

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

**Реферат по предмету
«РАДИОТЕЛЕФОННЫЕ И СОТОВЫЕ КОММУНИКАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ»**

**Тема
«WiMAX»**

Выполнил:
Чекина И. С.
Группа 14-502

Проверил:
Скородумов А.И.

Москва 2011

Содержание

1. Введение
2. Режимы работы WiMAX
3. Основные технические характеристики
4. Принцип работы WiMAX
5. Сравнение Wi-Fi и WiMAX
6. WiMAX в Европе
7. Перспективы WiMAX в России
8. Заключение

1. Введение

На сегодняшний день существует множество способов выйти во Всемирную сеть вне дома или офиса. Уже привычными стали сервисы GPRS и EDGE, в крупных и не очень городах развернулись сети Wi-Fi, операторы сотовой связи повсеместно внедряют технологию 3G. Включив WLAN-модуль или подсоединив к компьютеру USB-модем или обычный мобильный телефон, мы проверяем почту, пишем в свой блог и читаем новости. Но недавно на российском рынке появилось еще одно решение для связи с интернет-ресурсами – WiMAX.

WiMAX (англ. Worldwide Interoperability for Microwave Access) — телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств (от рабочих станций и портативных компьютеров до мобильных телефонов). Основана на стандарте IEEE 802.16, который также называют Wireless MAN (WiMAX следует считать жаргонным названием, так как это не технология, а названия форума, на котором Wireless MAN и был согласован).

Название «WiMAX» было создано WiMAX Forum — организацией, которая была основана в июне 2001 года с целью продвижения и развития технологии WiMAX. Форум описывает WiMAX как «основанную на стандарте технологию, предоставляющую высокоскоростной беспроводной доступ к сети, альтернативный выделенным линиям и DSL».

WiMax Forum – основная некоммерческая организация, занимающаяся разработкой и сертификацией нового стандарта широкополосной Wireless-технологии в частотном диапазоне 10-66 ГГц. В данный момент эта организация насчитывает несколько сотен членов, включая такие крупнейшие компании как Intel, Fujitsu, AT&T, BT, Motorola, Samsung, Siemens Mobile и др.

2. Режимы работы WiMAX

Стандарт 802.16e-2005 вобрал в себя все ранее выходившие версии и на данный момент предоставляет следующие режимы.

Fixed WiMAX - фиксированный доступ;

Nomadic WiMAX - сеансовый доступ;

Portable WiMAX - доступ в режиме перемещения;

Mobile WiMAX - мобильный доступ.

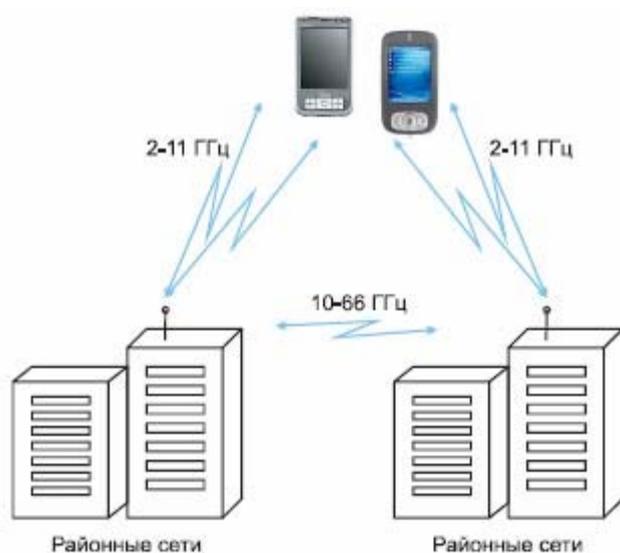
Fixed WiMAX. Фиксированный доступ представляет собой альтернативу широкополосным проводным технологиям (xDSL, T1, т.п.). Стандарт использует диапазон частот 10-66 ГГц. Этот частотный диапазон из-за сильного затухания коротких волн требует прямой видимости между передатчиком и приёмником сигнала. С другой стороны, данный частотный диапазон позволяет избежать одной из главных проблем радиосвязи - многолучевого распространения сигнала. При этом ширина каналов связи в этом частотном диапазоне довольно велика (типичное значение - 25

или 28 МГц), что позволяет достигать скоростей передачи до 120 Мбит/с. Фиксированный режим включался в версию стандарта 802.16d-2004 и уже используется в ряде стран. Однако большинство компаний, предлагающих услуги Fixed WiMAX, ожидают скорого перехода на портативный и в дальнейшем мобильный WiMAX.

