

Эволюция систем беспроводного доступа

*Доцент кафедры Инфокоммуникаций
ИПК МТУСИ, ктн*

Копылов Анатолий Михайлович

Доклад на семинаре МСЭ «Правовые, технические и экономические аспекты внедрения беспроводных систем» 12.11.08 – 13.11.08 г. Ташкент

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.

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).
- В России РД к АТС осуществлялся через систему “Алтай”, в последнее время ей на смену пришло оборудование стандарта МРТ 1327. В настоящее время в России производятся системы РД в диапазонах 30 ...57,5 МГц (оборудование УТК-015), 300 МГц (оборудование “Алтай” и МРТ 1327), 450 МГц (УТК-01).
- АС позволяет работать с телефоном, факсимильным аппаратом, модемом.
- Скорость передачи данных от 9,6 до 22 кбит/с.
- Представители удлинителей телефонных каналов БТА РИТАЛ-900М и беспроводная мини-АТС РИТАЛ-МУЛЬТИ. РИТАЛ-900 обеспечивает дальность до 3...5 км в городских условиях и до 15 км на открытой местности.

- К первому поколению систем РД относятся и БТА диапазонов 30 - 41 МГц (СТО) и 900 МГц (СТ1). БТА диапазона 900 МГц (разрешённые полосы 814...815 и 904...905 МГц) позволяют организовать от 20 до 80 одновременно работающих каналов. При увеличении каналов снижается качество передачи речи, так как сужается полоса используемых частот.
- Достоинства БТА классов СТО и СТ1 – низкая стоимость.
- Недостатки – плохая защищённость от несанкционированного прослушивания и использования ТА, малое количество каналов.
- Решением ГКРЧ № 31/2 от 22.12.2003 запрещены производство, ввоз и реализация оборудования диапазона 900 МГц. Рекомендовано перейти на технологии DECT или СТ2. 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 кбит/с), V11(2,4...64), V.35 (38,4...64).
- 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.

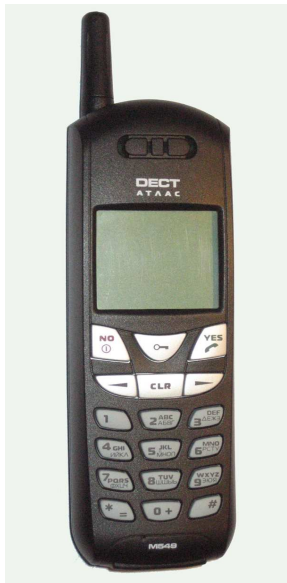
Технические характеристики DECT

- 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)
- Выходная мощность 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.

Специальный DECT-телефон



- Обеспечивает выполнение всех функций стандарта DECT в защищенном режиме
- гарантированную криптографическую защиту речевой информации и аутентификацию абонентов.

Разработан холдингом «Гудвин» совместно с ФГУП «НТЦ «Атлас»»

Промышленные радиотелефоны серии «УРАЛ»



- Стандарт DECT/GAP
- Пылевлагозащищенный ударопрочный корпус
- Искровзрывобезопасное исполнение
- Дополнительная кнопка экстренного вызова
- Защищенный разъем для подключения гарнитуры
- Громкоговорящая связь
- Виброзвонок
- МЕМ-карта (аналог SIM-карты для сотового телефона)
- Телефонная книжка на 250 номеров (с возможностью записи через компьютер)

Развитие Интернета и ШБД

- В 90-е годы 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.

Уровень развития ИКТ (итоги 2007 г. задачи)

- Объем сектора ИКТ вырос на 25,5.
- Телефонная плотность увеличилась до 32 ТА100 чел(больше на 40% по сравнению с предыдущим годом)
- Число ПК – 31,2 млн. рост – 36%.
- Объем информации, переданной по сети Интернет, возрос в 2 раза.
- Скорость доступа к Интернету с 1.07.08 должна быть не менее 256 Кбит/с на пунктах коллективного доступа.
- Обеспечен доступ к Интернету более 52 тыс. образовательных учреждений.
- В начале 2008 г. школы получили базовый пакет ПО, из федерального бюджета выделено 2,7 млрд. руб.(2-ПО)
- До конца 2009 г. в школах будет установлен пакет отечественного свободного ПО.

Концепция «Три в одном» (Triple play)

Реализация на одной платформе технологических решений для услуг настоящего и будущего

– Речь 

– Данные 

– Видео 

(Интернет-телевидение, видео по запросу, видео с доплатой за новизну или содержание и т.п.)

