

# СЕТИ WiMAX В РОССИИ: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

**Н**евзирая на суждения всех скептиков, технология WiMAX в России (как и во всем мире) стремительно набирает обороты. В нашей стране уже введены в эксплуатацию несколько WiMAX-сетей, в том числе – мобильных. Рассмотрим основных игроков на этом рынке.

## РОССИЙСКИЙ РЫНОК ШИРОКОПОЛОСНОГО БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА

На российском рынке действуют сети, построенные на самом разном оборудовании широкополосного беспроводного доступа (ШБД). В целом, все оборудование ШБД на российском рынке можно разделить на четыре больших группы:

- прошедшее сертификацию WiMAX-форумом;
- не входящее в список сертифицированного WiMAX-оборудования, но соответствующее какому-либо сертификационному профилю WiMAX-форума;
- соответствующее стандарту IEEE 802.16, но не соответствующее ни одному сертификационному профилю WiMAX-форума (например, работающее в диапазоне 5 ГГц, в России характерный пример – продукция компании BreezeMAX 5,2 ГГц от Alvarion);
- оборудование ШБД с нестандартными протоколами работы (например, оборудование компании Infinet Wireless).

Первые два типа будем для определенности называть WiMAX-оборудованием, последние два – оборудованием ШБД.

Например, в России оборудование ШБД используется в таких сетях, как:

- первая очередь сети "Энфорта", построена на оборудование BreezeACCESS VL компании Alvarion (Израиль) и Revolution 5000 компании Infinet Wireless (Россия);
- первая очередь сети Synterra, оборудование NextNET фирмы Motorola (США),
- сеть "РМ Телеком", оборудование Canopy (Motorola) и BreezeACCESS VL;
- сеть Flex, оборудование BreezeACCESS VL и Revolution 5000;

- сеть "Инфосети", оборудование PacketWave 1000 компании Aperto Networks (США) и многие другие.

Объем российского рынка ШБД на середину 2007 года составил около 45 тыс. абонентских устройств и около 6 тыс. секторов базовых станций. Через год был отмечен практически двухкратный рост числа установленных устройств. До конца 2007 года основная деятельность беспроводных операторов была сосредоточена в диапазонах 5 ГГц. Среди производителей оборудования лидируют компании Alvarion и Infinet Wireless. Но российский рынок ШБД находится в самом начале своего развития, демонстрируя при этом чрезвычайно высокую динамику. Так, на один сектор БС в 2007 году приходилось в среднем всего девять абонентских устройств, что чрезвычайно мало. В 2008 году этот показатель также оставался небольшим, однако возрос в 2–3 раза.

Российский рынок фиксированного ШБД ежегодно рос примерно на 50%. Фиксированные сети ШБД уже развернуты в плотно населенных регионах – в Екатеринбургской, Челябинской, Тюменской, Нижегородском областях, в Алтайском крае. По объемам этого рынка лидируют Приволжский округ, за ним следует Москва и С.-Петербург, а по темпам роста Южный (615%), Центральный (463%) и Северо-Западный (409%) федеральные округа. Основная клиентская база фиксированного ШБД – корпоративные клиенты, а также домохозяйства с доходами выше среднего, где есть проблемы с подключением провода или кабеля.

Реально в России сотни операторов предоставляют услуги фиксированного ШБД. Среди них лидировала компания "Энфорта", занимавшая от 1/5 до 1/4 российского рынка ШБД. По мере развития рынка отмирают мелкие

операторы, объединяются средние. И тех, и других поглощают крупные компании.

Рынок мобильного WiMAX в конце 2008 года хотя и находился в зачаточном состоянии, но к середине 2009 года составил уже около 4500 секторов, что сравнимо совсем сетями фиксированного доступа за все время развития. По данным компании J'son & Partners, рынок услуг фиксированного WiMAX в домашнем сегменте (около 40 тыс. абонентов) составляет порядка 25 млн. долл. Рынок абонентских устройств может составить несколько сот тысяч устройств в год, что существенно больше всего остального рынка фиксированного доступа. Пока реально сети мобильного WiMAX развивают всего несколько операторов (компании "Скартел", "Комстар", "Синтерра" в диапазоне 2,5 ГГц, и некоторые в диапазоне 3,5 ГГц (например, компания Lythgoe). В этом году ожидается проведение конкурсов на частотные присвоения мобильного WiMAX в диапазонах 2,3 и 2,5 ГГц.

