

ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖАХ ЗВ'ЯЗКУ

Національний авіаційний університет

Підвищення швидкості та надійності передачі даних в бездротових мережах зв'язку розглядається застосування нового релізу технології Mobile WiMAX, основаної на стандарті 802.16m. Проаналізовані методи та алгоритми стандарту дозволяють розширити технологічні можливості сучасних мобільних пристроїв у передачі великих об'ємів мультимедійної інформації

Вступ

Актуальною проблемою сучасного інформаційного суспільства являється підвищення швидкості та надійності передачі великих об'ємів мультимедійної інформації в бездротових мережах зв'язку. З розвитком мобільних пристроїв виникає потреба у розширенні технологічних можливостей систем зв'язку третього покоління (3G), які не здатні задовольнити сучасні вимоги мультимедійного обслуговування. Тому необхідним вважається впровадження нових проектів систем мобільного зв'язку четвертого покоління (4G), що за допомогою пакетної передачі даних мають забезпечити надійну та високошвидкісну передачу інформації в бездротових мережах.

Постановка задачі

Для підвищення швидкості та надійності передачі великих об'ємів мультимедійних даних у бездротових мережах зв'язку необхідно проаналізувати методики нового релізу мобільної технології Mobile WiMAX 2.0, основаних на стандарті IEEE 802.16m з метою їх застосування для вирішення цих задач.

Шляхи вирішення проблеми

До проектів мобільного зв'язку четвертого покоління відноситься технологія широкопasmового абонентського бездротового доступу WiMAX 2.0 (Worldwide Interoperability for Microwave Access), яка дає можливість забезпечити універсальний мобільний зв'язок на великі відстані. Мобільний WiMAX 2.0, побудований на базі всесвітніх стандартів розгорнення фіксованих, портативних і мобільних відкритих мереж дозволяє використовувати

відкрити технологію Інтернету на відміну від закритих систем попередніх поколінь 3G. У 2010 році відбулися перші вдалі спроби застосування нового релізу технології WiMAX 2.0, що надав можливості досягти швидкості передачі даних в мобільних бездротових мережах до 330Мбт/с. Таких результатів ще не було досягнуто жодною іншою сучасною мобільною технологією як третього, так і четвертого покоління. Крім цього, IP- архітектура і зворотна сумісність зі стільниковими мережами 3G роблять WiMAX більш дешевим і зручним бездротовим рішенням у використанні [1].

У системах WiMAX 2.0, основаних на новому стандарті IEEE 802.16m, об'єднуються нові й уже існуючі методики для підвищення швидкості та надійності передачі великих об'ємів мультимедійних даних у мобільних мережах, тобто:

- ефективна підтримка кількох одночасно працюючих користувачів у мережі з технологією OFDMA;

- висока пропускна здатність: використання системи MIMO (Multiple Input Multiple Output), кодування та модуляції дозволяє технології Mobile WiMAX підтримувати високу швидкість та надійність передачі даних;

- якість обслуговування: підвищення якості сервісу досягається за рахунок високої пропускної здатності та гнучкої диспетчеризації;

- масштабованість: незважаючи на глобалізацію економіки, регулювання ресурсів діапазону частот у світі часто виявляється «не синхронізованим», а методики мобільного WiMAX розроблені та-

ким чином, щоб вони могли функціонувати в діапазоні від 1.25 до 20 МГц. Таке рішення дозволить забезпечити доступ до Інтернету в передмістях [2];

- покращення каналу управління та бюджету каналу за рахунок використання різних схем передачі й більш надійного формату кадрів.

Однією з основних особливостей стандарту 802.16m – зміна структури кадрів. Стандарт розглядає виключно режим OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access) – метод множинного доступу за рахунок розділення ортогональних несучих, що використовується для забезпечення передачі інформації багатьом користувачам одного радіоспектра на основі технології OFDM. Один логічний OFDMA-канал утворений фіксованим набором несучих, як правило, розподілених по всьому доступному діапазоні частот фізичного каналу, що дає можливість підвищити швидкість передачі даних [3].

