

**БЕСПРОВОДНАЯ СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ – WiMAX**

*Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь*

Современные технологии беспроводной передачи информации охватывают следующий спектр назначений:

- радиовещание (DAB);
- цифровое телевидение (DVB, ATSC);
- сотовая телефония (GSM с расширением GPRS и EDGE, CDMA, 3G);
- персональные беспроводные сети с технологией Bluetooth, ZigBee, IEEE 802.15.1, 3/3a;
- локальные беспроводные сети IEEE 802.11 a/b/g и DECT
- спутниковые сети и региональные широкополосные сети стандарта 802.16

В настоящей статье рассматриваются вопросы технологии наиболее перспективной беспроводной сети передачи информации основанной на международном стандарте IEEE 802.16

В настоящее время часто сравнивают такие современные и наиболее популярные технологии передачи данных, как WiMAX и Wi-Fi. Несмотря на то, что обе технологии имеют созвучные названия и WiMAX технология появилась позже, то можно предположить, что WiMAX это усовершенствованная модель Wi-Fi, но это не так. Эти технологии имеют различные области применения. Wi-Fi является технологией, в основном предназначенной для организации небольших беспроводных сетей внутри помещений и построения беспроводных мостов. Технология WiMAX, в свою очередь, предназначена для организации широкополосной связи вне помещений и для организации крупномасштабных сетей. WiMAX разрабатывался как городская вычислительная сеть (MAN). Рассмотрим некоторые другие различия между этими технологиями. У WiMAX лучше качество связи, чем у Wi-Fi. Когда несколько пользователей подключены к точке доступа Wi-Fi, они часто конфликтуют и борются за право доступа к каналу связи. В свою очередь, технология WiMAX обеспечивает каждому пользователю постоянный доступ. Построенный на технологии WiMAX алгоритм устанавливает ограничение на число пользователей для одной точки доступа. Когда базовая станция WiMAX приближается к максимуму своего потенциала, она автоматически перенаправляет «избыточных» пользователей на другую базовую станцию.

**Таблица 1–Сравнительная таблица стандартов беспроводной связи**

<i>Технология</i>	<i>Стандарт</i>	<i>Пропускная способность</i>	<i>Радиус действия</i>	<i>Частоты</i>
Wi-Fi	802.11a	До 54 Мбит/с	До 100 м	5.0 ГГц
Wi-Fi	802.11b	До 11 Мбит/с	До 100 м	2.4 ГГц
Wi-Fi	802.11g	До 108 Мбит/с	До 100 м	2.4 ГГц
Wi-Fi	802.11n	До 300-600 Мбит/с	До 100 м	2.4-2.5 или 5.0 ГГц
WiMax	802.16d	До 75 Мбит/с	До 6000-10000 м	1.5-11 ГГц
WiMax	802.16e	До 30 Мбит/с	До 1000-5000 м	2-6 ГГц
WiMax	802.16m	До 1000-100 Мбит/с	-----	

**Стоимость устройств**

Wi-Fi технология является более технически проработанной нежели WiMAX и сегодня Вы вряд ли найдете новый ноутбук без встроенного Wi-Fi модуля. Возможно только временным недостатком является то, WiMAX оборудование стоит дороже Wi-Fi оборудования и ассортимент WiMAX оборудования более ограниченный. Это вызвано тем, что технология WiMAX более молодая. Производство устройств, оборудованных WiMAX модулем, только начало развиваться и до уровня оборотов Wi-Fi устройств ему еще далеко. Стоимость базовых станций WiMAX также выше из-за дополнительных дорогостоящих компонентов.

### Области применения

WiMAX хорошо подходит для решения следующих задач:

- Соединения точек доступа Wi-Fi друг с другом и другими сегментами Интернета.
- Обеспечения беспроводного широкополосного доступа как альтернативы выделенным линиям и DSL.
- Предоставления высокоскоростных сервисов передачи данных и телекоммуникационных услуг.
- Создания точек доступа, не привязанных к географическому положению.

WiMAX позволяет осуществлять доступ в Интернет на высоких скоростях, с гораздо большим покрытием, чем у Wi-Fi сетей. Это позволяет использовать технологию в качестве «магистральных каналов», продолжением которых выступают традиционные DSL- и выделенные линии, а также локальные сети. В результате подобный подход позволяет создавать масштабируемые высокоскоростные сети в рамках целых городов.