Как показали исследования, среди крупнейших операторов ШБД в РФ выделяются несколько компаний, претендующие на статус федеральных операторов – "Энфорта" (ООО "Престиж-Интернет"), Unitline ("Медиасети"), "Престиж" и др., но они работают с "фиксированным" WiMAX (3,5 ГГц). Рассмотрим некоторые наиболее значимые проекты.

## СЕТИ ФИКСИРОВАННОГО ДОСТУПА

### Сеть "Энфорта"

"Энфорта" (головная компания – ООО "Престиж-Интернет", голландский холдинг Enforta) – национальный оператор свя-

зи, является безусловным лидером российского рынка фиксированного широкополосного беспроводного доступа в Интернет (рыночная доля – 24%). По версии Spews, "Энфорта" входит 30 крупнейших российских телекоммуникационных компаний по объему выручки. Это первый оператор беспроводной связи, попавший в данный рейтинг.

К марту 2009 сеть компании охватывала 68 городов России, от Краснодара до Санкт-Петербурга, от Москвы до Хабаровска, Владивостока и Южно-Сахалинска (рис.1). В зоне действия сети "Энфорты" проживает 70% всего городского населения России. Клиентская база насчитывает более 25 тыс. компаний и 10 тыс. частных лиц. В основном это предприятия розничной торговли (47%), оптовой и внешней торговли (17%), транспорта (11%) и промышленности (9%).

Таким образом, на март 2009 сеть беспроводного доступа компании покрывает практически все областные центры и города-"миллионники", где получен необходимый частотный ресурс в диапазоне 3,5 и 5,2 ГГц. В основном – в силу особенностей российской политики в области распределения частотного ресурса – компания работает в диапазоне 5,15–5,35 ГГц. В сети используется оборудование трех типов – WiMAX (SMAX от Airspan и BreezeMAX от Alvarion в диапазоне 3,5 ГГц), оборудование стандарта IEEE 802.16 (BreezeMAX в диапазоне 5,2 ГГц) и проприетарное оборудование ШБД (BreezeACCESS от Alvarion и SkyMAN от российской компании Infinet Wireless). Таким образом, сеть "Энфорта" не является сетью WiMAX в чистом виде – скорее



Рис. 1 Сети фиксированного БШД "Энфорты" и "Престиж"

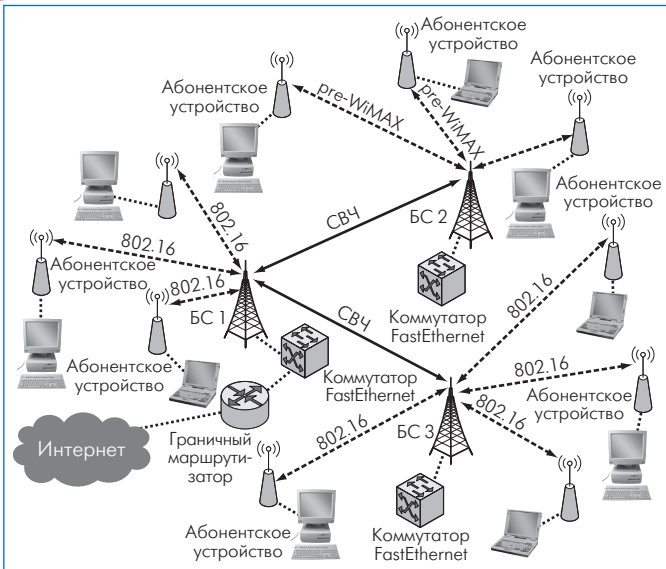


Рис.2 Архитектура сети "Энфорты"

речь идет об интеграции сетей ШБД различного типа.

