

Технологии широкополосного беспроводного доступа

*Копылов Анатолий Михайлович
доцент кафедры Инфокоммуникаций ИПК МТУСИ
Унтила Андрей Леонович
сотрудник зонального отделения МСЭ для стран СНГ
Кишенёв, 4...6 мая 2010 г.*

Принципы построения сетей доступа

- Сеть доступа абонентов к транспортной сети – это сеть от абонентов до первой станции сети связи, как правило, это совокупность абонентских линий.
- Традиционно она включает в себя абонентский комплект и кросс станции, распределительный шкаф, распределительную коробку и телефонный аппарат.
- Преобладают многопарные кабели с медными жилами. В сельской местности до 15% (в некоторых регионах до 50%) воздушные линии.
- Среднее значение длины АЛ в РФ – 1280 м, а коэффициент вариации – 0,59. В большинстве стран длина АЛ больше.
- За рубежом используется термин «последняя миля» (1609/1852 м.)
- Беспроводные технологии в сетях доступа на ГТС и СТС появились позднее.
- С использованием спутниковых систем «последняя миля» становится существенно длиннее.

Модернизация сетей доступа

- Сети NGN – это технические решения, когда трафик данных оказался важнее речевого трафика, а компьютеры – важнее телефонов.
- Сети доступа раньше рассчитывались для телефонии и не были приспособлены для высокоскоростной передачи данных.
- Задача модернизации – подключить ПК к транспортной сети и обеспечить высокую скорость обмена данными и относительно хорошие параметры качества.
- По мере развития сетей NGN скорость доступа растёт экспоненциально.

Классификация технологий доступа

- Телефонные пары – для большей части абонентов;
- Сети кабельного телевидения;
- Электрическая силовая сеть – до всех абонентов;
- Сети сотовой связи;
- Оптические абонентские кабели, концепция *FTTx – Fiber To The (Home)*;
- Системы широкополосного радиодоступа всех диапазонов спектра и разных технологий;
- Сети доступа на базе технологии *Ethernet*, более 90% трафика *NGN* – это трафик *Ethernet*;
- Спутниковые системы, в частности, технологии *VSAT*

Системы беспроводного доступа

- Это системы радиосвязи с многоканальным доступом, используемые между абонентскими терминалами и АТС вместо проводной абонентской части ТфОП.
 - Преимущество систем радиодоступа – низкие затраты и оперативность развёртывания, возможность обслуживания мобильных абонентов.
- Использование беспроводного РД позволяет перейти от старого принципа «телефон – квартире, рабочему месту, таксофон общественным местам» к принципу «радиотелефон каждому человеку».
- Беспроводной РД это не только оперативная связь с абонентом, но и окно в мир многочисленных услуг и приложений
- Диапазон частот от 30 МГц до 60 ГГц, скорость перемещения абонентов до 150 км/ч.

Системы беспроводного доступа (недостатки)

- Качество услуг ниже, чем в проводных сетях из-за ЭМ помех, экранирования сигналов, ограниченности частотного ресурса.
- Ограниченность частотного ресурса приводит к уменьшению скорости передачи в расчёте на абонента, или ограничению числа абонентов в зоне.
- РЧ ограничен для передачи ШП сигналов. Существует проблема, связанная с переходом к Triple Play и требуемой скорости свыше 20 Мбит/с.
- Проблемы в области сетевой безопасности, авторизации, идентификации и тарификации.

Использование частотного ресурса

- В РФ для РЭС гражданского назначения (ГР) выделено не более 3% РЧС, остальная часть либо недоступна, либо РЧ назначения делаются на вторичной основе.
- Во многих странах для категории ГР выделено не менее 70% РЧ ресурса, для категории правит. использования (ПР) – около 30%. Для нужд обороны стран ЕС в диапазоне до 100 МГц выделено только 30 % ресурса.
- Во многих европейских странах обсуждается возможность использования РЧС для мобильного ШПД в диапазонах 790...862 МГц (61...69 к), высвобождающийся к 2012 году в связи с переходом на цифровое вещание.
- В соответствии с Законом «О связи» и пост. Правит. РФ № 413 от 26. 05.2000 признано необходимым сближение распределение РЧ и условия их использования в РФ с международным.
- Требуется использование на первичной основе не менее 50% РЧС в интересах РЭС гражданского назначения.

Целесообразность использования систем радиодоступа

- Использование беспроводного абонентского РД в ряде случаев может быть эффективней использования традиционной абонентской сети с медными или волоконно-оптическими кабелями.
- На расстояниях от 500 м до 4 км более выгодна кабельная разводка, а на более длинных расстояниях - РД
- Особенно эффективно использование систем РД в сельской местности с низкой плотностью абонентов.
- По мнению экспертов Европейского банка реконструкции и развития применение систем РД целесообразно в районах с телефонной плотностью менее 300 абонентов на 1 кв. км.
- Достоинством сетей РД является возможность обеспечения локальной мобильности абонентов.

