

# СЕТИ WiMAX В МИРЕ – ПРОЦЕСС ИДЕТ

**К**ак полагают аналитики корпорации IDC, в 2012 году число пользователей Интернета превысит 30% от общего населения Земли и составит 1,9 млрд. человек. На это владельцы телекоммуникационной инфраструктуры вынуждены реагировать увеличением пропускной способности сетей и развитием новых технологий. И WiMAX – одна из них. О развитии этой технологии в России мы рассказывали в предыдущей публикации (С.Портной. Сети WiMAX в России: первые результаты. – Первая миля, 2009, №3–4). Эта статья посвящена развитию сетей WiMAX в мире.

Сети WiMAX развиваются лишь несколько лет, но весьма стремительно. Сегодня в 145 странах мира было развернуто 502 WiMAX-сетей (включая сети стандарта 802.16 в диапазоне 5 ГГц) (рис.1). Более 430 млн. человек живет в зоне покрытия WiMAX. Причем в 2008 году было развернуто 200 WiMAX-сетей. Прошли WiMAX-аукционы в развивающихся странах – Индии, Малайзии, Бразилии и др.

В конце третьего квартала 2008 года, по данным компании Maravedis, насчитывалось 2,68 млн. абонентов сетей WiMAX (включая сети ШБД, например, на основе оборудования Canopy (Motorola)) – рост по сравнению с третьим кварталом 2007 года составил 91%. По данным компании Informa Telecoms & Media, это число на конец 2008 года составило 3,6 млн. абонентов (с ростом к 2013 году до 103 млн.). Эксперты компании J&P Consulting ожидают, что к 2012 году объем мирового рынка WiMAX достигнет 60 млн. абонентов. Из них порядка 65% будет приходиться на мобильные сети. Столь большой разброс данных говорит лишь о молодости и высокой динамике этого рынка.

Несмотря на высокую динамику роста, абсолютные показатели развития абонентской базы остаются весьма скромными – в среднем 15 тыс. абонентов на сеть. Наиболее крупная WiMAX-сеть принадлежит компании Clearwire (США) – в ней на конец третьего квартала 2008 года насчитывалось 469 тыс. абонентов.

В первом квартале 2008 года был отмечен значительный рост рынка WiMAX-оборудования. Согласно отчету исследовательской компании Infonetics Research, объем данного рынка в тот период увеличился на 59% (по сравнению с первым кварталом 2007 года) и достиг 363 млн. долл. Главным движущим фактором такого роста стал крайне высокий уровень продаж оборудования для мобильного WiMAX. В первом квартале 2008 года этот сегмент вырос на 141%, впервые обойдя по доходности фиксированный WiMAX. Столь стремительному развитию способствовало развертывание большого количества новых WiMAX-сетей, а также расширение уже существующих. К технологии WiMAX стали проявлять интерес национальные операторы: Sprint-Clearwire в США, SK Telecom и KT в Южной Корее, Wateen в Пакистане, BSNL в Индии, а также Vodafone и Orange в Европе.

В первом квартале 2008 года лидером на рынке WiMAX по уровню доходов стала компания Motorola. Американский производитель первым на этом рынке заработал свыше 50 млн. долл. за один квартал. В сегменте оборудования для фиксированного WiMAX первенство удерживает компания Alvarion.

WiMAX-технологии продолжают опережать LTE на три года. По отзывам независимых экспертов, сервисы WiMAX по скорости и качеству обслуживания в развернутых мобильных

сетях, даже на весьма требовательных рынках Южной Кореи и США, более чем в три раза превышают аналогичные возможности сетей сотовой связи 3G.

Хотя пока число абонентов сетей фиксированного ШБД продолжает доминировать (по данным Market Intelligence & Consulting Institute (Тайвань), абоненты фиксированных сетей в третьем квартале 2008 года составляли 76,9%), мир начинает стремительно переходить на мобильные сети. Уже известны несколько действующих мобильных WiMAX-сетей. Одна из крупнейших из них – сеть Korea Telecom (КТ), насчитывающая свыше 400 тыс. абонентов.

Впечатляют планы компании Clearwire. Этот оператор после объединения своих ресурсов с оператором сотовой связи Sprint-Nexnet стал ведущим в США оператором WiMAX, намеревающимся построить мобильную сеть ШБД национального масштаба. Среди стратегических инвесторов Clearwire, помимо Sprint, такие компании, как Google, Intel Capital и другие, которые вложили в этот проект 3,2 млрд.

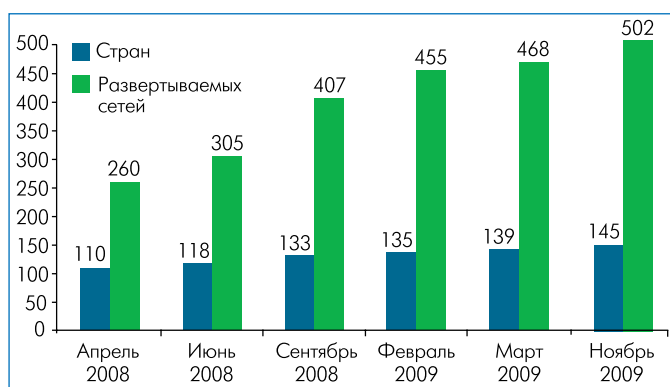


Рис. 1 Динамика роста сетей WiMAX

долл. (без учета доли Sprint). Уже развернуты сети в Балтиморе, Портленде и в Филадельфии, на очереди – начало эксплуатация сетей еще в 9 городах США – в Атланте, Шарлотте, Чикаго, Далласе, Форт-Уэрте, Гонолулу, Лас-Вегасе и Сиэтле. В 2010 году планируется запустить сети в Бостоне, Хьюстоне, Нью-Йорке, Сан-Франциско и Вашингтоне. К концу 2008 года в Clearwire насчитывалось 475 тыс. абонентов, но не все они были пользователями сетей WiMAX. Однако в 2010 году компания обещает создать сеть, в зоне действия которой будет проживать свыше 120 млн. человек.