"Энфорты" предлагает весь спектр современных услуг связи: высокоскоростной доступ в Интернет (от 64 кбит/с до 4 Мбит/с и более); местную, междугородную и международную телефонную связь с возможностью предоставления местных номеров городской телефонной сети; виртуальные мультисервисные частные сети (VPN), включая подключение транзакционных терминалов и банкоматов; а также построение корпоративной сети на основе междугородного IP VPN. В дальнейших планах компании – развернуть первую национальную беспроводную сеть передачи данных, имеющую самый большой охват на территории России.

На начало 2009 года без учета Москвы и Московской области в сети "Энфорты" развернуто более 386 базовых станций. Типовая структура базовой станции – трехсекторная. Это позволяет, применяя масштабированные частотные планы, максимально эффективно использовать выделенный частотный ресурс.

Структура сети – двухуровневая (рис.2). Магистральная часть состоит из центральной станции, обеспечивающей присоединение к вышестоящим операторам (Интернет

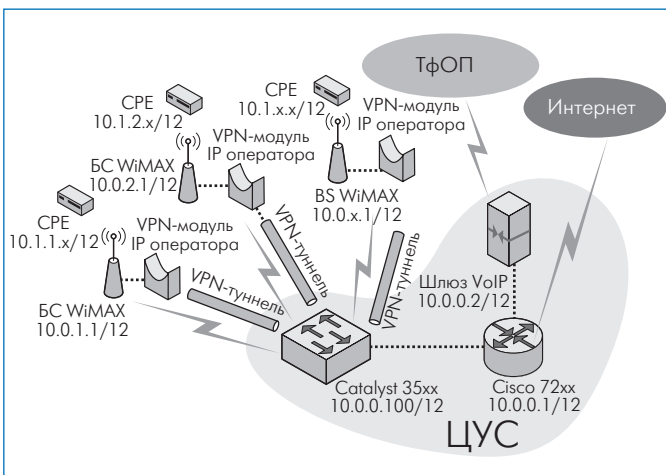


Рис.3 Архитектура сети WiMAX группы компаний "Престиж"

и ТФОП), маршрутизацию, биллинг и пр. Межбазовые каналы строятся на радиорелейных линиях (РРЛ) или оптических каналах. Сеть доступа состоит из базовых станций и абонентских комплектов. Абонентские комплекты предоставляются клиентам в составе услуги и входят в состав сети доступа, что позволяет убить сразу двух зайцев: вся радиосеть полностью контролируется специалистами компании, клиент же получает Ethernet-порт с необходимой услугой, не заботясь о монтаже и настройке радиооборудования.

В магистральной сети используется оборудование компаний Cisco, серверы фирм Dell и Hewlett-Packard и радиорелейное оборудование Nateks-Microlink (компания "На-текс"), Anterum и Ceragon.

Программное обеспечение для биллинга написано фирмой "Компания ТРОН", которая приобретена "Энфортой" в 2006 году. Схема биллинга типовая – на коллекторе происходит сбор информации обо всем трафике, проходящем через граничный маршрутизатор сети, затем эта информация обрабатывается согласно конфигурации, в которой указывается принадлежность трафика конкретным клиентам и предоставляемые этим клиентам услуги.

Данные передаются по протоколу IP с поддержкой классов сервиса (QoS) для одновременной качественной передачи данных, голоса и мультимедийного трафика.

Отметим, что в рамках сети "Энфорты" на оборудовании Alvarion BreezeMAX устойчивая связь, достаточная для предоставления услуг телефонии, устанавливалась на расстояниях более 30 км (рекордная дальность – 45 км). К одному сектору базовой станции BreezeMAX удавалось подключить 120 абонентов.

### Сеть группы компаний "Престиж"

Группа компаний проекта "Престиж" (головная компания – ООО "Престиж") была основана в 2006 года швейцарским инвестиционным фондом ABT Group. Она обладает лицензиями Минкомсвязи РФ на оказание услуг передачи данных, исключая услуги передачи голосовой информации, а также лицензиями на услуги предоставления каналов связи и телематические услуг. Проект направлен на создание операторской компании и сети фиксированного WiMAX в 33 крупнейших городах России с населением более 21 млн. человек, где в целом в регионах проживает 94 млн. человек (см. рис.1).