Распространение ШПД в мире

- К концу 2009 г. ШПД в каждом пятом домохозяйстве мира (422 млн домохозяйств).
- Лидеры по проникновению ШПД:
 - Южн. Корея (86%),
 - Нидерланды (80%),
 - Дания (75%),
 - Гонконг (75%),
 - Канада (69%),
 - США—на 14 месте (60%),
 - Англия (63%)
- В 2013 г. по сравнению с 2008 г. выручка от ШПД возрастёт на 38%. Рынок ШПД составит \$138,8 млрд

Распространение ШПД в РФ

- В 2009 г. около 23,6% российских домохозяйств (12,4 млн.) имели проводной ШПД, рост рынка – 111%. К концу 2010 г. до 5% пользователей фиксированного ШПД мигрирует в мобильные сети (3G, и мобильный WiMAX).
- Количество абонентов мобильного WiMAX достигнет 1,7 млн.
- Более 50% абонентов будут пользоваться как мобильным, так и фиксированным доступом.
- С декабря 2008 г. в Москве работает часть всемирной сети БД Wi-Fi FON. Хот-споты FON установили в Москве более тысячи абонентов. Можно пользоваться Интернетом во время путешествий бесплатно.

ВИДЫ СИСТЕМ РАДИОДОСТУПА

по назначению

Коммерческие

Производственно-технологические

Бытовые

по степени подвижности абонентов и РЭС

Подвижные

Фиксированные

по размеру области обслуживания

Глобальные WAN

Региональные MAN

Локальные LAN

Персональные PAN

– сети страны;
– сети нескольких стран и регионов

– городские сети
 $R = 5...30$ км;
– региональные сети (несколько городских сетей, областные сети)

– микросети } $R = 0,3...1$ км; $R < 10...30$ м
– пикосети } $R < 0,3$ км;
– малые $R = 1...5$ км;
– средние – $R = 5...30$ км

по месту использования РЭС

РЭС наружного использования

РЭС внутреннего использования

Классификация систем РД

- По степени подвижности: фиксированные, перемещаемые, подвижные.
- По количеству сот: односотовые и многосотовые.
- По представлению сигналов: аналоговые и цифровые.
- По типу коммутации: выделенные каналы, коммутация каналов, коммутация сообщений (пакетов).
- По видам услуг: телефония, видеоизображение, передача данных, мультимедиа.

Этапы развития систем РД

- **Первое поколение** (1960-е гг.). Аналоговые средства РД к аналоговым АТС. Как правило, используются в качестве радио удлинителей линий связи между АТС и ТА, либо беспроводных телефонных аппаратов (БТА).
- АС позволяет работать с телефоном, факсом, модемом.
- Скорость передачи данных от 9,6 до 22 кбит/с.
- К первому поколению систем РД относятся и БТА диапазонов 1,7 и 30 - 41 МГц (СТ0) и 900 МГц (СТ1). БТА диапазона 900 МГц (разрешённые полосы 814...815 и 904...905 МГц) с частотной модуляцией и частотным разделением каналов. Они позволяют организовать от 20 до 80 одновременно работающих каналов.
- Решением ГРЧ № 31/2 от 22.12.2003 запрещены производство, ввоз и реализация оборудования диапазона 900 МГц. Рекомендовано перейти на технологии DECT или CT2. Использовать БТА диапазона 900 МГц можно до окончания срока службы.

Второе поколение систем РД (1980-е гг.)

- Узкополосные цифровые системы РД появились благодаря повышению требований к качеству передачи речи и появлению потребности в передаче данных.
- Передача данных рассматривалась как дополнительная услуга в силу неразвитости компьютерных сетей и небольшой потребности в передаче данных.
- Цифровые системы радиодоступа к цифровым и аналоговым АТС (DRMASS, SR500, IRT 2000, A9800) благодаря ретрансляции сигналов могут быть конфигурированы для создания радиальной, разветвлённой или линейной сети.
- В одной системе с TDMA (МС доступ с временным разд.) используется две радиочастоты - временное разделение каналов и частотное разделение дуплексных каналов.
- Передача данных возможна в соответствии со стандартами V.24(1,2...19,2), V11(2,4...64 кбит/с), V.35 (38,4...64 кбит/с).
- К этому поколению относятся системы DECT и CT-2.