Концепция «Quadruple play»

Реализация на одной платформе технологических решений для услуг настоящего и будущего

– Речь 

– Данные 

– Видео 

+ ПОДВИЖНОСТЬ



Требуемые скорости передачи



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

- MMDS широко используется в США, в России появилось таких систем достаточно много,
- для MMDS выделен диапазоне частот 2500...2700 МГц (25 каналов шириной 8 МГц).
- LMDS работают в диапазоне 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 диапазоне 40,5...43,5 ГГц.

Оборудование MMDS

- Выпускается как зарубежными фирмами, так и Российскими (Телесет-НИИР).
- В зависимости от мощности передатчиков, типов антенн и комплектации стоимость комплекта оборудования для базовой станции составляет 10 ...100 тыс долл. США, а комплект абонентского оборудования - 300 ... 400 долл.
- Для MMDS выделен диапазоне частот 2,5...2,7 ГГц (25 каналов шириной 8 МГц).
- Для обратного канала – 2,3...2,4 ГГц, а также отдельные полосы частот 2,5...2,7 ГГц.
- В одном 8-МГц канале можно ретранслировать два потока E1. Суммарная пропускная способность до 250 Мбит/с.
- Оборудование MMDS TV+Internet+телефония обеспечивает мультимедийные услуги: передачу данных, голоса и видео потоков в реальном масштабе времени.

Локальные системы ШРД

- Очень удачной оказалась разработка стандартов IEEE 802.11 (радио-Ethernet). Диапазон частот 2,4-2,4835 ГГц.
- В основе эти технологий лежит расширение спектра.
- На практике используется 3 стандарта (): 802.11b, 802.11 g и 802.11a.
- Скорость: 802.11 b -11 Мбит/с. 802.11 b+-22 Мбит/с. 802.11a-54 Мбит/с.
- Стандарт 802.11 a не получит широкого распространения
- 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

Wi-Fi в России

- ГРЧ России принял решение по сравнительно лёгкому получению частот в диапазоне 2,4...2,4835 ГГц для стандартов IEEE 802.11 и IEEE 802.11b (Wi-Fi), скорость передачи 2, 11 и 54 Мбит/с.
- Сети по стандарту IEEE 802.11 в РФ начали создаваться с 2003 г. Хот - споты устанавливаются в местах массового пребывания людей: учебных заведениях, кафе, гостиницах и т.д.
- На 1.07.06 г. в Москве было 205 точек доступа. 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



Городские сети ШРД (IEEE 802.16)

- В 2005 г. компания “Synterra” начала строительство сети WiMAX в Москве (2,5...2,7 ГГц). Все базовые станции подключены к собственной ВОЛС.
- В 2007 г. услуги WiMAX предлагали 150 провайдеров
Которые обслуживали 45700 абонентов, количество БС-5300, 8 абонентов на БС, ёмкость БС-100..200 аб
- Услуги WiMAX доступны в Удмуртии (диапазон 3,4 ... 3,8 ГГц), Новосибирске, Рязани, Перми, Уфе, Оренбурге, Тюмени, Иркутске, Барнауле и др.
- Ширина канала может быть достаточно велика (25... 28 МГц, скорости передачи до 120 Мбит/с. “Fixed WiMAX” - фиксированный. Расстояние до 50 км. в пределах прямой видимости, до 8 км. вне прямой видимости.

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 ЛКС) 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.

Краткие характеристики семейства стандартов IEEE 802.16

Название стандарта	IEEE 802.16d	IEEE 802.16e	IEEE 802.16m
Дата принятия	2004	декабрь 2005	~ 2009
Частотный диапазон	2-11 ГГц	2-6 ГГц	2-11 ГГц
Быстродействие	до 75 Мбит/с для 28МГц-канала	до 15 Мбит/с для 5МГц-канала	До 1 Гбит/с – фиксир. До 100 Мбит/с – мобильн
Модуляция	OFDM 256, QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM 256, QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM 256 MIMO
Ширина канала	Регулируемая 1,5-20МГц	Регулируемая 1,5-20МГц	Регулируемая 1,5-20МГц
Радиус действия	7-10 км макс. радиус 50 км	2-5 км	до 50 км – фиксир 2-5 км - мобильн
Условия работы	Работа на отраженных	Работа на отраженных	Работа на отражение