Значительную роль в реализации проекта сети Sprint Clearwire сыграла компания Intel, для которой развитие технологии мобильного WiMAX является, без сомнения, одним из самых важных проектов.

Японская компания KDDI получила лицензию на сеть WiMAX (2,5–2,7 ГГц) в конце 2007 года и планировала инвестировать в нее 1,3 млрд. долл. в течение пяти лет. Группа KDDI, включающая в себя японского производителя электроники Kyocera, планирует запуск услуг WiMAX на 2009 год и

Таблица 1. Распределение сетей ШБД по регионам

Регион	Число сетей
Африка	108
Центральная и Южная Америка	102
Азиатско-Тихоокеанский регион	79
Восточная Европа	79
Западная Европа	67
Северная Америка (США и Канада)	49
Ближний Восток	18
Итого	502

предполагает к 2013 году охватить 90% территории Японии, включая 5,6 млн. пользователей.

Индийская компания Tata Communications планирует развернуть крупную WiMax-сеть, инвестировав в ее строительство 500 млн. долл. и к марту 2009 года подключив 200 тыс. домашних клиентов. Потенциальный рынок широкополосного доступа в Индии, насчитывающей 1,1 млрд. жителей, огромен. По данным к концу января 2008 года, в стране было 3,24 млн. абонентов широкополосных сетей подписчиков. Tata Communications рассматривает занять большую часть этого рынка.

Мобильные сети развернуты во многих странах Восточной и Западной Европы, а также Азии и Америки (табл.1, 2). Началось интенсивное развитие мобильных WiMAX-сетей на Тайване и в Венесуэле. Рассмотрим некоторые из них (подробнее см. [www.wimaxforum.org](http://www.wimaxforum.org)).

### СЕТЬ WiMAX (WiBro) КОМПАНИИ КТ

Южнокорейская компания КТ, также известная под названием Korea Telecom, была основана (выделилась из Министерства связи Кореи) в 1981 году как оператор проводных сетей. В последующие несколько лет КТ, используя свою проводную сеть, оказалась лидирующим оператором DSL-услуг. После окончательной приватизации в 2002 году КТ полностью сосредоточилась на высокоскоростном Интернет-доступе. В январе 2005 года КТ была одной из трех компаний, получивших общенациональную лицензию на полосу шириной 27 МГц в диапазоне 2,3–2,4 ГГц для предоставления широкополосных беспроводных услуг. КТ приступила к строительству сети мо-

Таблица 2. Распределение сетей ШБД по диапазонам частот (считались только сети, для которых этот параметр известен)

Диапазон, ГГц	Число сетей
2,3	29
2,5	69
3,3	9
3,5	247
5–6	20
Итого	374



бильного ШБД на основе технологии WiBro (разработка компании Samsung на базе стандарта IEEE 802.16e).

В декабре 2005 года КТ впервые продемонстрировала работу мобильного широкополосного подключения – с мобильной станцией, движущейся со скоростью 120 км/ч, было установлено соединение со средней пропускной способностью в 3 и 1 Мбит/с в нисходящем и восходящем каналах, соответственно.

Пробный коммерческий запуск сервиса WiBro состоялся в июне 2006 года, за которым последовал полноценный ввод в коммерческую эксплуатацию в апреле 2007 года, сделавший КТ первой компанией в Корее, запустившей сервис WiBro в коммерческое использование. Фактически, это была первая коммерческая сеть мобильного ШБД в мире. Серьезным недостатком WiBro было неполное соответствие рекомендациям WiMAX Forum (в частности, не поддерживались некоторые технологии кодирования, заложенные в IEEE 802.16e), а также не поддерживались голосовые сервисы (только передача данных). В 2007 году компания Samsung доработала WiBro до требований "полноценного" WiMAX, в результате чего последние сети Korea Telecom делаются уже на этом оборудовании.

К концу 2007 года КТ установила приблизительно 600 базовых станций, охвативших территорию с 12 млн. жителей. Абонентская база сети WiBro насчитывала тогда 106 тыс. пользователей, представляющих 43% мобильного широкополосного рынка Кореи. К июню 2008 года, спустя 14 месяцев после коммерческого запуска, КТ имела 200 тыс. клиентов сети WiBro, а к концу 2008 года – порядка 400 тыс. С привлекательной ценой и высокой скоростью передачи данных, намного превосходящей альтернативные мобильные сервисы, такие как HSDPA, WiBro стала наиболее динамично развивающимся беспроводным сервисом в Корее (рис.2).