Фиксированный вид доступа предназначен для связи двух достаточно удаленных объектов, к примеру двух вышек с передатчиками WiMAX, находящихся на расстоянии до 50 км друг от друга. При нахождении в зоне прямой видимости и благоприятных условиях скорость передачи данных может достигать до 120 Мбит/с. Такие внушительные параметры позволяют использовать этот режим в качестве замены традиционным проводным каналам. Данная спецификация обозначается 802.16-2004 или 802.16d. Под работу WiMAX-сетей, соответствующих этой спецификации, отведены частотные диапазоны 3,5 и 5 ГГц.

Nomadic WiMAX. Сеансовый (кочующий) доступ добавил понятие сессий к уже существующему Fixed WiMAX. Наличие сессий позволяет свободно перемещать клиентское оборудование между сессиями и восстанавливать соединение уже с помощью других вышек WiMAX, нежели тех, что были использованы во время предыдущей сессии. Такой режим разработан в основном для портативных устройств, таких, как ноутбуки, КПК. Введение сессий позволяет также уменьшить расход энергии клиентского устройства, что тоже немаловажно для портативных устройств.

Portable WiMAX. Для режима Portable WiMAX добавлена возможность автоматического переключения клиента от одной базовой станции WiMAX к другой без потери соединения. Однако для данного режима всё ещё ограничена скорость передвижения клиентского оборудования - 40 км/ч. Впрочем, уже в таком виде можно использовать клиентские устройства в дороге (в автомобиле при движении по жилым районам города, где скорость ограничена, на велосипеде, двигаясь пешком, т.д.).



Введение данного режима сделало целесообразным использование технологии WiMAX для смартфонов и КПК. В 2006 году начат выпуск устройств, работающих в портативном режиме WiMAX. Считается, что до 2008 года внедрение и продвижение на рынок именно этого режима будет приоритетным.

Mobile WiMAX был разработан в стандарте 802.16e-2005 и позволил увеличить скорость перемещения клиентского оборудования до более 120 км/ч.

Основными достижениями мобильного режима можно считать нижеприведённые факторы.

1. Устойчивость к многолучевому распространению сигнала и собственным помехам.
2. Масштабируемая пропускная способность канала.
3. Технология Time Division Duplex (TDD), которая позволяет эффективно обрабатывать асимметричный трафик и упрощает управление сложными системами антенн за счёт эстафетной передачи сессии между каналами.
4. Технология Hybrid-Automatic Repeat Request (H-ARQ), которая позволяет сохранять устойчивое соединение при резкой смене направления движения клиентского оборудования.
5. Распределение выделяемых частот и использование субканалов при высокой загрузке позволяет оптимизировать передачу данных с учётом силы сигнала клиентского оборудования.
6. Управление энергосбережением позволяет оптимизировать затраты энергии на поддержание связи портативных устройств в режиме ожидания или простоя.
7. Технология Network-Optimized Hard Handoff (ННО), которая позволяет до 50 миллисекунд и менее сократить время на переключение клиента между каналами.
8. Технология Multicast and Broadcast Service (MBS), которая объединяет функции DVB-H, MediaFLO и 3GPP E-UTRA для:
достижения высокой скорости передачи данных с использованием одночастотной сети;
гибкого распределения радиочастот;
низкого потребления энергии портативными устройствами;
быстрого переключения между каналами.
9. Технология Smart Antenna, поддерживающая субканалы и эстафетную передачу сессии между каналами, что позволяет использовать сложные системы антенн, включая формирование диаграммы направленности, пространственно-временное маркирование, пространственное мультиплексирование (уплотнение).
10. Технология Fractional Frequency Reuse, которая позволяет контролировать наложение/пересечение каналов для повторного задействования частот с минимальными потерями.
11. Размер фрейма в 5 миллисекунд создает оптимальный компромисс между надёжностью передачи данных за счёт использования малых пакетов и накладными расходами за счёт увеличения числа пакетов (и как следствие, заголовков).