Система DECT

- Требования к *DECT* утверждены в 1994 г. Расшифровка (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications*)- *Цифровая Усовершенствованная Беспроводная Связь* или другая интерпретация (*Digital European Cordless Telephone*) - *Цифровой Европейский Беспроводный Телефон*.
- МСЭ утвердил технологии *DECT* в качестве радио-интерфейса в системе **третьего поколения**.
- Доля рынка - телефонов среди всех радиотелефонов для дома составляет **53% в Европе, 80% - в Германии**. *DECT* лидирует в сегменте абонентского РД, захватив долю рынка в 32% среди всех стандартов беспроводного доступа. Стандарты приняты в качестве национальных более чем в 100 странах, включая Россию.
- Для стандарта *DECT* в Российской Федерации решением ГКРЧ выделен диапазон частот **1880 - 1900 МГц**, рекомендованный ETSI как основной для стран Европы.
- В стандартах ETS300 175 и TBR06 определены частоты **1880 – 1937 МГц**, для стран, где основные частоты недоступны.

Технические характеристики DECT

- Рабочий спектр 1880..1900 МГц
- Количество частот 10
- Разнос частот 1,728 МГц
- Метод доступа MC/TDMA/TDD
- Число каналов на одну частоту 24
(12 дуплексных каналов)
- Скорость передачи 1,152 Мбит/с
- Метод модуляции GMSK –гауссовская манипуляция с минимальным частотным сдвигом
- Сжатие голоса ADPCM (АДИКМ)
- Пиковая мощность излучения - 250 мВт,
10 мВт (средняя)

Перспективы развития DECT-систем

- В России рекомендуется технологии РД стандарта *DECT* на основе организации трёхуровневой системы:
сети РД большой ёмкости с радиусом обслуживания БС 5 - 7 км; офисные системы малой ёмкости небольшого радиуса действия; бесшнуровые телефоны.
- С самого начала DECT разрабатывался как средство обеспечения доступа к сети любого типа. DECT поддерживает голосовую телефонию, факс, модем, электронную почту, Интернет и многие другие услуги.
- Было начато исследование модифицированной радиочасти (до 2 Мбит/с), которая сосуществует с 'обычным' радио DECT.
- Двухмодовые терминалы, поддерживающие DECT и GSM, DECT и DCS1800 (или даже трехмодовые). Комбинации систем DECT и GSM позволят использовать DECT-стандарт в офисе, а GSM - вне его.

Системы радиодоступа к ТфОП на базе оборудования стандарта IS-95

- Системы радиодоступа к ТфОП на базе оборудования стандарта IS-95 используют технологию кодового разделения каналов (CDMA).
- В РФ оборудование IS-95 применяется в режиме радиодоступа.
- Диапазоны частот: 824-834 МГц (вверх), 869-879 МГц (вниз).
- Решением ГКРЧ от 24.04.2000 (протокол №22/3) признано не целесообразным дальнейшее выделение полос радиочастот для развёртывания новых или развития существующих системы радиодоступа к стандарта IS-95. Существующие сети могут работать до конца амортизационного срока оборудования, но не позднее 2010 года.

Развитие Интернета и ШБД

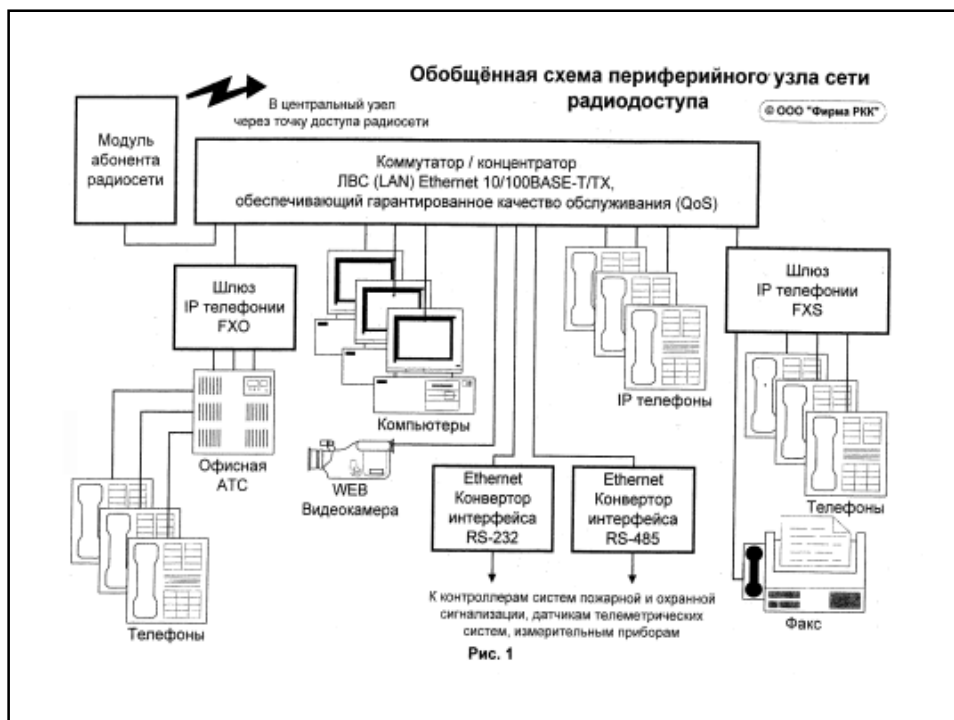
- В 90-е годы в мире началось стремительное развитие Интернета. В России за последние 10 лет число пользователей выросло на порядок и превысило 40 млн.
- Развитие Интернета и увеличение потребности в передаче данных привело к тому, что существовавшие узкополосные сети РД не могли конкурировать с проводными линиями связи даже для локальных сетей.
- Третье поколение систем РД позволило создавать высокоскоростные сети распределения синхронных потоков, кратных Т1, Е1 и другим стандартным каналам, а также системы РД для распределения потоков данных (MMDS, LMDS, MVDS) в диапазонах частот до 43 ГГц.