Следует отметить, что как и во многих других областях, в беспроводной передаче данных нет универсальной технологии. Под каждую конкретную задачу больше подходит WiMAX или Wi-Fi. Если стоит задача предоставить широкополосный доступ к сети для пользователей – то больше, конечно подходит WiMAX, так как эта технология изначально была разработана именно с этой целью. Если стоит задача предоставить широкополосный доступ в ограниченном помещении, то технологии Wi-Fi и WiMAX одинаково хорошо подходят для решения, при условии что низкий уровень помех или помехи вовсе отсутствуют. А для внедрения беспроводных систем безопасности или видеонаблюдения больше подходит Wi-Fi. К тому же это направление уже достаточно развито.

Таблица 2–Охват и масштабы

<i>Wi-Fi (IEEE 802.11)</i>	<i>WiMAX (IEEE 802.16)</i>
беспроводные решения внутри зданий	беспроводные решения вне зданий
Точка – точка (PtP -Point to point)	Точка – много точек (PtMp – Point to multipoint)
сети небольшого масштаба (примерно 100м)	огромные беспроводные сети ( 7-10 км)
проблема «скрытого» узла (CSMA\CA)	Отсутствие проблемы «скрытого» узла (DAMA-TDMA)
Простые модуляции (64 бит) в стандартах a,g	Комплексная техника модуляции (256 бит)
Построение беспроводных мостов на дальние расстояния с применением множества ретрансляторов	Дальние беспроводные мосты без применения множества ретрансляторов

### Масштабируемость и пропускная способность

<i>Wi-Fi (IEEE 802.11)</i>	<i>WiMAX (IEEE 802.16)</i>
Продолжение таблицы 2	
Фиксированная ширина полосы пропускания канала (20МГц)	Гибкая ширина полосы пропускания (1.5 - 20 МГц)
Несколько непересекающихся каналов (3-5)	Множество непересекающихся каналов
Максимальная скорость передачи данных – 54Мбит/с (зависит от ширины полосы)	Максимальная скорость передачи данных – 70Мбит/с при ширине полосы 20 МГц

IEEE 802.11 (Wireless LAN) представляет собой семейство стандартов "Wireless Ethernet". WiMAX (802.16) призван стать технологией широкополосного доступа вне помещений, в то время как стандарт Wi-Fi (802.11) предназначен для Беспроводных решений, в основном внутри помещений. Предприятия с огромными площадями, возможно, захотят перейти на WiMAX, чтобы избежать покупки большого количества репитеров, требуемых при установке Wi-Fi сети.

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. 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»

### **Фиксированный и мобильный вариант WiMAX**

Набор преимуществ присущ всему семейству WiMAX, однако его версии существенно отличаются друг от друга. Разработчики стандарта искали оптимальные решения как для фиксированного, так и для мобильного применения, но совместить все требования в рамках одного стандарта не удалось. Хотя ряд базовых требований совпадает, нацеленность технологий на разные рыночные ниши привела к созданию двух отдельных версий стандарта (вернее, их можно считать двумя разными стандартами). Каждая из спецификаций WiMAX определяет свои рабочие диапазоны частот, ширину полосы пропускания, мощность излучения, методы передачи и доступа, способы кодирования и модуляции сигнала, принципы повторного использования радиочастот и прочие показатели. А потому WiMAX-системы, основанные на версиях стандарта IEEE 802.16 e и d, практически несовместимы. Краткие характеристики каждой из версий приведены ниже.

**802.16-2004 (известен также как 802.16d и фиксированный WiMAX).** Спецификация утверждена в 2004 году. Используется ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM), поддерживается фиксированный доступ в зонах с наличием либо отсутствием прямой видимости. Пользовательские устройства представляют собой стационарные модемы для установки вне и внутри помещений, а также PCMCIA-карты для ноутбуков. В большинстве стран под эту технологию отведены диапазоны 3,5 и 5 ГГц. По сведениям WiMAX Forum, насчитывается уже порядка 175 внедрений фиксированной версии. Многие аналитики видят в ней конкурирующую или взаимодополняющую технологию проводного широкополосного доступа DSL.