Мобильный вид доступа позволяет пользователю подключить к Интернету любое устройство с поддержкой WiMAX, находясь где угодно. Сигнал поступает непосредственно на модем, ноутбук, коммуникатор или сотовый телефон. При этом их владелец вместе со всем своим беспроводным «хозяйством» может перемещаться со скоростью до 120 км/ч. Быстрее, правда, не рекомендуется, иначе соединение может исчезнуть, так как базовые станции не будут успевать осуществлять передачу данных без разрыва связи. Именно такие WiMAX-сети сегодня разворачиваются в Москве, Санкт-Петербурге и других крупных городах России. Данная спецификация обозначается 802.16-2005 или 802.16e.

Наибольшей популярностью пользуются первый и последний режим.

3. Основные технические характеристики

Технология широкополосных радиосигналов пришла к нам из середины прошлого века и первоначально ее использовали военные с целью повышения скрытности и помехоустойчивости связи. В технологии WiMAX применяется широкополосный OFDM сигнал (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), образованный из множества разнесенных по частотному спектру узкополосных сигналов. За счет распределения передачи информации по параллельным подканалам поднесущих сигнала OFDM достигается высокая спектральная эффективность системы WiMAX, что в свою очередь позволяет достичь высоких скоростей передачи данных.

* Радиус покрытия сети: до 50 км.

* Максимальная скорость передачи данных: до 70 Мбит/с на один сектор базовой станции. У типовой базовой станции, как правило, до шести секторов.

* Передатчики WiMAX работают на частотах: 2.5-11 ГГц.

* Спектральная эффективность (скорость передачи данных в одном Герце полосы частотного спектра): до 3 бит/сек на 1Гц.

* Покрытие: возможность работать вне зоны прямой видимости и наивысшие энергетические параметры связи, что позволяет обеспечить высокую дальность связи и возможность эффективного обслуживания мобильных абонентов.

Сети на основе протокола 802.16, а позднее и 802.20, покроют целые города и страны. В спецификациях, разработанных IEEE (институт инженеров по электротехнике и электронике), указано, что радиус действия точек этого стандарта достигает 50 километров, что позволит устанавливать их так же, как и соты для мобильной связи.

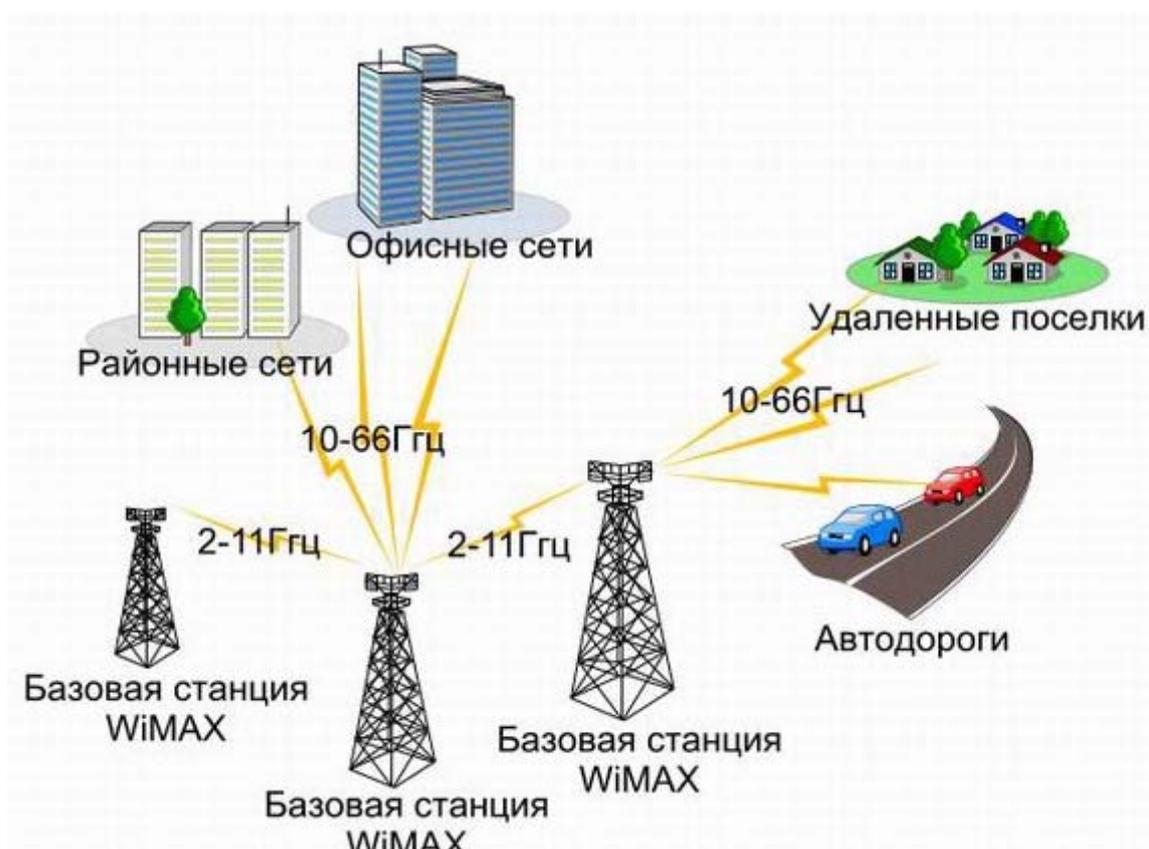
Протокол 802.16 разработан для организации беспроводного доступа на уровне мегаполисов и призван решить провайдерскую проблему "последней мили", а также сократить финансовые расходы и временные затраты на разворачивание новых подключений благодаря унификации решения. Если сегодня на подключение одного предприятия к сети может уходить несколько месяцев, то в будущем это будет возможно сделать за несколько часов или дней.