В 2008 году КТ предоставляла доступ в Интернет со средней скоростью в нисходящем канале 3 Мбит/с и в восходящем – 1 Мбит/с за 10,84 долл. при ограничении 1 Гбайт в месяц и за 21,45 долл. при ограничении 30 Гбайт/мес. КТ также предлагает ряд смешанных тарифных планов: WiFi + WiBro, фиксированный высокоскоростной доступ (ADSL, VDSL или FTTH) + WiBro, фиксированный высокоскоростной доступ + WiFi + WiBro. Также КТ имеет соглашения с сетевыми операторами услуг сотовой связи 3G (cdma200 EV-DO и WCDMA HSPA),

прежде всего – со своей дочерней компанией КТ Freetel (КТF), благодаря чему предлагает двухдиапазонные устройства 3G/WiBro: WiBro + HSDPA для пользователей USB-модемов и WiBro + EV-DO/CDMA для пользователей смартфонов. Эти тарифные планы предоставляют 20%-ную скидку на сервис КТ WiBro и 20%-ную скидку на базовую услугу КТF.

Почти 80% абонентов для доступа в сеть WiBro используют ноутбуки, поэтому USB-адаптеры – наиболее часто применяемые устройства. Некоторые модели этих адаптеров могут, кроме того, работать как MP3-плееры, приемники мобильного ТВ (T-DMB, Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting) и т.д. Аналогичные функции поддерживают некоторые смартфоны и коммуникаторы. Это было очень важно для развития сети мобильного WiMAX. Мобильное телевидение, бесплатное в Южной Корее, предоставляет семь телевизионных каналов, 12 радиоканалов и восемь информационных каналов, вещающих в СВЧ-диапазоне.

КТ строила сеть WiMAX на основе своей, уже существующей опорной оптоволоконной сети. Кроме того, ее дочерняя компания КТF позволяет использовать ее инфраструктуру сотовой телефонной сети. Это не только обеспечивает очевидные экономические преимущества, но и сокращает время выхода на рынок, поскольку не нужно, например, создавать новую инфраструктуру для базовых станций.

Первая стадия развертывания сети WiBro компанией КТ была завершена в марте 2007 года, обеспечив покрытие Сеула с 12 млн. жителей. Вторая стадия завершилась к сентябрю 2008 года с помощью оборудования WiMAX второго поколения, которое обеспечило покрытие 20 дополнительных провинциальных городов вокруг Сеула. К концу 2010 года сервис WiBro должен быть доступен более чем 40 млн. людей.

Южная Корея – это прекрасный пример высокого спроса на услуги мобильного широкополосного сервиса. Интересно, что 80% абонентов КТ WiBro перестают дома пользоваться DSL-услугами (также предоставляемыми КТ). К концу 2012 года КТ намеревается покрыть сетью WiBro всю территорию страны и обслуживать 4 млн. абонентов.

## WiMAX-СЕТЬ КОМПАНИИ DANSKE TELECOM

Штаб-квартира компании располагается в Копенгагене. Частотный диапазон – 3,5 ГГц, сеть состоит из 72 базовых станции, расположенных в семи крупных городах Дании. В октябре 2005 года широкополосные сервисы были запущены в трех крупнейших городах Дании: Копенгагене, Орхусе и Оденсе. К середине февраля 2008 года Danske Telecom увеличила покрытие до семи городов, в зоне ее покрытия оказалось более 550 тыс. семей Дании и около 40% всего населения страны. Таким образом, компания сфокусировалась на густонаселенных городских территориях, несмотря на жесткую конкуренцию со стороны крупных DSL-операторов. Общее число абонентов Danske Telecom сегодня составляет 13,5 тыс.

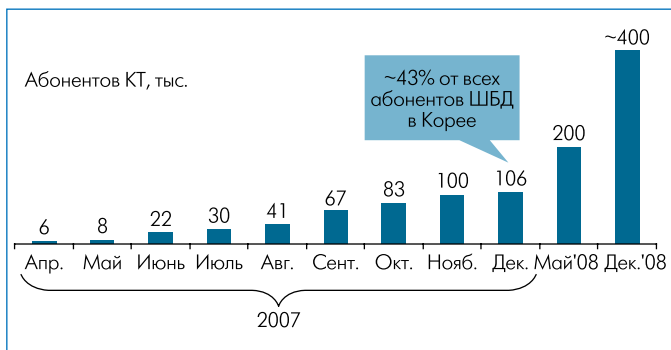


Рис.2 Динамика роста абонентской базы сети WiBro

Спектр, выделенный для развертывания WiMAX-сети Danske Telecom, включает две общенациональные лицензии в полосе 3,5 ГГц каждая, с двумя спаренными каналами по 28 МГц – всего 112 МГц. Дополнительно выделен частотный ресурс в полосах 3,6; 10,5 и 26 ГГц для непосредственной связи базовых станций по схеме "точка-точка".

Предлагаемые сервисы включают множество тарифных планов с ежемесячной оплатой, соответствующей скорости передачи. Опции VoIP предоставляют третьи компании по специальным соглашениям. Типичные потребительские тарифы колеблются от 99 датских крон (~15 долл.) в месяц за 1 Мбит/с в нисходящем канале до 199 датских крон (30 долл.) в месяц за 3 Мбит/с. Danske Telecom пришла к выводу, что агрессивная ценовая политика – ключевой фактор в победе над крупными DSL-операторами на потребительском рынке.