У стандарті 802.16m введений новий елемент – суперкадр тривалістю 20 мс (максимально допустимий час кадру попереднього стандарту 802.16e). А кадр являє собою послідовність OFDMA-

символів, які в свою чергу включають набір підканалів. Тому пакети даних можуть передаватися одночасно на різних OFDMA-каналах. Суперкадр (рис. 1) ділиться на чотири кадри тривалістю по 5мс. Якщо ширина кадру складає 5, 10 чи 20 МГц, то кожен кадр містить вісім субкадрів [4].

Субкадр може бути присвоєний висхідному чи низхідному каналу. При зміні напрямлення передачі (перехід від низхідного до висхідного каналу і навпаки) між субкадрами протилежних напрямлень додається інтервал (точка) перемикання. У кожному кадрі режиму часового дуплексування може бути дві або чотири точки перемикання. Субкадри бувають трьох типів – ті, що містять шість, сім або п'ять OFDMA-символів. Формування модуляційних символів аналогічне методу OFDM. Символ включає в себе зону передачі даних і попередній йому захисний інтервал (повтор початкового фрагменту символу), що призначений для запобігання міжсимвольної інтерференції. А сам символ – це сукупність модульованих ортогональних несучих.

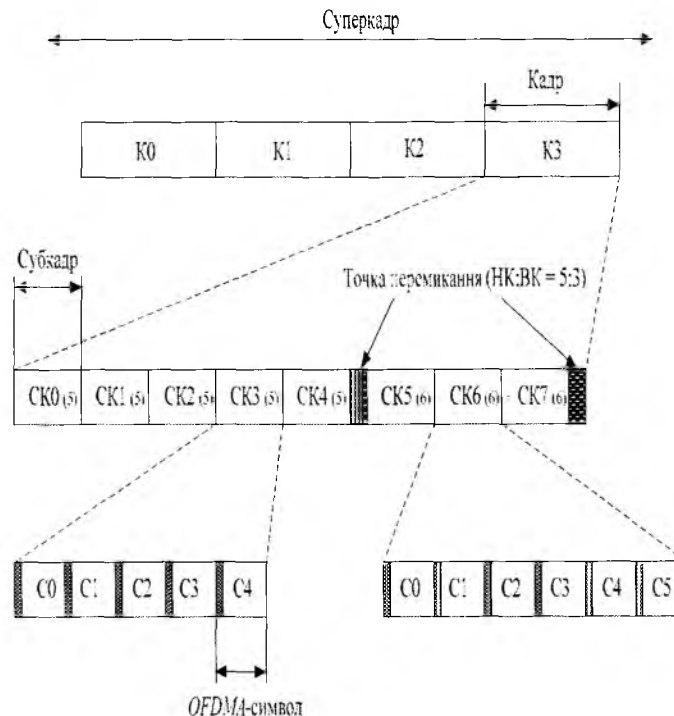


Рис. 1. Структура кадрів в стандарті IEEE 802.16m

Стандарт *IEEE 802.16m* дозволяє працювати з широкими каналами – 20 МГц. Такі канали являють собою сукупність кількох стандартних каналів.

Об'єднання кількох стандартних каналів у єдиний канал стандарту *IEEE 802.16m* проілюстровано на рис. 2.