Системы РД для распределения потоков данных (MMDS, LMDS, MVDS)

- MMDS широко используется в США, в России появилось таких систем достаточно много.
- В РФ для MMDS выделены диапазоны частот 1,2-1,7; 2,3-2,7 ГГц (25 каналов шириной 8 МГц). 2,3-2,4 - ОК
- LMDS работают в диапазонах 3,4-3,6; 5,7-5,8; 10,05-10,7; 28 ГГц, который не принят в Европе для распределительных сетей. Хотя на такие системы выданы лицензии, в будущем их развивать не целесообразно.
- Перспективными считаются цифровые распределительные системы MVDS, работают в диапазонах 28; 38 и 40,5...43,5 ГГц.
- В соответствии с «Концепцией развития систем КТ и ШБД MMDS, LMDS, MVDS» приоритетными считаются полосы частот 2,3-2,7 ГГц и 40-43,5 ГГц

Локальные системы ШРД

- Большинство систем *WPAN* и *WLAN* работают в не лицензированных диапазонах частот для промышленных, научных и медицинских применений *ISM(Industrial, Scientific, Medical)* 902-928 МГц, 2,4 ГГц и 5,7-5,8 ГГц.
- Очень удачной оказалась разработка стандартов IEEE 802.11 (радио-Ethernet). Диапазон частот 2,4-2,4835 ГГц.
- На практике используется 3 ст: 802.11b скорость 5,5 и 11 Мбит/с, 802.11 g - 22 и 33 Мбит/с и 802.11a - 54 Мбит/с.
- Перспективный стандарт 802.11 n, скорость до 100 Мбит/с
- В разрабатываемом стандарте *IEEE 802.11s* используется технология *Mesh*-сетей (принцип самоорганизации)
- Для сетей 802.11a и *Hiper Lan 2* в РФ выделены частоты 5,15...5,35 и 5,65...5,85 ГГц. Скорости передачи 54Мбит/с
- Предсказан среднегодовой рост 23% до 2011 г.



Wi-Fi в России

- ГКРЧ России принял решение по сравнительно лёгкому получению частот в диапазоне 2,4...2,4835 ГГц для стандартов IEEE 802.11 и IEEE 802.11b (), скорость передачи 2, 11 и 54 Мбит/с.
- В основе эти технологий лежит прямое расширение спектра (DSSS) и с псевдослучайной перестройкой частоты (FHSS).
- Сети Wi-Fi широко распространены по всему миру. Хот - споты устанавливаются в местах массового пребывания людей: учебных заведениях, кафе, гостиницах, на транспорте.
- Сети Wi-Fi применяются в корпоративных системах БД, и для автоматизации производственных процессов.
- Общение через Wi-Fi с существенно большей скоростью гораздо дешевле, чем через сети сотовой связи. Поэтому фирмы Samsung и Motorola выпускают двухмодовые телефоны.
- Сети по стандарту IEEE 802.11 в РФ начали создаваться с 2003 г. Компания «Система Телеком» планирует увеличить их до 700, а «Golden Telecom» до 5 тысяч в Москве.
- На основе Mesh-сетей в Москве построена сеть Golden Wi-Fi, признанная крупнейшей в 2007 г.