Тарифы для бизнес-клиентов, очевидно, выше. Имея свою собственную общенациональную оптоволоконную сеть и дополнительные лицензии на полосы спектра 3,6; 10,5 и 26 ГГц, Danske Telecom предоставляет выделенные каналы для большого бизнеса, требующего высокой пропускной способности – до 100 Мбит/с в обоих направлениях.

Восходящие каналы в сети WiMAX варьируются в соответствии с загрузкой трафика и соглашением о QoS. Базовые станции, обслуживающие большое число клиентов, могут быть связаны одновременно и оптоволоконными, и

радиорелейными линиями на случай неисправности одного из каналов.

Один из ключевых элементов сети Danske Telecom – программный инструмент управления широкополосным трафиком WiMOSS, позволяющий контролировать сетевой трафик, включая тип модуляции, интерференцию и действия пользователей. По наблюдениям Danske Telecom, 5% активных пользователей во время часов наибольшей нагрузки могут создать неблагоприятные условия для остальных 95%. Чтобы гарантировать хорошее обслуживание остальным пользователям, WiMOSS позволяет автоматически ограничивать доступ наиболее активных абонентов во время пиковой загрузки, – но тогда и только тогда, когда сектор активных пользователей перегружен. Такой подход помогает снизить как число жалоб, так и сбоев. Кроме того, WiMOSS позволяет контролировать эффективность использования спектра и производительности оборудования каждого сектора БС, что необходимо для точечного инвестирования в увеличение пропускной способности сети.

Danske Telecom изначально строила свою сеть на базе оборудования Motorola Expedience. Это позволило Danske Telecom быстро увеличить свое присутствие на рынке фиксированного ШБД. С появлением сертифицированного оборудования WiMAX Danske Telecom планирует расширение и реорганизацию сети, которая будет поддерживать мобильные сервисы.

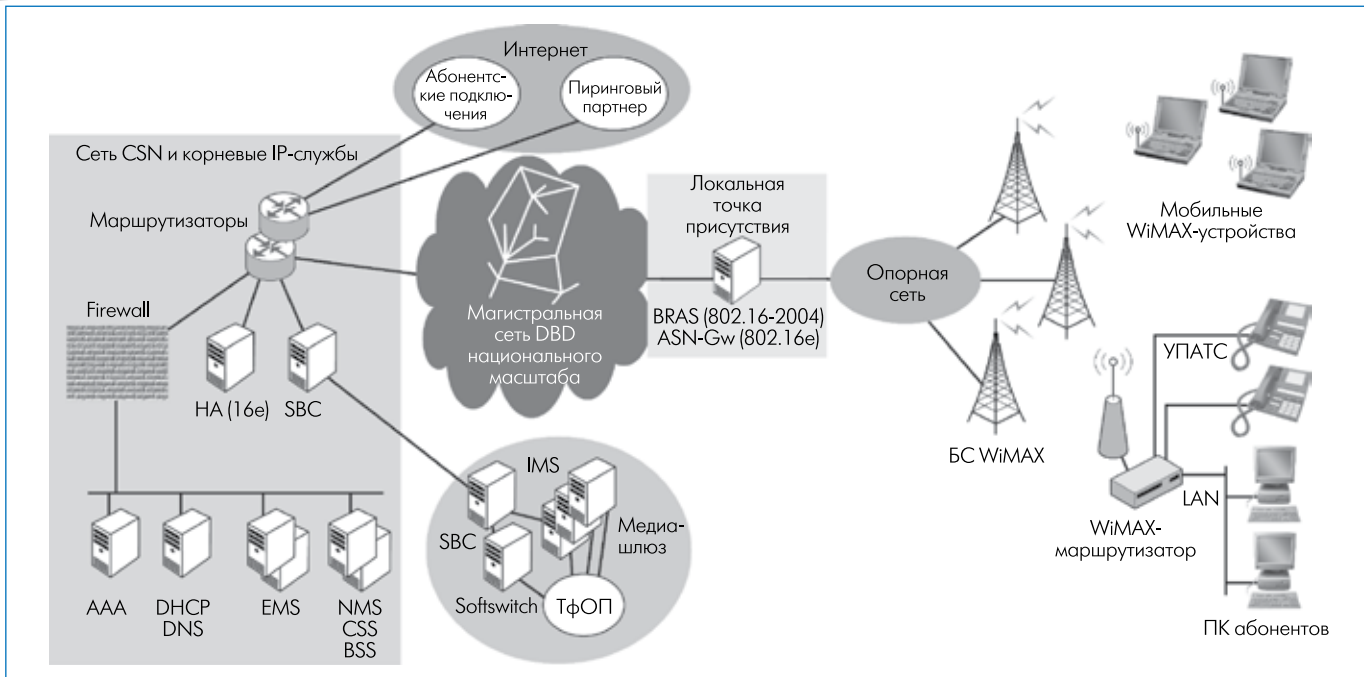


Рис.3 Сеть компании DBD

### WiMAX-СЕТЬ КОМПАНИИ DBD

DBD (Deutsche Breitband Dienste) – телекоммуникационная компания, работающая на всей территории Германии, предоставляющая высокоскоростной доступ в Интернет. Штаб-квартира находится в Гейдельберге. Основанная в 2003 году, DBD выбрала беспроводную технологию WiMAX для предоставления широкополосных услуг. Развертывание сети WiMAX началось в 2005 году параллельно с созданием опорной сети, головного центра данных и т.п.