В сетях связи проекта "Престиж" используется оборудование WayMAX компании Nokia Siemens Network. Диапазон частот – 3,4–3,6 ГГц. На первом этапе развития сети региональная и магистральная опорная сеть строится на арендованных каналах связи. В дальнейшем предусматривается создание собственной опорной сети на основе ВОЛС. Система управления и мониторинга сети (рис.3) строится на адаптированном специалистами компании программном обеспечении ведущих производителей (HP, IBM, Microsoft, Siemens). Эта система позволяет централизованно собирать информацию о

состоянии всех элементов сети, а также со всех датчиков БС, которые устанавливаются на сайтах для мониторинга параметров окружающей среды, обеспечения бесперебойной работы оборудования БС и его безопасности.

### СЕТИ МОБИЛЬНОГО ДОСТУПА

#### Сеть компании "Комстар-ОТС"

Компания "Комстар – Объединенные ТелеСистемы" ("Комстар-ОТС") сделала ставку на технологию WiMAX как на конвергентную услугу, позволяющую пользователю иметь доступ к сети широкополосного доступа через WiMAX. Будучи крупным оператором проводного широкополосного доступа, компания решила, что вне дома и в офисе ее абоненты также должны иметь возможность беспроводного подключения к сети. В декабре 2007 года "Комстар-ОТС" и корпорация Intel подписали соглашение о стратегическом сотрудничестве по развитию технологии мобильного WiMAX в России. В соответствии с соглашением, на первом этапе усилия будут сосредоточены на московском регионе. "Комстар-ОТС" планирует построить и запустить в коммерческую эксплуатацию сеть мобильного WiMAX в радиочастотном диапазоне 2,5–2,7 ГГц, охватывающую всю территорию Москвы. Со своей стороны, корпорация Intel будет способствовать расширению поставок клиентских устройств с интегрированной поддержкой WiMAX. Основная услуга на первом этапе – доступ в Интернет, в дальнейшем набор услуг будет расширен (VoIP, мультимедиа в реальном времени, организация VPN-каналов для корпоративных пользователей и др. услуги, характерные для мультисервисных сетей).

В начале 2008 года был проведен конкурс среди производителей оборудования. В нем приняли участие такие известные компании, как Alcatel-Lucent, Alvarion, Motorola, Samsung, Nortel Networks, Cisco/Navini. Но победила компания Nortel Networks (базовая станция BTS5020, ASN-шлюз ASG 5100). В качестве программного обеспечения для сетевых серверов

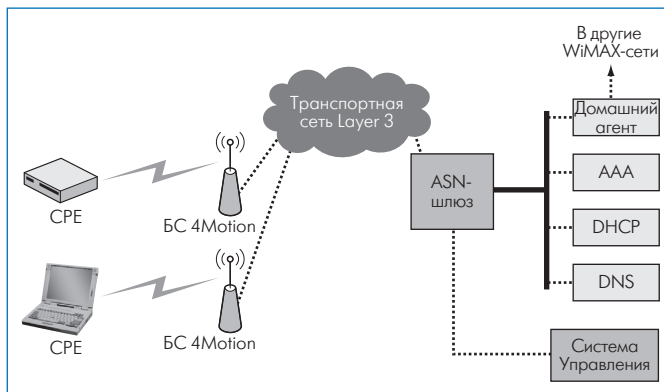


Рис.4 Архитектура мобильной WiMAX-сети компании "Комстар-ОТС"

компании Sun Microsystems была выбрана продукция канадской фирмы Bridgewater Systems.