**802.16-2005 (известен также как 802.16e и мобильный WiMAX).** Спецификация утверждена в 2005 году. Это — новый виток развития технологии фиксированного доступа (802.16d). Оптимизированная для поддержки мобильных пользователей версия поддерживает ряд специфических функций, таких как хэндовер(англ.), *idle mode* и роуминг. Применяется масштабируемый OFDM-доступ (SOFDMA), возможна работа при наличии либо отсутствии прямой видимости. Планируемые частотные диапазоны для сетей Mobile WiMAX таковы: 2,3-2,5; 2,5-2,7; 3,4-3,8 ГГц. В мире реализованы несколько пилотных проектов, в том числе первым в странах СНГ (конкретнее, в России) свою сеть развернул «Скартел». Конкурентами 802.16e являются все мобильные технологии третьего поколения (например, EV-DO, HSDPA).

Основное различие двух технологий состоит в том, что фиксированный WiMAX позволяет обслуживать только «статических» абонентов, а мобильный ориентирован на работу с пользователями, передвигающимися со скоростью до 120 км/ч. Мобильность означает наличие функций роуминга и «бесшовного» переключения между базовыми станциями при передвижении абонента (как происходит в сетях сотовой связи). В частном случае мобильный WiMAX может применяться и для обслуживания фиксированных пользователей.

В общем виде WiMAX сети состоят из следующих основных частей: базовых и абонентских станций, а также оборудования, связывающего базовые станции между собой, с поставщиком сервисов и с Интернетом.

Для соединения базовой станции с абонентской используется высокочастотный диапазон радиоволн от 1,5 до 11 ГГц. В идеальных условиях скорость обмена данными может достигать 70 Мбит/с, при этом не требуется обеспечения прямой видимости между базовой станцией и приемником.

WiMAX применяется как для решения проблемы «последней мили», так и для предоставления доступа в сеть офисным и районным сетям.

Между базовыми станциями устанавливаются соединения (прямой видимости), использующие диапазон частот от 10 до 66 ГГц, скорость обмена данными может достигать 120 Мбит/с. При этом, по крайней мере одна базовая станция подключается к сети провайдера с использованием классических проводных соединений. Однако, чем большее число базовых станций подключено к сетям провайдера, тем выше скорость передачи данных и надёжность сети в целом.

Структура сетей семейства стандартов IEEE 802.16 схожа с традиционными GSM сетями (базовые станции действуют на расстояниях до десятков километров, для их установки не обязательно строить вышки — допускается установка на крышах домов при соблюдении условия прямой видимости между станциями).

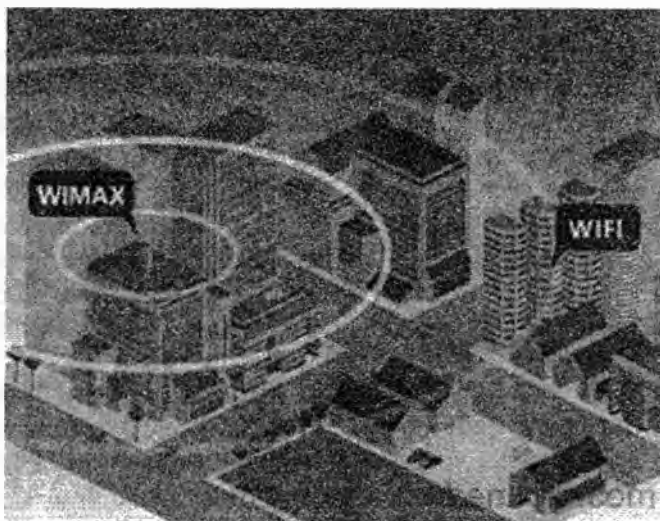


Рис. 1. Сравнение радиуса действия сетей Wi-Fi и WiMAX

Сопоставления WiMAX и Wi-Fi далеко не редкость, возможно, потому, что эти термины созвучны, 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 (каналу обмена данными). 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 десятки 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 Интернету. Если WiMAX можно сравнить с мобильной связью, то Wi-Fi скорее похож на стационарный беспроводной телефон.

Из-за дешевизны и простоты установки, Wi-Fi часто используется для предоставления клиентам быстрого доступа в Интернет различными организациями. Например, в некоторых кафе, отелях, вокзалах и аэропортах можно обнаружить бесплатную точку доступа Wi-Fi.