DBD были предоставлены лицензии на использование частот в полосе 3,5 ГГц по всей Германии (83 млн. жителей). Ширина доступных полос составляет 42 МГц по всей стране, 70 МГц – в некоторых больших городах с общим населением 21 млн. человек.

Сейчас у DBD 180 базовых станций WiMAX, имеющих от трех до шести секторов, охватывающих приблизительно 400 тыс. семей в городских центрах и пригородных районах. Компания DBD – не только первый и самый большой WiMAX-оператор в Германии, но также и крупнейший владелец спектра 3,5 ГГц.

Через свой сервис DSLonair компания DBD предлагает высокоскоростной Интернет-доступ в городской и сельской местности, где ограничены услуги DSL. В столичной зоне DBD предлагает широкополосный WiMAX-доступ в Интернет и IP-телефонию (VoIP) (сервис "MAXXonair"). Например, только доступ в Интернет стоит 9,99 евро в месяц, а единый тарифный план с доступом в Интернет и голосовыми сервисами – 29,99 евро в месяц.

Список продаваемых устройств для конечных пользователей включает в себя домашний модем Airspan EasyST WiMAX со встроенной антенной мощностью 7,5 дБи, а для клиентов с плохим уровнем сигнала, находящихся далеко от базовой станции, – с внешней антенной мощностью 9 дБи.

Сеть компании DBD состоит из региональных точек присутствия, связанных общенациональной опорной сетью (рис.3). Каждая точка присутствия, включающая ASN-шлюз, связана арендуемой линией с пропускной способностью свыше 100 Мбит/с кольцевой сетью узлов агрегации. Каждый из узлов агрегации (высокопроизводительный маршрутизатор/коммутатор) связан сетью с несколькими базовыми станциями. Эта сеть произвольной топологии строится на основе радиорелейных линий.

На июнь 2008 года компания обслуживала свыше 25 тыс. постоянных клиентов сети фиксированного доступа. Осенью 2008 года DBD приступила к запуску мобильной WiMAX-сети. Учитывая высокую конкуренцию (сети широкополосного доступа охватывают 19 млн. абонентов, через 3–5 лет их число возрастет до 28 млн., проникновение сотовой связи достигло 100%), компания DBD ставит целью охватить мобильной WiMAX-сетью порядка 5% абонентов в Германии. Но это составит около 1,5 млрд. евро в год.

### WiMAX-СЕТЬ КОМПАНИИ DIGITAL BRIDGE COMMUNICATIONS

Компания Digital Bridge Communications (DBC) является поставщиком телекоммуникационных услуг, базирующимся в Эшберне (шт. Вирджиния, США). Основанная в 2005 году, корпорация DBC предоставляет услуги широкополосного доступа в Интернет в удаленных регионах страны на основе технологии WiMAX. Ее основное внимание концентрируется на населенных пунктах с численностью от 150 тыс. человек. Компания имеет представительства в 13 городах пяти штатов, где предоставляет услуги в основном частным потребителям, а также малому и среднему бизнесу. Но часть клиентов компании – крупные предприятия и правительственные организации.

Основа деятельности DBC – предоставление стационарных и мобильных Интернет-услуг на основе WiMAX. DBC является владельцем (в некоторых случаях арендатором) частот в диапазоне 2,5 ГГц в некоторых областях штатов Айдахо, Монтана, Вайоминг, Индиана и Южная Дакота. В Вирджинии DBC арендует частоту 2,3 ГГц. Сеть развернута на оборудовании компании Alvarion.

Сеть DBC основана на принципе plug-and-surf (подключился-и-работай) с использованием самонастраивающегося WiMAX-оборудования Alvarion. Для клиентов, расположенных на краю зоны покрытия, DBC использует специально установленные антенны с повышенным коэффициентом усиления.

Во второй половине 2008 года DBC вводит в эксплуатацию сеть гостевого доступа, состоящую из "горячих точек" и точек временного доступа. Первоначально подобные сети будут запущены в таких туристических центрах, как Сан-Волли (шт. Айдахо) и в Джексоне (шт. Вайоминг). Кроме того, DBC намерена предоставлять и голосовую связь (VoIP) для клиентов своих WiMAX-сетей.

DBC удалось построить эффективную партнерскую сеть, которая предоставляет экономически эффективные вспомогательные службы и сетевые инфраструктуры. Эта стратегия позволяет DBC сосредоточиться на создании и обслуживании WiMAX-сетей.

Типичная небольшая сеть WiMAX будет состоять из 1–6 базовых станций, часто с несколькими секторами для обеспечения полного покрытия и возможности удовлетворения потребительского спроса. При полном подключении 15 городов WiMAX-сеть DBC сможет охватить свыше 2,5 млн. пользователей.