Однако после победы в конкурсе Nortel объявила о закрытии разработки БС BTS5020. Но в июне 2008 года компании Nortel и Alvarion заключили стратегическое соглашение с целью создания комплексного WiMAX-решения для удовлетворения потребностей растущего рынка беспроводной широкополосной связи. В результате вместо БС Nortel в сети "Комстар-ОТС" были установлены БС BreezeMAX 4Motion в трехсекторной конфигурации с поддержкой MIMO 2x2 (матрица A).

Сеть "Комстар-ОТС" будет со стандартной WiMAX-архитектурой (рис.4–6) На первом этапе в сети работают 173 базовые станции, что обеспечивает практически полное покрытие Москвы в пределах МКАД. На втором этапе число БС превысит 200.

Компания "Комстар-ОТС" имеет разрешение на использование трех частотных номиналов с шириной полосы 10 МГц в диапазоне 2,5–2,7 ГГц (центральные частоты 2540, 2550 и 2560 ГГц). Это позволило ей реализовать схему переиспользования частотного спектра (reuse 3). В этом случае все сектора, ориентированные на север, имеет частоту F1, на юго-восток – F2 и на юго-запад – F3. Это позволяет при небольшом частотном ресурсе покрыть территорию всей Москвы.

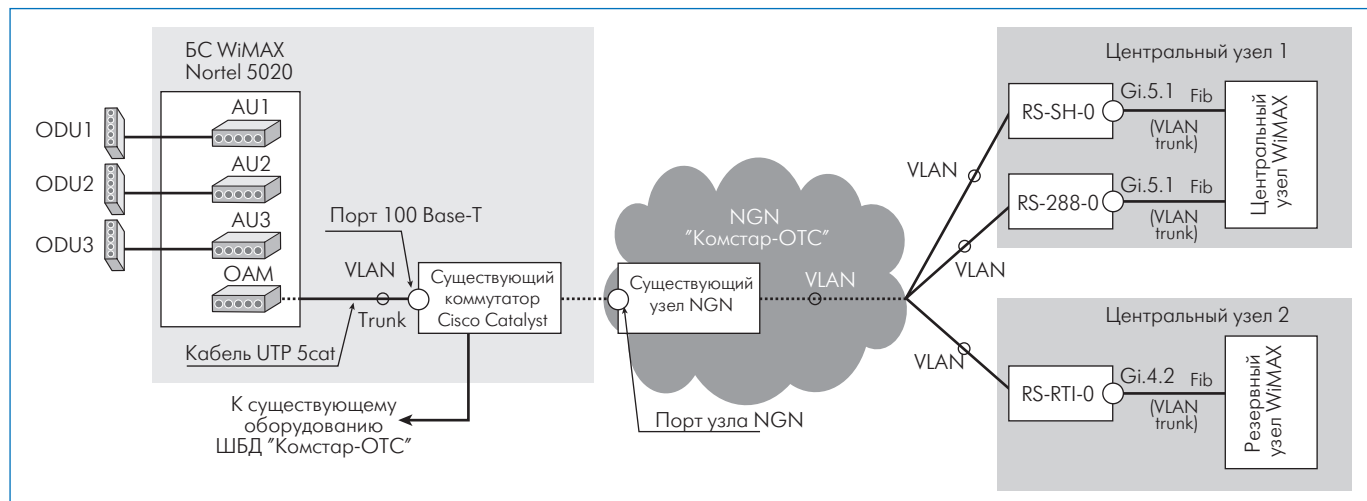


Рис.5 Типовая схема включения БС, размещенных на существующих площадках ШБД с использованием транспортных каналов NGN в сети "Комстар-ОТС"

