз, 2007.-296с.:ил

12. Мауфер Т. WLAN: практическое руководство для администраторов и профессиональных пользователей. Пер.с англ.- М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2005.-368 с.

13. В.Д. Тихвинский, С.В. Терентьев, А.Б. Юрчук Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура – М.: Эко-Трендз, 2010.-248с.:ил

14. В.М. Вишневецкий, А.И. Ляхов, С.Л. Портной, И.В. Шахнович Широкополосные беспроводные сети передачи информации, Москва: Техносфера, 2005 – 592 с.

V. Дополнительная литература.

15. Русско-узбекский толковый словарь терминов по системам мобильной связи. Центр научно-технических и маркетинговых исследований. – Ташкент.- 2008.

16. Русско-узбекский толковый словарь терминов по системам беспроводного доступа. Государственное унитарное предприятие Центр научно-технических и маркетинговых исследований – «UNICON.UZ». – Ташкент. - 2010.

VI. Периодические издания, статистические сборники и отчеты.

17. WiMAX vs LTE: революция или эволюция Алексей Пилипчук - Журнал "Технологии и средства связи" #6, 2010

VII. Интернет сайты.

18. <http://asusrouter.ru> (Новости мира беспроводных технологий)

19. <http://3gclub.ict-online.ru> (Специализированный раздел проекта «Инфокоммуникации онлайн»)

20. <http://www.telemultimedia.ru> (Интернет-журнал по широкополосным сетям и мультимедийным технологиям)

21. www.findpatent.ru

22. www.bookfi.com