Точки доступа 802.16 будут устанавливаться на высотных зданиях и мачтах сетей сотовой связи. Работая в частотном диапазоне от 2 до 11 ГГц, они позволят развернуть беспроводной доступ с шириной канала до 70 мегабит в секунду на сектор одной базовой станции (до 6 секторов на одну ТД) и обеспечить передачу данных вне зоны прямой видимости. Полоса пропускания, выделяемая клиентам, может контролироваться на стороне провайдера, что позволит, к примеру, обеспечить физическим лицам канал на уровне цифровых абонентских линий (DSL), а организациям - до уровня выделенной телефонной линии (T1).

Также стоит отметить, что протокол 802.16 предусматривает не только передачу данных, но и голоса, а также видео (в виде тех же данных), что позволит организовать на основе этого протокола сотовые сети с возможностью видеотелефонии (параллельный обмен голосовыми данными и видео), а также доступ к интернету и интранету.

Иначе говоря, возможна ситуация, когда на смену нынешним сотовым протоколам придут протоколы беспроводной связи семейства 802.11/16, или, по меньшей мере, они будут уживаться вместе с сетями 3G/4G. По этому поводу стоит отметить, что уже сегодня заметны изменения акцентов у сотовых операторов. Если в настоящее время приоритетной является передача речи и лишь затем передача данных, то уже в следующем году ситуация начнет смещаться в сторону передачи чистых данных.

4. Принцип работы WiMAX



Система WiMAX состоит из двух основных частей.

1. Базовая станция WiMAX, может размещаться на высотном объекте: здании или вышке.

2. Приёмник WiMAX: антенна с приёмником, в форм-факторе карты PC Card, карты расширения ПК или внешней карты.

Соединение между базовой станцией и клиентским приёмником производится в низкочастотном диапазоне 2-11 ГГц. Данное соединение в идеальных условиях позволяет передавать данные со скоростью до 20 Мбит/с и не требует наличия прямой видимости между станцией и пользователем. Этот режим работы базовой станции WiMAX близок широко используемому стандарту 802.11 (Wi-Fi), что допускает совместимость уже выпущенных клиентских устройств и WiMAX.

Следует помнить, что технология WiMAX применяется как на "последней миле" - конечном участке между провайдером и пользователем, так и для предоставления доступа региональным сетям: офисным, районным.

Система WiMAX состоит из двух основных частей.

1. Базовая станция WiMAX, может размещаться на высотном объекте: здании или вышке.

2. Приёмник WiMAX: антенна с приёмником, в форм-факторе карты PC Card, карты расширения ПК или внешней карты.

Соединение между базовой станцией и клиентским приёмником производится в низкочастотном диапазоне 2-11 ГГц. Данное соединение в идеальных условиях позволяет передавать данные со скоростью до 20 Мбит/с и не требует наличия прямой видимости между станцией и пользователем. Этот режим работы базовой станции WiMAX близок широко используемому стандарту 802.11 (Wi-Fi), что допускает совместимость уже выпущенных клиентских устройств и WiMAX.