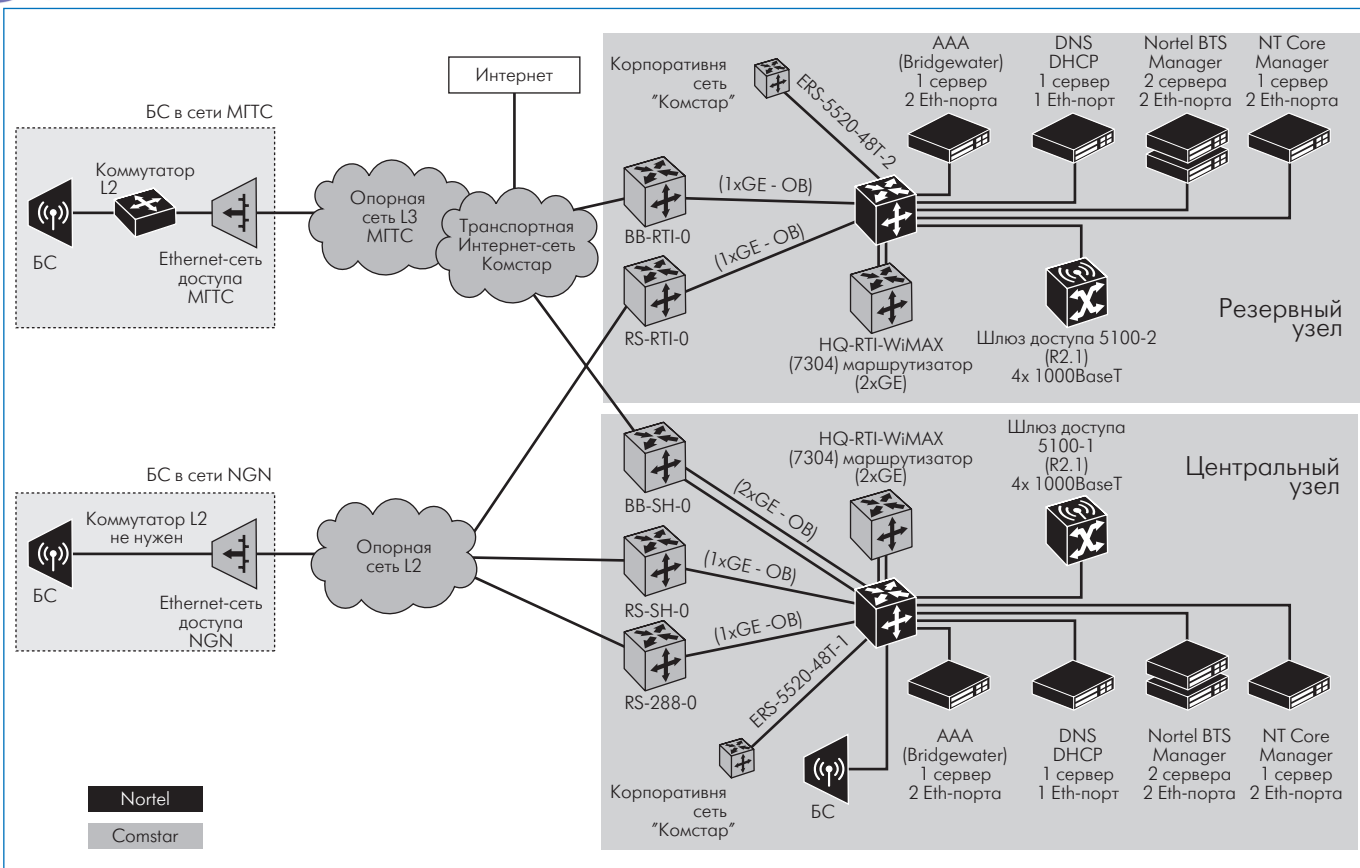


Рис. 6 Физическая структура WiMAX-сети "Комстар-ОТС"

Один сектор БС поддерживает до 512 абонентских устройств. Считая, что в каждой БС три сектора, получаем для 173 БС теоретический максимум для первого этапа развертывания сети 265728 абонентов. Но число БС – не единственное ограничение абонентской емкости сети. Не менее важный фактор – это производительность ASN-шлюзов и серверов авторизации, аутентификации и учета (AAA). Поэтому на первом этапе предполагается ограничить число абонентов на уровне 150 тыс. В дальнейшем потребуются увеличивать емкость ASN-шлюзов и добавлять лицензии на AAA-серверы.