### WiMAX-СЕТЬ КОМПАНИИ IBERBANDA

Компания Iberbanda была основана в 2000 году в Испании, ее штаб-квартира находится в Мадриде. Iberbanda предлагает широкий спектр услуг высокоскоростного Интернета, телефонии, передачи данных и др. Компания имеет общенациональную лицензию в диапазоне 3,5 ГГц, две полосы по 20 МГц (всего 40 МГц). Около 900 БС WiMAX охватывают почти 30% территории Испании. Это делает Iberbanda обладателем одной из крупнейших действующих сетей WiMAX в Европе. Базовое оборудование поставляет компания Alvarion.

Целевой сегмент рынка Iberbanda направлен на клиентов в пригородных и сельских районах, где xDSL- и кабельные сети немногочисленны или совсем отсутствуют. За 2007 год компания увеличила число пользователей на 82% и закончила год с 33 тыс. абонентов. Iberbanda рассчитывала достичь 50 тыс. абонентов к концу 2008 года.

### WiMAX-СЕТЬ КОМПАНИИ LIBERTY TECHNOLOGIES

Корпорация Liberty Technologies была основана в 2002 году в Панаме, стране с населением, превышающим 3 млн. жите-

лей. Liberty предоставляет услуги широкополосного WiMAX под собственным брендом WIPET. Компания имеет доступ к спектру шириной 150 МГц в диапазоне 3,4–3,6 ГГц.

Целью Liberty на рынке услуг WiMAX является доступ в Интернет. В настоящее время WiMAX-сети состоят из 31 сектора базовых станций Cisco 802.16e на 16 участках, охватывающих примерно 1,2 млн. жителей Панамы.

### WiMAX-СЕТЬ КОМПАНИИ MAX TELECOM

Компания Max Telecom является оператором мобильного WiMAX в Болгарии. Она предоставляет широкий спектр телекоммуникационных услуг, в том числе: мобильный и стационарный доступ в Интернет, VPN, голосовую связь, видео и IPTV.

Max Telecom стала первым оператором в Болгарии, предлагающим коммерческие решения для мобильного широкополосного доступа с использованием технологии WiMAX. Компания имеет лицензию на спектр частот шириной 42 МГц в диапазоне 3,5 ГГц. К середине 2008 года, компания установила около 180 базовых станций WiMAX в густонаселенных городах, что помогло привлечь более 30% населения. В первые четыре месяца работы Max Telecom подключила 4000 клиентов, а к концу 2008 года абонентская база достигла 13 тыс.

Max Telecom предлагает широкий спектр услуг для частных и бизнес-клиентов. Ежемесячная плата для частных лиц в среднем составляет 19 евро за доступ в Интернет и 6 евро – за услуги голосовой связи.

Базовые станции в сети Max Telecom связаны каналами "точка-точка" с узлами агрегации посредством волоконно-оптических или радиорелейных линий (рис.4). И уже эти устройства сопрягаются с ASN-шлюзами посредством оптоволоконной сети, охватывающей всю страну. Max Telecom планирует развернуть около 1500 базовых станций для повсеместного покрытия сети WiMAX.

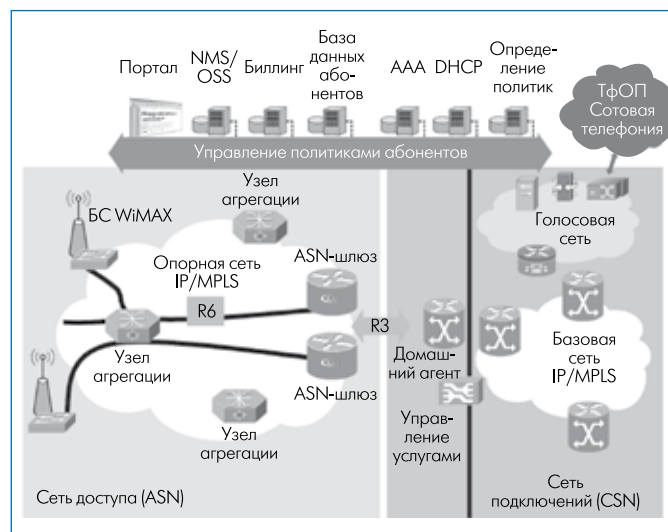


Рис.4 Архитектура сети WiMAX компании Max Telecom



### СЕТЬ КОМПАНИИ PACKET ONE NETWORKS

Packet One Networks (P1) – это телекоммуникационная компания, предоставляющая беспроводные услуги по всей территории Малайзии. Зарегистрирована в феврале 2002 года как филиал корпорации Green Packet. Ей принадлежит лицензия на полосу шириной 30 МГц в диапазоне 2,3 ГГц. P1 начала строить WiMAX-сеть в марте 2007 года. В январе 2008 года компания объявила о контракте с Alcatel-Lucent на поставку оборудование WiMAX на сумму порядка 71 млн. долл. К августу 2008 года P1 завершила пилотный проект и стала первым WiMAX-оператором в Малайзии, запустившим сеть в коммерческую эксплуатацию. Коммерческий запуск был произведен в отдельных районах и вокруг Куала-Лумпура, и к концу 2008 года сеть протянулась до южного региона Джохора. P1 утверждает, что за первую половину 2009 года она охватит сетью 30% территории страны, 40% – к 2010 году и 60% – к 2012. Ожидается, что суммарные инвестиции в WiMAX в течение следующих пяти лет составят порядка 323 млн. долл. В ближайшие 10 лет P1 собирается покрыть сетью 100% территории Малайзии.