Следует помнить, что технология WiMAX применяется как на "последней миле" - конечном участке между провайдером и пользователем, так и для предоставления доступа региональным сетям: офисным, районным.

5. Сравнение Wi-Fi и WiMAX

Сопоставления WiMAX и Wi-Fi далеко не редкость, возможно, потому, что звучание терминов созвучно, название стандартов, на которых основаны эти технологии, похожи (стандарты IEEE, оба начинаются с «802.»), а также обе технологии используют беспроводное соединение и используются для подключения к интернету. Но несмотря на это, эти технологии направлены на решение совершенно различных задач.

WiMAX это система дальнего действия, покрывающая километры пространства, которая обычно использует лицензированные спектры частот (хотя возможно и использование нелицензированных частот) для предоставления соединения с интернетом типа точка-точка провайдером конечному пользователю. Разные стандарты семейства 802.16 обеспечивают разные виды доступа, от мобильного (схож с передачей данных с мобильных телефонов) до

фиксированного (альтернатива проводному доступу, при котором беспроводное оборудование пользователя привязано к местоположению)

Wi-Fi это система более короткого действия, обычно покрывающая сотни метров, которая использует нелицензированные диапазоны частот для обеспечения доступа к сети. Обычно Wi-Fi используется пользователями для доступа к их собственной локальной сети, которая может быть и не подключена к Интернет. Если WiMAX можно сравнить с мобильной связью, то Wi-Fi скорее похож на стационарный беспроводной телефон.

WiMAX и Wi-Fi имеют совершенно разный механизм Quality of Service (QoS). WiMAX использует механизм, основанный на установлении соединения между базовой станцией и устройством пользователя. Каждое соединение основано на специальном алгоритме планирования, который может гарантировать параметр QoS для каждого соединения. Wi-Fi, в свою очередь, использует механизм QoS подобный тому, что используется в Ethernet, при котором пакеты получают различный приоритет. Такой подход не гарантирует одинаковый QoS для каждого соединения.

Из-за дешевизны и простоты установки, Wi-Fi часто используется для предоставления клиентам быстрого доступа в интернет различными организациями. Например, в большинстве кафе, отелей, вокзалов и аэропортов можно обнаружить бесплатную точку доступа Wi-Fi.

В отличие от уже довольно популярного беспроводного доступа Wi-Fi, WiMAX меньше привязан к конкретным диапазонам — его варианты рассчитаны на частоту от 2 до 11 ГГц и от 10 до 66 ГГц. Ширина канала, занимаемого в эфире двумя устройствами, может выбираться в более широких, чем у Wi-Fi, пределах — от 1,5 до 28 МГц. «Изошренная» модуляция позволяет использовать радиоспектр с эффективностью 5 бит на каждый герц (у Wi-Fi 2,7 бит на герц), поэтому скорость достигает 134 Мбит/с (в канале шириной 28 МГц). Но главное преимущество WiMAX — в дальности: максимальное расстояние между устройствами может достигать 50 км. К тому же между источником и приемником может отсутствовать прямая видимость. Мощность сигнала и большая устойчивость к отражениям позволяют WiMAX работать даже там, где Wi-Fi бессилён.

6. WiMAX в Европе

Сети WiMAX уже обозначили свое присутствие в Европе примерно с 2004-го года. Norby Telecom и Wi-Manx были одними из первых компаний в Европе, которые построили коммерческие сети WiMAX в городах и сельских районах. В настоящее время Norby Telecom расширил свою сеть, чтобы покрыть половину территории Эстонии, а Wi-Manx продолжают предлагать домашним пользователям услуги беспроводного широкополосного доступа, бизнес интернет-связь, голос поверх IP, интернет-телефонию и другие различные сетевые решения на острове Мэн недалеко от Великобритании. Несколько лет спустя, технология распространилась в Великобритании: Freedom4 соединил больше 4000 хотспотов Wi-Fi по всей Великобритании и построил сеть

мобильного WiMAX (802.16e) в Лондоне. Помимо этого, провайдер услуг Nomad Digital построил сеть WiMAX рядом с Лондоном на Брайтонской железнодорожной линии, чтобы позволить пассажирам получать доступ в интернет от точек доступа Wi-Fi. В 2005 году, Iliad установил первую беспроводную широкополосную сеть во Франции. Any-Port также сделал огромный прогресс во Франции, объединив систему нелицензированного WiMAX, чтобы обеспечить возможность соединения с интернетом на участках водных путей между Францией, Испанией, и Италией.