В качестве типового решения (и юридической близости с компанией МГТС) "Комстар-ОТС" предполагает устанавливать БС преимущественно на АТС сети МГТС (рис.6). Вся сеть спроектировано с довольно высокой степенью резервирования. Ядро сети, включающее ASN-шлюзы и сетевые серверы, полностью дублируется (как само оборудование так и базы данных с информацией об абонентах).

Биллинг реализован по стандартной для сети "Комстар-ОТС" системе расчета, но при этом используются возможности AAA-сервера по подготовки такой информации, как число вхождений в сеть, предоставленный сервис, скаченная информация и др. Это позволяет корректно тарифицировать каждого абонента.

В процессе тестовой эксплуатации было выявлено, что в одном абонентском канале пиковая пропускная способность может достигать 15 Мбит/с для нисходящего трафика и до 7 Мбит/с – для восходящего. При этом в нисходящем канале

используется модуляция 64-QAM при скорости кодирования 5/6, в восходящем – 16-QAM со скоростью кодирования 3/4. Таким образом, спектральная эффективность технологии WiMAX составила порядка 2,2 бит/с/Гц на уровне потоков IP – это абсолютный рекорд для беспроводных технологий на сегодняшний день!

В качестве абонентских устройств планируется использовать ноутбуки с интегрированным WiMAX-чипсетом от Intel, а также WiMAX-адаптеры с USB-портом COMSTAR 2501. Устройство работает в диапазоне 2,496–2,69 ГГц. Для защиты информации, передаваемой по беспроводной сети, обеспечивается поддержка механизмов авторизации/аутентификации пользователей на базе протоколов PKMv2 и EAP, а также шифрования данных по алгоритму 3DES / AES

Одним из рекордов сети можно считать работу USB-адаптера на удалении 5,5 км от БС с суммарной (в восходящем и нисходящем каналах) пропускной способностью порядка 2 Мбит/с.

### Сеть компании "Скартел" (Yota)

Наиболее амбициозный российский проект в области мобильного WiMAX – сеть ООО "Скартел" в диапазоне 2,5–2,7 ГГц (торговая марка Yota). Достаточно сказать, что в данной области это третий по величине проект в мире. Компания "Скартел" основана в мае 2007 года (в Санкт-Петербурге). Она входит в международный холдинг WiMAX Holding, с 30 октября 2008 года 25,1% акций которого принадлежат госкорпорации "Ростехнологии" (остальные 74,9% – фонду Telconet Capital Limited Partnership).

2 сентября 2008 года компания "Скартел" ввела в тестовую эксплуатацию сети в Москве (150 БС) и в Санкт-Петербурге (80 БС). "Скартел" планирует увеличить число базовых станций до 1000 (600 в Москве и 400 в Санкт-Петербурге), что должно обеспечить полное покрытие двух столиц и прилегающих к ним основных автомагистралей. В дальнейших планах – освоение городов с населением свыше 500 тыс. человек (в ближайших планах – в Уфе и в Сочи). Инвестиции в проект уже составили порядка 200 млн. долл., всего же предполагается вложить 300 млн. долл. Работу сети обеспечивают собственные высокоскоростные соединения Yota в Москве и Санкт-Петербурге с пиковой скоростью передачи данных до 180 Гбит/с и общей протяженностью 1207 км.

В сети будет использовано оборудование только компании Samsung. Абонентское оборудование – USB-модемы компаний Samsung и Asus, также устройство в форм-факторе Express-card – SWC-E100 (Samsung) (рис.7), а. Предусмотрены Wi-Fi- и Ethernet-маршрутизаторы (производства Asus). Уже есть договоренности о международном роуминге с WiMAX-сетью Sprint NextTel (США).

Yota является первым оператором мобильного WiMAX в России. Она предоставляет доступ в Интернет на скорости до 10 Мбит/с для каждого пользователя, без разрыва сессии при переходе из зоны одной базовой станции в другую при скорости движения до 120 км/ч.