Требования конечного пользователя:

- Улучшение покрытия и качества передачи речи
- Бесшовное покрытие на границе здание/улица



Архитектура Mesh-сети

- Топология Mesh основана на децентрализованной схеме организации сети, в отличие от типовых сетей 802.11a/b/g Точки доступа, работающие в Mesh-сетях, не только предоставляют услуги абонентского доступа, но и выполняют функции маршрутизаторов/ретрансляторов для других точек доступа той же сети. Благодаря этому появляется возможность создания самоустанавливающегося и самовосстанавливающегося сегмента широкополосной сети.
- Возможность организации с помощью Mesh-топологии локальных (LAN) и городских (MAN) сетей, легко интегрируемых в глобальные сети (WAN),
- Основой для реализации Mesh-сетей на сегодняшний день является стандарт IEEE 802.11 (Wi-Fi).

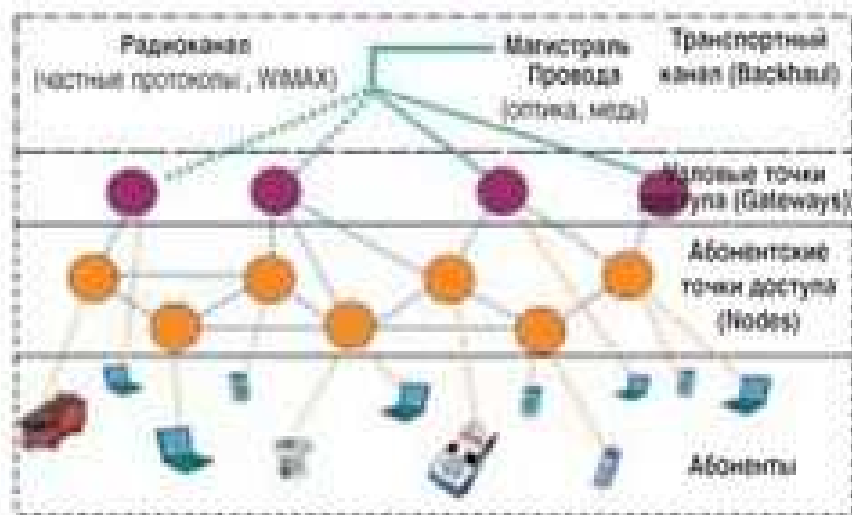


РИС. 1. Структурная схема Mesh-сети

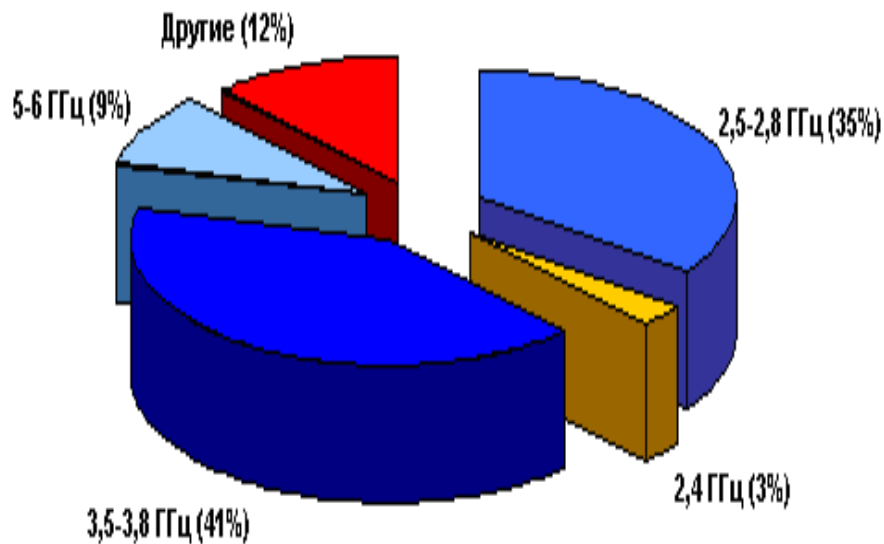
Городские сети ШРД WiMAX (IEEE 802.16)

- МСЭ в 2007 г. включил *WiMAX* в число стандартов 3G мобильной связи IMT-2000.
- Получили название *WiMAX* (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*). Скорость до 100 Мбит/с, радиус соты 2...5 км. Обслуживается сеть города, или сети национальных масштабов. Каждая БС может обслуживать до 6 сот.
- Целесообразно в локальных сетях, с доступом к городским сетям *WiMAX*, использовать *Wi-Fi*.
- Мобильный *WiMAX* (802.16e) разработан в 2005 г.
- Абонентские терминалы фиксированной и подвижной службы. Чаще всего ПК с радиомодемом.
- АТ могут выполняться в виде коммуникатора или смартфона. Начат выпуск двухмодовых МТ для работы в сотовых сетях и в сетях *WiMAX*.