#### **WiMAX в Беларуси и в мире**

- Компания «Скартел» под торговой маркой «Yota-Бел» разворачивает сеть в г. Гродно
- 31 марта 2010 года РУП «Белтелеком» в г. Минске ввел в действие 22 базовых станции сети WiMAX.

Национальный оператор "Белтелеком" открыл в Беларуси сети WiMAX 31 марта 2010.

На стартовом этапе сеть WiMAX "Белтелеком" насчитывает 22 базовые станции в Минске с дальнейшим расширением до трех сотен по итогам года.

Абонентам с самого начала работы WiMAX-сети предложено 4 тарифных плана, два из которых – без ограничений по трафику.

Для доступа к сети абонентам предложены USB-модемы производства Huawei.

РУП "Белтелеком" выделен сквозной частотный диапазон 3,5 ГГц для развертывания сетей WiMAX по всей стране. Кроме Минска и пригорода в 2010 году оператор собирается покрыть WiMAX "как минимум" все областные центры.

— В планах компании — 101 базовая станция к концу года в Минске и 270 — в других городах Беларуси, — рассказали в пресс-службе. — Однако быстрый прирост территории покрытия WiMAX зависит от выдачи новых полос частот оператору — 2,3—2,5 ГГц.

«Белтелеком» подал соответствующую заявку и ожидает решения по выдаче ему необходимых частот.

Компания намерена начать «тестово-коммерческую эксплуатацию» — одновременное предоставление коммерческих услуг и продолжение тестирования сети.

Подключиться к WiMAX можно только при условии заключения контракта с оператором.

Помимо "Белтелекома", сеть WiMAX в Беларуси будет строить и российский оператор Yota (2,6 ГГц) — во второй половине года компания готовится запустить сегмент WiMAX-сети в Гродно, с дальнейшим покрытием всей страны.

По данным аналитической компании In-Stat, к 2013 году количество абонентов WiMAX будет в 5 раз превышать абонентскую базу сетей LTE. 3GPP Long Term Evolution (LTE) — это новый мобильный протокол передачи данных (Long Term Evolution). Проект 3GPP является стандартом по совершенствованию технологий CDMA, UMTS для удовлетворения будущих потребностей в скорости передачи данных.

Активному внедрению LTE пока препятствуют усилия операторов по развитию сетей третьего поколения HSPA и HSPA+. Кроме того, у новой технологии есть еще как технические, так и патентные проблемы, которые также тормозят переход к ней.

Массовое появление телефонов с поддержкой LTE ожидается не ранее второй половины 2012 года. Первыми абонентскими LTE-терминалами станут адаптеры, сетевые карты и USB-модемы.

Как сообщается в пресс-релизе WiMAX Forum, в настоящее время количество пользователей сетей WiMAX составляет около 620 млн. человек. Ожидается, что к концу текущего года этот показатель достигнет 800 млн. пользователей, а к 2012-му превысит 1 млрд. Пока лидером по темпам внедрения технологии WiMAX является Азиатско-Тихоокеанский регион.

Эксперты уверены, что, несмотря на медленные темпы восстановления мировой экономики, сети WiMAX продолжают стремительное развитие. Основной движущей силой распространения технологии остается появление большого количества устройств с поддержкой стандарта WiMAX.

Ожидается, что в 2010 году WiMAX-сетями будут полностью охвачены Нью-Йорк, Сан-Франциско и Хьюстон. При этом к концу года только в США через WiMAX в интернет будут выходить около 120 млн. пользователей.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Международный стандарт IEEE 802.11-16. 2 Сюваткин, В.С. WiMAX — технология беспроводной связи: теоретические основы, стандарты, применение. / В.С. Сюваткин, В.И. Есипенко, И.П. Ковалев, В.Г. Сухоробров, под ред. В.В. Крылова. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 354 с. 3 Колешко В. М., Сунка В.Я. Качан. В.В. Широкополосные беспроводные сети для интеллектуальных сенсорных систем. —Сб. «Машиностроение» 2010, вып.25.-Стр.377-382 4 Шахнович, И.В. Современные технологии беспроводной связи / И.В. Шахнович, - М.: Техносфера, 2006. — 288с. 5 Колешко. В.М., Сунка В.Я., Полюнкова. Е.В, Интеллектуальная система распознавания информационных образов с поддержкой стандартов беспроводной связи. -19-я международная конференция СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. Севастополь, Украина, 2009. — С.382-383.