Политика Yota заключается в том, чтобы сосредоточиться на услугах мобильной связи в качестве своей основной деятельности, считая сети лишь транспортными средствами для доставки услуг абонентам. По этой причине Yota представляется более чем интернет-провайдером. В частности, владельцы сети позиционируют ее как "мобильный Google", для которого компанией разработан ряд приложений. Компания уже предлагает музыкальный каталог и услуги Интернет-ТВ для своих пользователей (оснащенных коммуникатором HTC MAX 4G). В ближайшее время абонентам будет предложен ряд новых услуг, таких как видеозвонки, видеоконференции, расширенный сервис "Видео по запросу" и др.

Yota использует целый ряд пользовательских устройств



Рис.7 Абонентские устройства сети Yota: а) – SWC-U200, б) – SWC-E100 (Samsung)



Рис.8 Коммуникатор HTC MAX 4G

мобильного WiMAX. Но особо отметим коммуникатор HTC MAX 4G (T8290) (рис.8), разработанный по заказу компании "Скартел" фирмой HTC (Тайвань). Это первый в мире GSM-коммуникатор с поддержкой WiMAX. Он принадлежит известному семейству HTC Touch. Тактовая частота процессора – 528 МГц, объем флеш-памяти – 512 Мбайт, ОЗУ – 256 Мбайт. Диагональ сенсорного экрана – 9,5 см, разрешение – 480×800 пикселей. На коммуникаторе установлена операционная система Windows Mobile 6.1, устройство оборудовано 5-мегапиксельной фотокамерой, GPS-навигатором и датчиком положения. Коммуникатор сможет работать в сети любого оператора GSM, однако, голосовой трафик в сети Yota тарифицироваться не будет ("свой собственный Skype").

### Проект компании Lythgoe

К числу крупных WiMAX-проектов на территории СНГ следует отнести компанию Lythgoe (торговая марка FreshTel). Более 70% компании Lythgoe принадлежит американскому фонду ICON PE. Он также владеет WiMAX-ресурсами во многих других странах, например, в Италии, Бангладеш, Мозамбике, Сомали. Компания Lythgoe владеет украинской компанией УНТ, которой эксклюзивно принадлежит спектр 3,4–3,6 ГГц по всей Украине, а также около 30 МГц аналогичного спектра в России.

Стратегическим приоритетом компании является создание оператора мобильного широкополосного доступа №1 на территории Украины и оператора №2 – в России (оператором №1 они считают компанию "Скартел"). В Украине компания планирует быстрый захват рынка мобильного широкополосного доступа в Киеве и экспансию в города-миллионники. В России Lythgoe намерена разворачивать WiMAX-сети в городах с высокими доходами населения и низким проникновением Интернета (Центральный и Южный федеральные округа), а также проводить спецпроекты с госструктурами и федеральными компаниями. Компания уже владеет развернутыми сетями стандарта IEEE 802.16-2004 в шести крупнейших городах Украины (на оборудовании Alvarion BrezeMAX). В России ей реализован ряд пилотных проектов.

В целом, российские сети WiMAX находятся в самом начале своего развития, и говорить о динамике рынка пока не слишком уместно. Отметим лишь, что появление сетей мобильно-



го WiMAX снизит наблюдавшуюся до сих пор скорость роста сетей фиксированного БШД на уровне 50% в год. По подсчетам аналитиков компании J'son & Partners, к 2010 году объем доходов фиксированного WiMAX в стране составит более 100 млн. долл. (до 160 тыс. абонентов). В 2008 он был на уровне 25 млн. долл. (~40 тыс. абонентов), в 2009 – 60 млн. долл. (до 100 тыс. абонентов). О рынке мобильного WiMAX говорить совсем рано. Но можно указать, что если на 2008 год в России насчитывалось порядка тысячи абонентов таких сетей, то к концу 2009 году их число существенно превысит 100 тыс.

Безусловно, это очень скромные показатели по сравнению с числом абонентов сетей мобильной телефонной связи (190,8 млн. активных SIM-карт на 1 марта 2009 года, уровень проникновения – 131,4%, данные компании AC&M Consulting). Но, вне всякого сомнения, свою нишу на российском рынке технологии WiMAX займут прочно и в ближайшие годы будут активно развиваться.