Первый мобильный телефон WiMax стандарта IEEE 802.16 e



Распределение частот в сетях 802.16



Развитие сетей *WiMAX*

- Национальные сети *WiMAX* создаются в США, Японии.
- Национальная сеть мобильного *WiMAX* создаётся в Словении, к 2010 г. охватила 90% территории Болгарии.
- В Казахстане (2008...2009 гг.) 80 БС в Астане и Алматы. Полоса – 10...20 МГц, диапазон 2Ю5 ГГц. Сеть распространится на все областные центры.
- В РФ «Комстар» ОТС и фирма *Intel* построили в Москве 100 БС мобильного *WiMAX*. Цена не более \$20/месяц.
- «Синтерра» создаёт сети мобильного *WiMAX* в Москве и Подмосковье в диапазонах 2,3...2,7 и 3,5...3,6 ГГц.
- В 2007 г. в РФ компания «Скартел» развернула в Москве (150 БС) и С-Пб. (80 БС) самой современной сети моб. *WiMAX* 4-го поколения в диапазоне 2,5...2,7 ГГц, (Yota) (скорость 200 Мбит/с. Сеть Yota – крупнейшая в мире.

Краткие характеристики семейства стандартов IEEE 802.16

Название стандарта	IEEE 802.16	IEEE 802.16-2004	IEEE 802.16e
Дата принятия	декабрь 2001	2004	декабрь 2005
Частотный диапазон	10-66 ГГц	2-11 ГГц	2-6 ГГц
Быстродействие	32-135 Мбит/с для 28МГц-канала	до 75 Мбит/с для 28МГц-канала	до 15 Мбит/с для 5МГц-канала
Модуляция	QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM 256, QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM 256, QPSK, 16QAM, 64QAM
Ширина канала	20, 25 и 28 МГц	Регулируемая 1,5-20МГц	Регулируемая 1,5-20МГц
Радиус действия	2-5 км	7-10 км макс. радиус 50 км	2-5 км
Условия работы	Прямая видимость	Работа на отражениях	Работа на отражениях

Модификации WiMAX

- Nomadic WiMAX -сеансовый доступ для ноутбуков, КПК.
- Portable WiMAX - доступ в движении со скоростью до 40 км/ч с возможностью хэндовера. Выпуск ведётся с 2006г
- Mobile WiMAX (IEEE 802/16e-2005) - полностью мобильный приём. Возможность приёма многолучёвого сигнала.масштабируемая пропускная способность.
- В 2007 г. в Москве была развёрнута сеть Mobile WiMAX на оборудовании Alkatel-Lucent. Режим мобильной связи обеспечивался на скоростях от 5 до 100 км/ч.
- Услуги WiMAX: высокоскоростная передача данных (более 1Мбит/с для пользователя, более 45 - для ЛВС) IP - телефония, IPTV, транспортные услуги E1, услуги наблюдения и охраны.

Особенности WiMAX

- Основан на IP-протоколе, в нём интегрируются многие виды IP-оборудования, стандартные протоколы и устройства.
- Спектральная эффективность 3-5 бит/Гц, в сотовых сетях 1-1,5 или 1,5-2,5 (3-е поколение) бит/Гц.
- С 2008 г. недорогие сетевые чипы WiMAX будут встраиваться в ноутбуки, телефоны и бытовые электронные устройства.
- Дома можно работать в Интернете на скорости 10-20 Мбит/с, а в дороге со скоростью 2 Мбит/с.
- Технология WiMAX создавалась под передачу данных, поэтому топология сети получится гораздо проще, не требуется больших инвестиций, связанных с масштабированием сотовых сетей.

Перспективные системы ШБД

- Наиболее перспективным являются стандарты IEEE 802.11, а также 802.16 которые обладают целым рядом достоинств:
- высокая скорость развертывания;
- возможность поэтапного развития сети, начиная с минимальной конфигурации;
- низкие затраты на эксплуатацию;
- высокая пропускная способность;
- высокая помехозащищенность;
- минимальная стоимость;
- возможности масштабирования.
- эффективнее использовать обе системы. WiMax обеспечит транспорт, а Wi-Fi будет выполнять функцию "последней мили" и расширения зоны обслуживания.

Персональные сети беспроводного доступа

- Наибольшее распространение получила технология беспроводной передачи данных по радиоканалу - группа стандартов IEEE 802.15 - Bluetooth. 2,4-2,483 ГГц.
- Связь Bluetooth применяется, прежде всего, для передачи информации между различными портативными устройствами. Производители сотовых телефонов, ПЭВМ, карманных компьютеров стали встраивать радиостанции *Bluetooth* в свои изделия.
- Технология Bluetooth обеспечивает скорость передачи информации до 723 кбит/с (версия 1.2) или до 2,1 Мбит/с (версия 2.0) в радиусе от 10 до 100 м. (офисные).
- В РФ разрешено приобретение и использование без разрешения ФАС радиостанций *Bluetooth* мощностью излучения не более 2,5 мВт.

