

## РОЗГОРТАННЯ МЕРЕЖ WiMAX

Петров Д.К.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
61166, Харків, пр.Науки, каф.Інфокомунікаційної інженерії, тел. (057) 702-13-  
20,

E-mail: [dymytr.petrov@nure.ua](mailto:dymytr.petrov@nure.ua)

Object of research – broadband wireless technology 802.16.

Purpose – to design an information network based on technology WiMAX to provide broadband Internet access.

In Attestation paper analyzes WiMAX network construction for the implementation of broadband Internet access, the features of the technology that the calculations for the deployment of 802.16-based network, and the user's choice of equipment and base stations.

### Вступ

WiMAX (англ. Worldwide Interoperability for Microwave Access) – телекомунікаційна технологія, розроблена з метою надання універсального бездротового зв'язку на великих відстанях для широкого спектру пристроїв (від робочих станцій і портативних комп'ютерів до мобільних телефонів). Заснована на стандарті IEEE 802.16, який також називають Wireless MAN. Назва «WiMAX» було створено WiMAX Forum – організацією, яка була заснована в червні 2001 року з метою просування та розвитку технології WiMAX. Форум описує WiMAX як «засновану на стандарті технологію, яка надає високошвидкісний бездротовий доступ до мережі, альтернативний виділеним лініям і DSL».

WiMAX підходить для вирішення наступних задач:

- з'єднання точок доступу Wi-Fi один з одним і іншими сегментами Інтернету;
- забезпечення бездротового широкосмугового доступу як альтернативи виділеним лініям і DSL;
- надання високошвидкісних сервісів передачі даних і телекомунікаційних послуг;
- створення точок доступу, не прив'язаних до географічного положення.

WiMAX дозволяє здійснювати доступ в Інтернет на високих швидкостях, з набагато більшим покриттям, ніж у Wi-Fi мереж. Це дозволяє використовувати технологію в якості «магістральних каналів», продовженням яких виступають традиційні DSL та виділені лінії, а також локальні мережі. В результаті, подібний підхід дозволяє створювати масштабовані високошвидкісні мережі в масштабах цілих міст. Широкосмугові бездротові мережі передачі інформації стають одним з основних напрямків розвитку телекомунікаційної індустрії. А для країн, в яких велика територія поєднується з невисокою щільністю населення, бездротові мережі мають особливе значення.

### Методи модуляції та архітектура 802.16

Технологія WiMAX має найвищі в класі Broadband Wireless Access (BWA) енергетичні параметри каналу зв'язку, що забезпечує задану високу швидкість передачі даних (пропускну здатність) на найбільшій дальності та навпаки, на заданій дальності мережа WiMAX має найвищу пропускну здатність. Тим самим, системи WiMAX забезпечують найвищу щільність потоку даних, вимірювану пропускною здатністю в Mbps в перерахунку на один км дві території покриття. Висока пропускна здатність систем WiMAX досягається за рахунок можливості підтримки на великих дальностях високої символної швидкості унаслідок високої енергетики системи.

У системах WiMAX застосовується квадратурна амплітудно-фазова модуляція QAM, а також фазова модуляція QPSK і BPSK. На сьогоднішній день QAM є однією з найефективніших методів модуляції, що дозволяє досягати максимально можливих швидкостей передачі даних.

Квадратурна амплітудно-фазова модуляція QAM застосовується практично повсюдно, в тому числі в Wi-Fi і preWiMAX системах з чіпсетом стандарту IEEE 802.11a/g. При цьому в системах WiMAX застосовується високошвидкісна модуляція 64QAM і 16QAM, яка може підтримуватися на значно більш високих дальностях в порівнянні з Wi-Fi і preWiMAX системами з аналогічним типом модуляції 64QAM і 16QAM за умовою використання OFDM сигналів однакової потужності.

У системах WiMAX застосовується широкосмуговий Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) сигнал, утворений з безлічі рознесених по частотному спектру вузькосмугових сигналів. Застосування OFDM сигналу забезпечує системі WiMAX найвищу в класі BWA спектральну ефективність (швидкість передачі даних в одному Герці смуги частотного спектра), можливість роботи поза прямої видимості, найвищі енергетичні параметри зв'язку забезпечують високу дальність зв'язку, можливість ефективного обслуговування мобільних абонентів. Спектральна ефективність системи оцінюється максимальною можливою швидкістю передачі даних (кількість переданих біт/с) системи в одиниці смуги займаних частот в один Герц. Висока спектральна ефективність системи WiMAX досягається за рахунок розподілу передачі інформації по паралельних підканалах піднесуч сигналу OFDM.