Packet One предлагает одинаковые условия подключения как для частных, так и для бизнес-клиентов. Пакет услуг со скоростью 1,2 Мбит/с стоит 51 долл. в месяц, а 2,4 Мбит/с – 109 долл. Однако с января 2009 года цены на эти пакеты упали до 32 и 74 долл., соответственно, при заключении договора на год.

### СЕТЬ КОМПАНИИ TransTelecom

TransTelecom Bulgaria – еще один WiMAX-оператор в Болгарии, фирма принадлежит болгарской нефтяной компании Petrol Holding AD. TransTelecom Bulgaria работает под торговой маркой 1one в полосе шириной 42 МГц в диапазоне 3,5 ГГц. Компания приступила к испытаниям сети в 2007 году, используя WiMAX-оборудование Alvarion (фиксированный доступ, 18 четырехсекторных БС). После успешных испытаний TransTelecom в качестве поставщика оборудования выбрала китайскую компанию Huawei. В середине 2008 года состоялся коммерческий запуск сети в составе 120 базовых станций. TransTelecom продолжала развертывать мобильный WiMAX на оборудовании Huawei в городах, в то время как оборудование для фиксированного доступа от Alvarion устанавливается в сельских районах.

В настоящее время 1one предлагает стандартный пакет услуг WiMAX 802.16e и планирует предложить номадический широкополосный беспроводной доступ во втором квартале

**Таблица 3.** Intel развития WiMAX (все версии) в мире (2007 г.)

	2004	2006	2008	2010	2012
Сети WiMAX, внедрения и эксперимент	10	250	400		
Население регионов, охваченных WiMAX, млн.			150	650	1300
Национальные операторы WiMAX			3	>10	>20

2009 года. Основной пакет услуг стоит 12,5 евро в месяц за канал 2 Мбит/с. Канал в 4 Мбит/с обойдется в 14,50 евро в месяц при заключении годового контракта.

В связи с предстоящим внедрением номадического широкополосного доступа TransTelecom продолжает участвовать в испытаниях с несколькими поставщиками оборудования. Она планирует отказаться от использования PCMCIA-карт в пользу USB-модемов, таких, как Seowon.

### СЕТЬ КОМПАНИИ WiMAX TELECOM

Основанная в 2004 году, компания WiMAX Telecom является одним из ведущих международных операторов беспроводного доступа в Европе. Ее штаб-квартира расположена в Швейцарии, а филиалы действуют в Австрии, Германии (под названием Inquam Broadband), Хорватии и Словакии. Во всех этих пяти странах компания обладает спектральной полосой шириной как минимум 42 МГц в диапазоне 3,5 ГГц. Развертывание сетей WiMAX началось в Австрии и Словакии, а в июне 2008 года и в Хорватии. В разработке находятся сети Германии и Швейцарии. Кроме того, WiMAX Telecom активно проектирует сети для других стран Центральной и Восточной Европы.

Сегодня сети WiMAX Telecom включают в общей сложности 140 базовых станций WiMAX и охватывают территорию, на которой проживает около 500 тыс. человек в Австрии и около 1 млн. – в Словакии. Имея более 13 тыс. абонентов, WiMAX Telecom активно развивает рынки ШБД этих стран.

В австрийской сети WiMAX Telecom базовые станции WiMAX соединяются преимущественно через Ethernet/IP-каналы (радиорелейные). Региональные и центральные точки присутствия соединяются посредством арендуемых линий Ethernet, оптических волокон, а иногда и через высокоскоростные радиорелейные каналы. Ядро сети построено по технологии MPLS на основе маршрутизаторов и коммутаторов Cisco. В сети обеспечивается поддержка QoS, что позволяет реализовывать сервисы телефонии.

WiMAX Telecom имеет четыре центра обработки данных: два в Вене, в Братиславе и в Загребе. Все они соединены линиями высокой пропускной способности или оптоволоконными линиями. Все основные поставщики услуг, а также службы управления операциями (OSS) и бизнесом (BSS) размещаются в Вене.

Потенциал сети WiMAX в Австрии – 30 тыс. абонентов, в Словакии – 40 тыс. абонентов. В каждой из этих стран компания WiMAX Telecom обладает полосой 56 МГц, что позволяет легко нарастить емкость сетей до нескольких сотен тысяч абонентов путем простого добавления новых каналов передачи информации и секторов к существующим базовым станциям.

Проникновение мобильной широкополосной связи составляет уже 8% в Австрии и около 1% в Словакии и Хорватии. WiMAX Telecom планирует внедрять услуги мобильного

доступа с 2009 года, начиная с Хорватии. Ближайшие планы WiMAX Telecom по расширению сетей услуг включают: установку 350 базовых станций 802.16e-2005 для обеспечения стационарных и мобильных услуг в Хорватии в 2009 году, внедрение мобильных сетей WiMAX во всех странах, где WiMAX Telecom обладает лицензией на частотный ресурс, поиск возможностей для получения частотных лицензий в других странах Центральной и Восточной Европы.