Основные параметры Bluetooth

- Пикосети технологии **802.15.1** содержат АС-мастер и от 1 до 7 АС -помощников. Могут быть комбинированные АС для связи с соседними пикосотами.
- Используется псевдослучайная перестройка частоты
- Количество частотных каналов 79 шириной 1МГц.
- Скорость изменения частоты – 1600 раз в секунду.
- **Стандарт 802.15.4** Используется один канал в полосе 868-868,6 МГц, десять каналов в полосе 902-928 МГц, 16 каналов в полосе 2,4-2,4835 ГГц.
- Скорости передачи 250, 20 и 40 кбит/с соответственно
- При средней мощности излучения 1 мВт радиус действия 10-20 м.

Сверхширокополосные технологии РД

- Технология основана на передаче коротких (20-0,1 нс) импульсов со спектром шириной несколько ГГц.
- В стандарте **802.15.3a** предполагается использовать импульсы с огибающей формы Гаусса (ширина спектра сигнала около 500 МГц).
- Четырехпозиционная ФМ и набор из 7 частотных каналов обеспечат информационную скорость до 512 Мбит/с.
- Высокоскоростные персональные сети содержат до 10 СШП устройств со скоростью передачи данных 100-500 Мбит/с. на расстояние до 10 м.
- Интеллектуальные радиосети содержат оборудования в доме или офисе в пределах зоны обслуживания более 30 м. стоимость должна быть менее \$1, мощность 1-10 мВт.
- Внешние сети РД с карманными компьютерами используют в магазинах (цифровое меню) и т.д.

Спутниковые системы радиодоступа Технология VSAT

- В основе систем использование ГС спутников и терминалов VSAT.
- Различают системы симметричного (для телефонии) и ассиметричного (более 80%) обмена данными.
- Сеть доступа строится обычно по топологии «звезда». На одну ЦС может приходиться до нескольких десятков терминалов VSAT.
- Методы организации многостанционного доступа к обратному каналу: *SCHC* обеспечивает прямую дуплексную связь. *FTDMA* частотно-временное разделения одного канала между множеством пользователей – более экономно используется канал.

Спутниковые системы радиодоступа

- Для передачи запросов на какую-либо информацию в Интернете может использоваться любой вид низкоскоростной наземной связи (ISDN, Dial-Up модем, мобильный телефон и т.д.).
- Скорость передачи в прямом канале до 20...60 Мбит/с
Стоимость подключения – 8500 руб. (12500 для ноутбука)
- Стоимость 1 Мегабайта 0,03 \$ (ночью – 0,003\$).
- Для РФ с огромной территорией, малой плотностью населения во многих регионах и низким уровнем развития электросвязи системы СС являются весьма перспективными.

Двухсторонний спутниковый Интернет

- Высокоскоростной доступ в Интернет
- IP-телефония
- Работа с WEB – камерой
- Используется технология Direc Way в любой точке России
- Возможно создание частных сетей (VHN)
- 70% обеспечивает компания Hughes Network Systems. В России компания E-WORKS.RU

Эволюция сотовых сетей подвижной связи

- Системы СС второго поколения (2G) для передачи речи (13 кбит/с) и коротких сообщений (9,6 кбит/с данные).
- Скорости передачи для сетей 3G – сотни кбит/с
- Скорости передачи для сетей 4G – до 100 Мбит/с
- Программными методами (без замены оборудования) можно объединить несколько каналов 2/1 или 4/2
- Более эффективный пакетный режим *GPRS (General Packet Radio Service)*- поколение 2,5G. Скорость можно увеличить до 5 раз. Трубки поочередно работают в режиме голосовой связи или пакетной передачи данных.
- Ещё в 3 раза можно увеличить скорость применяя спектрально эффективные методы *EDGE (Enhanced Data for Global Evolution)* или *EGPRS*–поколение 2,75G

Сети сотовой связи 3-го поколения

- В основе стандарта 3G (*IMT-2000 – International Mobile Communication*) технология *CDMA*, включает: *cdma2000, UMTS* (известный как *WCDMA*) и *ULTRATDD*
- Полоса частот стандартов – 2...2,7 ГГц.
- В РФ *cdma2000*–в диапазоне 450 МГц вместо *NMT-450*
- Ступень 1х *cdma2000* – полоса 1,25 МГц, 144/20 кбит/с
- При использовании КАМ16 суммарная скорость передачи от БС не более 2457 кбит/с, от АТ–153,6
- *UMTS* Полоса канала 5 МГц, отказ от систем *GPS/ГЛОНАСС*, имеются системы синхронизаций станций. Скорость от БС не превосходит 2 Мбит/с
- В РФ к началу 2010 года построено 164 сети *UMTS (3G)* в 83 регионах.