В Германии развитие WiMAX началось в 2005-м году, когда Deutsche Breitband Dienste (DBD) установил сети WiMAX в больших городах, таких как Мюнхен. В 2006-м, DBD, наряду с Clearwire, Inquam и Telco Argos, приобрел лицензии на частоты у правительства с целью предоставления услуг широкополосного доступа. Теперь они оказывают услуги в нескольких крупных городах и сельских районах по всей Германии. Провайдеры интернет-услуг Euskaltel, Iberbanda и Clearwire владеют основной долей сетей WiMAX в Испании. Euskaltel развернул большую сеть в баскской области, оказывая услуги широкополосного доступа более чем в 100 маленьких городах. В 2006-м, Iberbanda выкупил компанию WiMAX Telefónica и теперь имеет наибольшее количество абонентов в Испании. В 2007-м, Clearwire запустил в эксплуатацию свою первую систему WiMAX в Испании, которая охватила свыше 300 000 домов.

Италия была одной из последних европейских стран, которые присоединились к гонке WiMAX. В 2008-м, итальянское министерство обороны продало с аукциона 35 лицензий на частоты 3.5GHz для WiMAX. Главными победителями аукциона были Linkem S.p. A., который в настоящее время организует сети мобильного WiMAX (802.16e) в Неаполе, и NGI, который предоставляет услуги фиксированного WiMAX в Риме. Хотя Италия вошла в гонку поздно, там в нескольких районах в ближайшие месяцы планируется развернуть еще семь сетей стандарта 802.16e.

7.Перспективы WiMAX в России

Внедрение мобильной версии стандарта WiMAX в России, как и во многих других странах, усложняется невозможностью освободить уже используемые частоты и позволить их использование для интернет-вещания. На данный момент выпускаемое оборудование для сетей WiMAX поддерживает три основных диапазона: 2,5-2,7; 3,4-3,6 и 5-6 ГГц. Введение этого разбиения на диапазоны внутри стандарта было сделано специально для упрощения лицензирования в различных странах, однако, в отличие от большинства европейских стран, где частотный диапазон 3,5 ГГц свободен, в России этот диапазон используется наземными и спутниковыми радиосистемами, в том числе военного назначения. Диапазон 2,5-2,7 ГГц занят спутниковым телевидением. Таким образом, свободным диапазоном, пригодным для стандарта WiMAX, остается только 5,725-5,850 ГГц.

Очевидно, что перспективы внедрения новой технологии и развертывания WiMAX-систем зависят от Министерства ИТ и связи РФ. В 2004 году была запущена правительственная программа по высвобождению некоторых диапазонов частот путем модернизации используемого оборудования, оптимизации алгоритмов передачи данных и последующего списывания устаревших военных систем и систем специального назначения с заменой на новое оборудование. Однако эта программа пока не принесла желаемых результатов в силу многих причин, в том числе, из-за недостаточного финансирования. Принятый закон "О связи" подразумевает выделение и раздачу диапазонов частот операторам на конкурсной основе, хотя четкие условия оформления лицензии ещё не определены.

Разумеется, существует и другой путь внедрения высокоскоростной широкополосной технологии - выпуск "эксклюзивных" WiMAX-устройств, специально адаптированных для российского рынка. Вполне вероятно, что этим путем воспользуется ряд производителей, входящих в состав WiMAX-форума и имеющих лицензии и разрешения на создание подобного оборудования. Но следует понимать, что разработка дополнительных решений займёт время и может быть начата лишь тогда, когда произойдёт насыщение рынков других стран "стандартным" оборудованием.

