

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СТАНДАРТА WiMAX

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Игнатюк А. А.

Стандарт WiMAX – Worldwide interoperability for Microwave Access, вышел в конце 2001г. В соответствии с иерархией стандартов беспроводного доступа он относится к классу MAN (Metropolitan Area Network). По ряду показателей, таких как пропускная способность, покрытие территории и предоставляемые услуги, WiMAX превосходит стандарт Wi-Fi (IEEE802.11) класса LAN (Local Area Network), позволяя при развитой инфраструктуре строить региональные, национальные и даже глобальные сети.

На физическом уровне в стандарте WiMAX применяют две принципиально разные технологии. Данные можно передавать, модулируя одну несущую частоту (SC – Single Carrier) или множество поднесущих – технология OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) – это механизм мультиплексирования (уплотнения) посредством ортогональных поднесущих. В режиме SC (одной несущей) к радиоканалам предъявляют те же требования, что и в радиорелейных сетях: использование только прямых лучей и применение узконаправленных антенн, подавление всех отраженных лучей с целью устранения межсимвольной интерференции. В связи с этим технологию SC (одной несущей) невозможно использовать в сетях массового пользования с многолучевым распространением радиоволн в каналах связи.

Переход к технологии OFDM произошел в 2004г при появлении нового стандарта WiMAX: 802.16-2004. Данная технология позволяет устранить межсимвольную интерференцию. В следующей версии стандарта были существенно изменены параметры OFDM. В частности, перешли к масштабируемой OFDM: число используемых поднесущих стало зависеть от рабочей полосы (SOFDM), а абоненту стали выделять определенное число подканалов (SOFDMA – Scalable OFDM Access). Также появилась возможность реализации хэндоверов. Данному варианту стандарта WiMAX дали название мобильного WiMAX или стандарта 802.16e. Вариант 802.16e является базовым в действующих сетях WiMAX. Его постоянно совершенствовали. Например, он был дополнен стандартами 802.16i и 802.16j. Последний позволяет расширять существующие сети, применяя ретрансляторы.

В 2011 году был утвержден новый вариант стандарта WiMAX – 802.16m. Он предназначен для построения сетей с пропускной способностью выше 100 Мбит/с и для реализации ряда новых перспективных услуг. Он предусматривает ряд изменений, которые позволяют более эффективно использовать частотный диапазон: несколько механизмов управления мощностью и смягчения интерференции на краю соты, 4x4 MIMO (Multiple Input Multiple Output), HARQ (Hybrid automatic repeat request) – механизм, позволяющий отслеживать ошибки и отправляющий запрос на повторную передачу и некоторые другие.

Все эти нововведения дают возможность получения данных до 365 Мбит/сек, а передачи данных – до 376 Мбит/сек. На одной полосе 20 МГц теперь могут одновременно поддерживаться до 80 VoIP соединений. Стандарт 802.16m также включает улучшенный сервис определения местоположения по базовым станциям, расширенные возможности рассылки широковещательных сообщений, более строгие меры безопасности. Теперь услуги Mobile WiMAX можно получить на скоростях до 350 км/час, а в некоторых случаях (в зависимости от частотного диапазона) до 500 км/час.

Этапы совершенствования стандарта WiMAX

Стандарт	Принят	Полосы частот, ГГц	Мобильность	Технологии	Ширина канала, МГц
802.16	12.2001	11 - 66	нет	Одна несущая (SC)	20, 25, 28
802.16-2004	06.2004	2 - 11	нет	SC или OFDM (256)	1,75; 3,5; 7; 14; 1,25; 5; 10; 15; 8,75
802.16e	12.2005	11 - 66 2 - 11 (фикс.) 2 - 6 (моб.)	есть	SC или OFDM (256), или SOFDM (128, 512, 1024, 2048)	1,25; 5; 10; 20
802.16k	2007	11 - 66 2 - 11 (моб.)	есть	SC или OFDM (256), или SOFDM (128, 512, 1024, 2048)	1,25; 5; 10; 20
802.16-2009	2009	Те же	есть	Те же + 802.16i	Та же
802.16j	2009	Те же	есть	Те же + ретрансляция	Та же
802.16m	2011	Ниже 3,6	есть	SOFDMA	1– 20

WiMAX – стандарт, который занял особое место на рынке современных технологий. Для развития технологий следующих поколений опыт WiMAX необходим как пример последовательного и качественного улучшения и совершенствования технологий для улучшения качества, удобства и доступности для пользователя.

Список источников:

1. WiMAX Forum Network Architecture. (Stage 2: Architecture Tenets, Reference Model and Reference Points). Release 1, Version 1.2. – WiMAX Forum, January 11, 2008.