LTE — глобальный стандарт беспроводной связи 4G утверждён в 2008 г следующим после UMTS

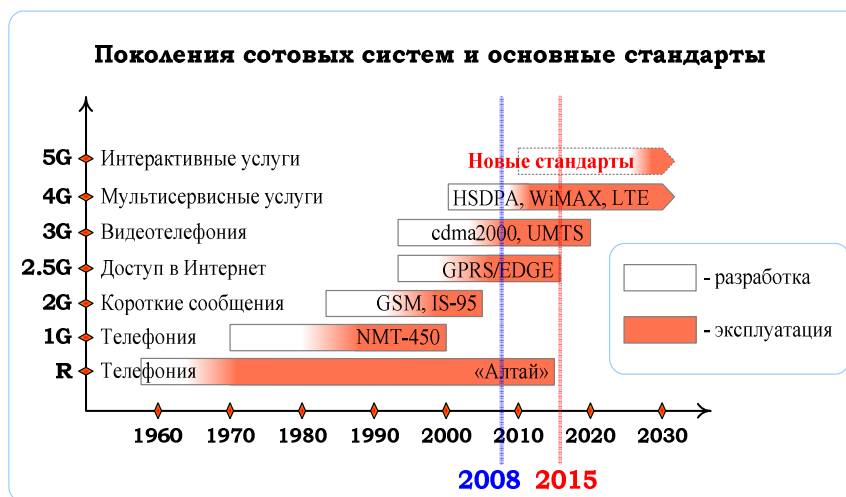
- Технология LTE (Long-Term Evolution) является логическим продолжением развития сетей 3G и в среднесрочной перспективе будет определять развитие систем сотовой связи в мире. На 2010 год планируется запуск 59 сетей (0,7 и 2,6 ГГц)
- Цель разработки стандарта LTE - обеспечить возможность создания высокоскоростных систем сотовой связи, для пакетной передачи данных со скоростью до 300 Мбит/с в нисходящем канале и до 75 Мбит/с в восходящем канале
- Для реализации скоростей до 300 Мбит/с планируется использовать технологию MIMO в конфигурации антенн 4x4.
- Массовое внедрение LTE-терминалов начнется в 2013–2015 г.г.
- В России радиочастоты для LTE пока не просматриваются, «Минкомсвязи» думает над возможностью введения принципа «открытого спектра», когда оператор связи получает РЧ не под конкретную технологию, а под определенный вид услуг с указанием основных технических параметров средств связи.

Сеть фемтосот – комбинация фиксированной сети и беспроводных точек доступа

- **Фемтосота** (*англ.* Femtocell) — маломощная и миниатюрная базовая станция сотовой связи, предназначенная для обслуживания небольшой территории (одного офиса или квартиры), точка доступа в сеть мобильного оператора через проводную (или беспроводную технологию ШПД).
- Фемтосоты – часть стратегии при внедрении технологии LTE. Позволят использовать существующую инфраструктуру.
- Внутри зданий и помещений 70...90% услуг ПД и до 60% -голосовой связи.
- Качество покрытия для активного потребления услуг 3G/4G внутри зданий недостаточно.
- Многие операторы в мире уже используют или тестируют фемтосоты.

Средства мобильной связи

Сотовая связь это более 95% рынка средств мобильной связи



Список литературы

1. М.С. Немировский, О.А. Шорин, А.И. Бабин, А.Л. Сартаков. Беспроводные технологии от последней мили до последнего дюйма: Учебное пособие.- М.: Эко - Тренз, 2010.- 400с.
2. Мардер Н. С. Современные телекоммуникации. - М.: ИРМАС, 2006. 384 с.
3. Дингес С. И. Мобильная связь: технология DECT.- СОЛОН-Пресс, 2003.
4. Фирстова Т.В. Абонентский доступ на базе технологии DECT. Учебное пособие для вузов.- М.: Радио и связь, 2003.
5. Mesh-СЕТИ СТАНДАРТА IEEE 802.11s-технологии и реализация.- Первая миля ,2008, № 5-6.- с. 26-31.
6. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации.- М.: Эко-Тренз, 2008.- 400 с.
7. В.А. Григорьев, О.И. Лагутенко, Ю.А. Распаев – «Сети и системы радиодоступа». - М.: Эко-Тренз, 2005.– 384 с.

Благодарю за внимание!