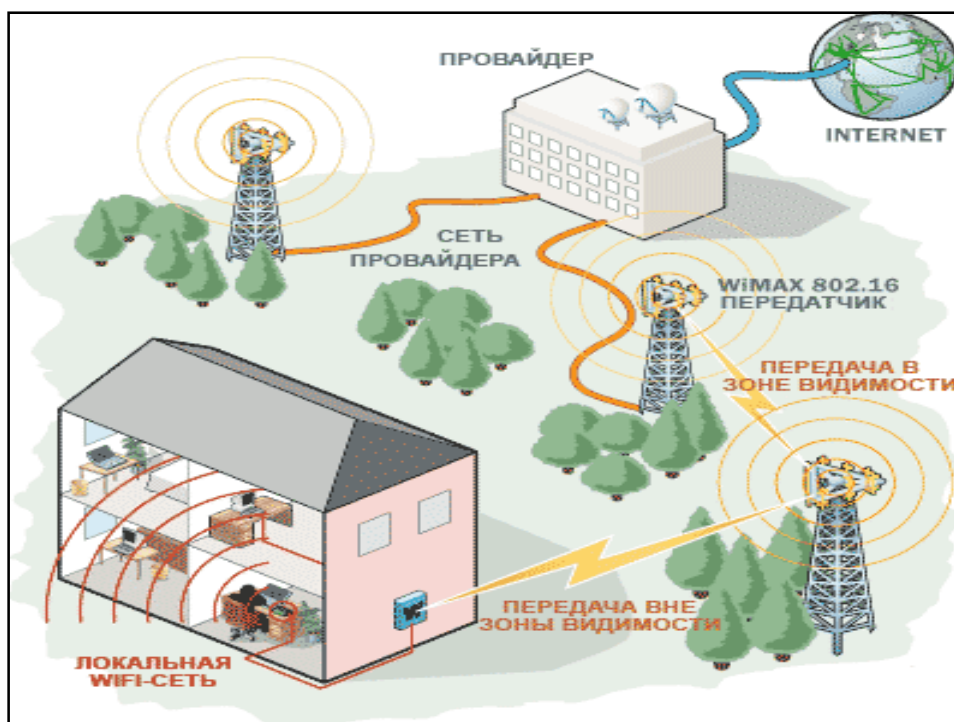
ГКРЧ расчищает диапазон для WiMax

- ГКРЧ приняла решение выделить часть полос радиочастот в диапазоне 2,5-2,7 ГГц под гражданские нужды — цифровое ТВ и беспроводной доступ в Интернет. Это произойдет в рамках масштабной программы по конверсии радиочастотного спектра, до 85% которого сейчас принадлежит структурам Минобороны.
- Мининформсвязи удалось договориться с силовиками о том, чтобы “допустить в этот диапазон новейшие информационные технологии”. Очевидно, что весь набор частот в этом диапазоне Минобороны не нужен и сейчас чиновники продолжают вести активные переговоры по дополнительным полосам частот.
- Если переговоры завершатся успехом, могут быть выделены частоты и для работы сетей мобильной связи третьего поколения (3G).
- Лицензии на 3G планируется выдать до конца года.



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 комбинир. 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.

Ассиметричный спутниковый Интернет (Space Gate)

- Для передачи запросов на какую-либо информацию в Интернете используют любой вид наземной связи (ISDN, Dial-Up модем, мобильный телефон и т.д.
- Скорость до 7 Мбит/с (в 100 раз быстрее сотового телефона).
- Стоимость подключения – 8500 руб. (12500 для ноутбука)
- Стоимость 1 Мегабайта 0,03 \$ (ночью – 0,003\$).

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

Список литературы

- 1. В.А. Григорьев, О.И. Лагутенко, Ю.А. Распаев – «Сети и системы радиодоступа» . - М.: Эко-Тренз, 2005.– 384 с.
- 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. Журнал “Технологии средств связи”.- Специальный выпуск. “Системы абонентского доступа, 2006.- ООО «Гротек».
- 6. Шалагинов А. Станет ли WiMAX «Могильщиком» 3G? – Технологии и средства связи, 2008, № 2, с.94-101.
- 7. Mesh-СЕТИ СТАНДАРТА IEEE 802.11s-технологии и реализация.- Первая миля ,2008, № 5-6.- с. 26-31.

Благодарю за внимание!