Базова станція (БС, BS - Base Station) розміщується в будівлі або на вищій і здійснює зв'язок з абонентськими станціями (АС, SS - Subscriber Station) за схемою – точка-багатоточка (Point to Multipoint - PMP). Можливий сітковий режим зв'язку (Mesh – сітка зв'язків -точка - точка - РТР), коли будь-які клієнти (АС) можуть здійснювати зв'язок між собою безпосередньо, а антенні системи, як правило, не є спрямованими. БС надає з'єднання з основною мережею і радіоканали до інших станцій. Радіус дії БС може досягати 30 км (в разі прямої видимості) при типовому радіусі мережі 6-8 км. АС може бути радіотерміналом або повторювачем, який використовується для організації локального трафіку. Трафік може проходити через кілька повторювачів, перш ніж досягне клієнта. Антени в цьому випадку є спрямованими.

Канал зв'язку припускає наявність двох напрямків передачі: висхідний канал (АС - БС, uplink) і низхідний (БС - АС, downlink). Ці два канали використовують різні частотні діапазони які неперекриваються при частотному дуплексі та різні інтервали часу при тимчасовому дуплексі.

Найпростіший спосіб представлення архітектури мереж WiMAX полягає у їх описі як сукупності БС, які розташовуються на дахах висотних будівель або вишках, і клієнтських приймально-передавачів.

Радіомережа обміну даними між БС і АС працює в СВЧ-діапазоні від 2 до 11 ГГц. Така мережа в ідеальних умовах може забезпечити технічну швидкість передачі інформації до 75 Мбіт/с і не вимагає того, щоб БС перебувала на відстані прямої видимості від користувача.

При більш детальному розгляді мережу WiMAX можна описати як сукупність бездротового і базового (опорного) сегментів. Перший описується в стандарті IEEE 802.16, другий визначається специфікаціями WiMAX Forum. Базовий сегмент об'єднує всі

аспекти, які не відносяться до абонентської радіомережі, Зв'язок базових станцій – один з одним, зв'язок з локальними мережами (в тому числі, інтернетом) і т.п. Базовий сегмент ґрунтується на IP-протоколі і стандарті IEEE 802.3-2005 (Ethernet). Однак саме опис архітектури в частині, що не відноситься до бездротової клієнтської мережі, міститься в документах WiMAX Forum, об'єднаних під загальною назвою «Network Architecture».

Обов'язковою є умова підтримки архітектурою протоколів IPv4 та IPv6. Мережі WiMAX повинні бути легко масштабованими, гнучко змінюваними та ґрунтуватися на принципі декомпозиції (будуватися на основі стандартних логічних модулів, що об'єднуються через стандартні інтерфейси). Властивості масштабованості і гнучкості необхідно забезпечувати за такими експлуатаційними характеристиками, як щільність абонентів, географічна протяжність зони покриття, частотні діапазони, топологія мережі, мобільність абонентів. Мережі WiMAX повинні підтримувати взаємодію з іншими бездротовими (3GPP, 3GPP2) або дротяними (DSL) мережами. Велике значення має здатність забезпечувати різні рівні якості обслуговування QoS.

#### Висновки

Використання інформаційної технології WiMAX дозволяє надати відносно дешево покриття бездротовим широкосмуговим доступом в Інтернет. Як показали розрахунки, використання даної технології буде ефективно при покритті великій території. При використанні бездротового доступу оператор може заощадити, як на трудові резерви, так і при розгортанні базових станцій потрібен тільки монтаж і установка, що незрівнянно позначиться на собівартості послуг, що надаються.

В роботі запропоновано і обґрунтовано метод поширення WiMAX з удосконаленими функціями та робочими характеристиками.

Для досягнення більш високого енергетичного потенціалу ліній зв'язку (link budget), зменшення згасання сигналів і кращого покриття мікро-спотів (micro-spot), використані різні технології рознесення. Прибуткова бізнес-модель WiMAX з більш високим покриттям користувачів, задоволеністю користувачів і поліпшене енергетичні потенціали ліній зв'язку (link budget) WiMAX може бути досягнута при використанні передових антенних технологій (MIMO і AAS): MIMO A/B & STC.

В роботі запропонована в використання нова мережна архітектура SI3000 Light ASN, заснована на простій ієрархії зі сконфігурованими однорідними (commodity) мережними елементами, забезпечує структуру між базовою мережею CSN і радіомережею WiMAX.

#### Список літератури:

1. Компьютерные сети. 5-е изд. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. — СПб.: Питер, 2012. — 960 с.
2. Сети беспроводного доступа WiMAX. Рашич А. В. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 179 с.
3. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. Вишневський В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахович И.В. – М.: Техносфера, 2005. — 591 с.
4. Энциклопедия WiMax – путь к 4G. Вишневський В.М., Портной С.Л., Шахович И.В. – М.: Техносфера, 2009. — 472 с.