### СЕТЬ КОМПАНИИ WATEEN TELECOM

Пакистанская компания Wateen Telecom — это результат последних инвестиций консорциума Abu Dhabi Group, на счету которого удачный запуск компании Warid Telecom, крупнейшего GSM-оператора в Пакистане. Штаб-квартира Wateen Telecom располагается в Лахоре. Wateen Telecom с успехом развернула одну из крупнейших в мире национальных сетей WiMAX (возможно, первую в мире сеть IEEE 802.16e). Сеть строится на основе оборудования компании Motorola (WiMAX-платформа w4 и оборудование для сервисных сетей с мультисервисной архитектурой IMS). Она включает 842 четырехсекторные БС в 22 городах, покрывает 20% территории Пакистана, на которой проживает 164 млн. человек. После начала коммерческой эксплуатации в декабре 2007 года сеть обслуживает 52 тыс. абонентов. Сеть расширяется, в 2009 году число БС планируют довести до 1300, а в более отдаленной перспективе покрыть сетью еще 70 городов. Месячный доступ в Интернет (канал порядка 1 Мбит/с) стоит от 6,3 до 1,1 долл.

Компания Wateen Telecom на всей территории страны обладает спектром в диапазоне 3,5–3,6 ГГц. В пяти регионах страны ширина полосы составляет 42 МГц, еще в девяти — 21 МГц. Сеть WiMAX использует каналы на принадлежащей компании Wateen Telecom оптоволоконной сети национального масштаба (рис.5). По специальному соглашению Wateen Telecom может использовать принадлежащую компании Warid инфраструктуру GSM-сети, что существенно упрощает и ускоряет развертывание WiMAX-сети.

Wateen Telecom, являясь собственником глобальной беспроводной и оптоволоконной сети, создает в Пакистане NGN-сеть на основе технологии MPLS, с поддержкой мультисервисной архитектуры IMS. Действительно, этой компании в стране принадлежат свыше 5 тыс. км волоконно-оптических кабелей (24 оптических волокна G.652/G.655), охватывающих 71 город. Сеть имеет топологию в виде пяти полностью резервированных колец, реализована технология DWDM, потенциально масштабируемая до 160 несущих. В городах построена оптическая сеть доступа на основе кабелей с 96 парами оптических волокон (G.652/G.655). Во всех крупных городах — кольца Ethernet с поддержкой FTTC.

Потенциал Пакистана огромен. В июне 2008 года в стране насчитывалось порядка 5 млн. пользователей Интернета, и 95% из них подключались посредством телефонных мо-

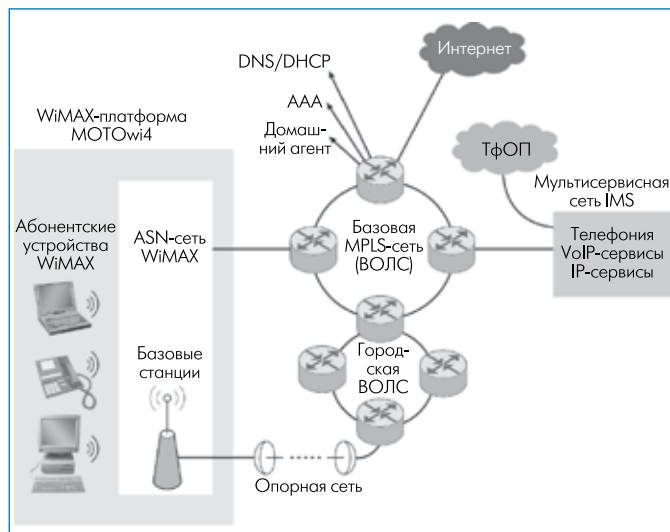


Рис.5 Архитектура сети WiMAX компании Wateen Telecom

демов (dial-up). Поэтому в Пакистане так активно развиваются компании, предоставляющие широкополосный доступ. И есть все шансы, что к 2010–2011 году 2/3 всех широкополосных подключений будут беспроводными. Поэтому компания Wateen Telecom, обладая столь существенными возможностями, в том числе — в области интеграции сервисов, обоснованно рассчитывает через пять лет обладать абонентской базой широкополосного доступа в 1,5 млн. пользователей, и существенная доля в ней будет принадлежать абонентам мобильной WiMAX-сети.

Не подлежит сомнению, что сети WiMAX в ближайшие годы продолжат интенсивно развиваться (табл.3). Кроме того, первые базовые станции мобильного WiMAX (Samsung, Alvarion и Motorola) были сертифицированы лишь в июне 2008 года. До этого строительство мобильных сетей было заторможено отсутствием "настоящего" сетевого оборудования — речь тогда все-таки шла не о сетях мобильного WiMAX, а, скорее, о сетях фиксированной связи, пусть и на базе оборудования 802.16e.

Кроме того, развитию мобильного WiMAX препятствуют как проблемы формирования экосистемы интегрированных устройств с поддержкой не только WiMAX, так и проблемы инвестиций, поскольку развернуть по-настоящему обширную и действительно мобильную сеть WiMAX под силу лишь владельцу соответствующей наземной инфраструктуры с высокой пропускной способностью. Следует также иметь в виду, что если оператор не обладает полосой частот порядка 30 МГц, развернуть сколько-нибудь обширную сеть с хорошим покрытием ему не удастся. Необходима и развитая наземная коммуникационная инфраструктура (ВОЛС, радиорелейные линии) для подключения многочисленных базовых станций. Поэтому наиболее перспективные проекты построения сетей WiMAX развивают компании, уже обладающие развитой инфраструктурой, в том числе — операторы сотовой связи.