

Warstwa fizyczna (PHY) standardu WiMax

Autor: Olga Pochodaj
11.09.2005.
Zmieniony 08.02.2007.

Warstwa fizyczna (PHY) standardu WiMax

Pierwsza wersja standardu WiMax została zaprojektowana dla środowiska LOS w paśmie 10-66 GHz, kolejne umożliwiły pracę z modelem NLOS w paśmie 2-11 GHz. Obniżenie częstotliwości pracy wymusiło konieczność wprowadzenia znaczących zmian w warstwie fizycznej standardu.

W zależności od użytej techniki modulacyjnej wyróżniamy trzy modele PHY WiMax:

- SC (Single Carrier) modulacja z pojedynczą nośną,
- OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) modulacja OFDM z 256 nośnymi, oparta na dostępie TDMA (Time Division Multiple Access);
- OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) OFDM z 2048 nośnymi. Zwiokrotniony dostęp realizowany za pomocą podzestawu nośnych, jednak dalej powiązany z TDMA.

Najbardziej popularną platformą PHY wśród projektantów sprzętu jest OFDM.

Wynika to głównie z możliwości pracy w środowisku NLOS (SC tylko LOS), szybszej FFT, mniejszym wymaganiom na synchronizację częstotliwościową niż OFDMA. Z pośród 256 nośnych używanych przez OFDM tylko 192 przeznaczone są na przenoszenie danych użytkowych, 56 jest wykorzystywanych jako margines bezpieczeństwa (same zera) i 8 jako sekwencje pilota.

Nowością wśród standardów dotyczących technik radiowych, zdefiniowaną w standardzie 802.16, jest zmienna szerokość kanału. Według specyfikacji 802.16-2004 wartość ta musi być liczbą całkowitą oraz stanowić wielokrotność 1.25, 1.5 lub 1.75 MHz. Ponadto maksymalna szerokość kanału nie może przekraczać 20 MHz (w Europie 28 MHz / ETSI HiperMAN). Dzięki temu sieć oparta na standardzie 802.16 może zostać zaimplementowana na całym świecie, nie naruszając specyficznych regulacji rządowych danego państwa.

Standard WiMax może pracować w wielu pasmach częstotliwościowych (2-66 GHz), dlatego też sieci tego typu mają możliwość działania zarówno w pasmach licencjonowanych, jak i tych, niewymagających licencji. To właśnie stanie się furtką dla małych, lokalnych firm, zainteresowanych tanimi i szybkimi rozwiązaniami, a także zapewni dużym przedsiębiorstwom osiągnięcie wysokiej jakości świadczonych usług w pasmach z wykupioną licencją.

{mosloadposition advert1}

Standard 802.16 dopuszcza stosowanie czterech schematów modulacyjnych: BPSK, QPSK, 16QAM oraz 64QAM. Zdefiniowano także siedem kombinacji modulacji i technik kodowych, dzięki którym można uzyskać różne przepustowości oraz zasięgi w zależności od warunków kanałowych i interferencyjnych. Tabela zestawia schematy modulacyjno-kodowe dla 802.16d.

Modulacja

Kodowanie

Liczba bitów informacyjnych/symbol

Liczba bitów informacyjnych/symbol

OFDM

Szczytowa przepustowość dla kanału 3,5 MHz[Mb/s]

BPSK

1/2

0,5

88

1,32

QPSK

1/2

1

184

2,77

QPSK

3/4

1,5

280

4,20

16QAM

1/2

2

376

5,64

16QAM

3/4

3

568

8,53

64QAM

2/3

4
760
11,41

64QAM
3/4
4,5
856
12,85

Modulacja adaptacyjna pozwala systemowi WiMax dynamicznie zmieniać technikę modulacyjną, w zależności od ostępu sygnał-szum (SNR) w kanale radiowym. Jeśli warunki panujące w kanale są dobre, wybierany jest najlepszy schemat modulacyjno-kodowy, pozwalający na transmisję o wysokiej przepustowości. Gdy sygnał zanika następuje przełączenie na niższą modulację, w celu zachowania stabilności sygnału.

Ponadto WiMax umożliwia zastosowanie tzw. anten inteligentnych. Zdefiniowano odrębne ramki dla ruchu DL i UL, pozwalające wykorzystywać kilka wiązek kierunkowych, każdą z przeznaczeniem dla jednego lub kilku terminali użytkowników. Inteligentna antena nie wypromieniowuje takiej samej mocy we wszystkich kierunkach (do pożądaných i niepożądaných użytkowników), skupia ją na jednym kierunku (wybrany użytkownik). Taki mechanizm jest kluczowy w eliminacji niepożądaných interferencji pochodzących z innych lokacji w terminalach klienckich.

Oprócz anten inteligentnych WiMax implementuje również techniki MIMO, które polegają na użyciu dwóch lub więcej anten w celu stworzenia wielu torów nadawczych i odbiorczych. Sygnał radiowy, wytransmitowany z anteny, odbija się od różnych obiektów, tworząc wiele ścieżek, co w standardowych systemach (bez MIMO) jest aspektem negatywnym, gdyż powoduje interferencje i zanikanie sygnału. Urządzenia MIMO łączą i wykorzystują te ścieżki dla uzyskania większej ilości informacji na temat odebranego sygnału.

Zalety stosowania MIMO:

- zysk związany z zastosowaniem szyku anten; sygnały z poszczególnych anten dodają się koherentnie;
- eliminacja interferencji współkanałowych;
- zwiększenie stabilności mocy odebranego sygnału;

Wszystkie te cechy przekładają się na zwiększenie wykorzystania pasma, przepustowości oraz zasięgu WiMax.