На данный момент коммерческие операторы связи уже внедряют фиксированный WiMAX в нескольких странах Европы. По прогнозам аналитиков, первые коммерческие мобильные WiMAX-сети появятся не ранее 2008 года. В России эта дата откладывается до 2010 года. На данный момент те регионы, где жители обладают средствами на приобретение личных персональных компьютеров и где предприятия используют большое число компьютерной техники и испытывают необходимость в подключении к Интернету, уже оснащены оборудованием для предоставления доступа к Интернету на базе более "старших" технологий: спутникового вещания, оптоволокну, xDSL, LAN. Переход на фиксированный WiMAX в таких регионах не целесообразен, а мобильный WiMAX имеет слишком большое число технологий-конкурентов: Wi-Fi, GPRS. Малонаселённые или удалённые регионы на данный момент имеют слишком низкий уровень заработной платы, чтобы жители не только могли себе позволить оборудование и дополнительную абонентскую плату, но и вообще проявили интерес к этому вопросу.

8. Заключение

В заключение можно лишь сказать, что стандарт WiMAX на данный момент находится на стадии тестирования. Единственная конкурентоспособная версия стандарта, для которой существует лицензия на оборудование, - это Fixed WiMAX. Однако провайдеры не спешат заменять дорогостоящее, но уже работающее оборудование на новое, ибо это требует существенных инвестиций без возможности поднять производительность (и как следствие, цену на услуги) и вернуть вложенные средства быстро. Развёртывание WiMAX-сетей там, где доступа к

Интернету ещё не было ранее, приводит к вопросу о наличии в малонаселенных или удалённых регионах достаточного числа потенциальных пользователей, обладающих оборудованием или денежными средствами на его приобретение. Та же проблема возникает при переходе на Mobile WiMAX после его лицензирования, так как, помимо затрат провайдеров на модернизацию операторского оборудования, следует учитывать затраты пользователей на модернизацию клиентского оборудования: приобретение WiMAX-карт, обновление портативных устройств.

Вторым останавливающим фактором является убеждённость многих специалистов, которые считают недопустимым использование сверхвысоких частот радиосвязи прямой видимости из-за вреда, наносимого при этом здоровью человека. Наличие вышек на расстоянии десятков метров от жилых объектов (а базовые станции рекомендуется устанавливать на крышах домов) может пагубно сказаться на здоровье жителей, особенно детей. Однако результатов медицинских экспериментов, способных чётко доказать наличие или высокую вероятность вреда, пока не опубликовано.

Третьим останавливающим фактором является, как ни странно, быстрое развитие стандарта. Появление новых, принципиально различных версий стандарта WiMAX приводит к вопросу о неизбежной смене оборудования через несколько лет. Так, станции, сейчас работающие в режиме Fixed WiMAX, не смогут поддерживать Mobile WiMAX. При переходе на следующий стандарт понадобится обновление части оборудования, что отпугивает крупных провайдеров. На данный момент внедрение и использование Fixed WiMAX на коммерческой основе могут позволить себе только небольшие компании, которые не планируют значительного расширения (в том числе территориального) и используют новизну технологии для привлечения клиентов.

И, наконец, четвертым фактором является наличие конкурентного стандарта широкополосной связи, использующего близкие диапазоны радиочастот - WiBro. Этот стандарт тоже до конца не лицензирован, однако он уже получил определённую известность. А потому всегда существует вероятность, что через несколько лет предпочтительным окажется не WiMAX, а WiBro. И компании, вложившие средства в разработку и внедрение WiMAX-систем, серьёзно пострадают. Впрочем, из-за схожести стандартов существует также вероятность слияния и в дальнейшем использования оборудования, поддерживающего оба стандарта одновременно.

Таким образом, при видимых преимуществах стандарта ещё рано говорить о тотальном внедрении технологии или даже о возможности перехода на неё и отказа от существующих сетевых решений. Необходимо сначала получить первое лицензированное оборудование стандарта Mobile WiMAX, а также результаты полевых испытаний. Затем можно ожидать утверждения стандартов версии 802.16f (Full Mobile WiMAX) и 802.16m. Первый из них включает в себя алгоритмы обхода препятствий и оптимизацию сотовой топологии покрытия между базовыми станциями. Второй стандарт должен поднять скорость передачи данных со стационарным клиентским оборудованием до 1 Гбит/с и с мобильным клиентским оборудованием до 100 Мбит/с. Эти стандарты планируется утвердить в 2008 и 2009 годах, соответственно. Далее можно ожидать

лицензирования оборудования с поддержкой новых стандартов, появления конкуренции на рынке производства оборудования и услуг доступа через WiMAX. И только тогда можно будет говорить о действительных преимуществах и недостатках этой технологии по сравнению с ныне существующими.