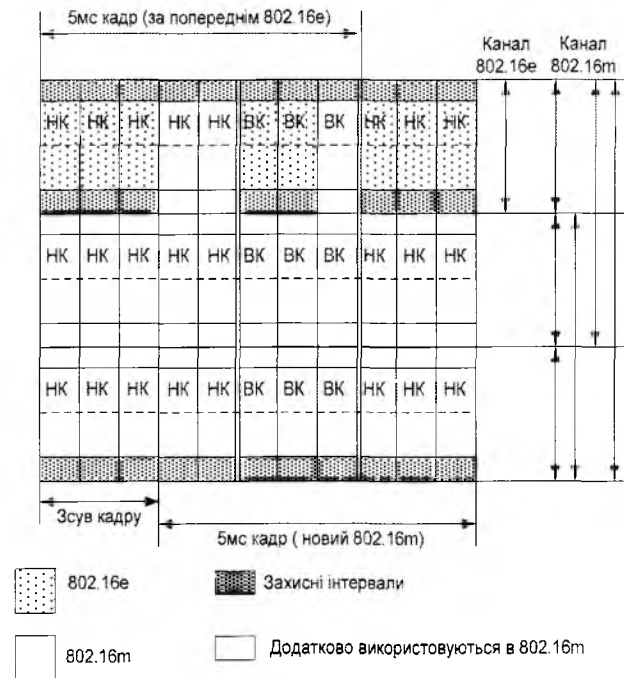


Рис.2. Об'єднання кількох стандартних каналів у єдиний канал стандарту *IEEE 802.16m*

При цьому відпадає необхідність у захищених частотних інтервалах між каналами, що збільшує ширину можливої смуги пропускання, а цим самим збільшує швидкість передачі даних. Гнучке регулювання структури кадру дозволяє забезпечити сумісність з традиційними пристроями *IEEE 802.16* [4].

Для підвищення надійності передачі мультимедійної інформації в мережах *WiMAX* та ефективності використання радіоканалу в стандарті *IEEE 802.16m* використовується система з гібридним автоматичним запитом на повторне передавання пакету *H-ARQ*. (*Hybrid-Automatic Repeat Request*) Технологія *H-ARQ* є варіацією методу *ARQ*, де додаткові біти виявлення помилок додаються до переданих даних. Метод гібридного автоматичного запиту на повторну передачу утворився шляхом поєднання прямої корекції помилок та *ARQ*. У таких системах приймач посилає повідомлення підтвердження *ACK* (*Acknowledge*) на успішне прийняття пакету мобільною станцією. Приймаючи

пакети, станція перевіряє їх на наявність помилок, декодує контрольну суму *CRC* (*Cyclic Redundancy Check, Checksum*), що посилається разом з даними [5]. У випадку, якщо *Checksum* відрізняється від обчисленої приймачем суми, то передавачу посилається повідомлення *NACK* (*Negative Acknowledgment*), після прийняття якого виконується повторна передача прийнятого пакету.

Загалом технологія *H-ARQ* використовує два методи, що дозволяють підвищити ймовірність виправлення помилок: *Incremental Redundancy* (*IR* – інкрементна зростаюча надлишковість) та *Soft Combining* (*SC* – програмне сполучення). Але в мобільному *WiMAX 2.0* використовується тільки метод *Incremental Redundancy*. Він полягає в наступному: кожен пакет, що передається повторно, кодується по-різному; при новому кодуванні в процесі перфорації відкидаються інші біти, що відмінні від попереднього передавання. Це покращує процес деко-

дування, тому що декодер отримує додаткову інформацію.

Передача пакету за технологією *H-ARQ* виконується до ти пір, поки дані не будуть прийняті без помилок або максимально допустиме число повторних передавань не буде перевищене, а отже, покращується надійність передачі мультимедійної інформації.

Для підвищення швидкості передачі інформації доцільно використати системи *MIMO* (передача даних в системах *MIMO* здійснюється за допомогою кількох антен прийому-передачі). Впровадження таких систем дозволяє:

- рознесення сигналу для боротьби із затуханням;
- формування діаграми направленості для покращення відношення сигнал/шум;
- просторове мультиплексування для збільшення пікової швидкості передачі даних [6].

Стандарт *802.16m* підтримує розширену та покращену багатоантенну технологію, що включає одно і багатокористувацьку систему *MIMO* (просторове рознесення мультимплексування), має наявність різноманітних схем передачі.

Вводиться режим багатокористувацького *MIMO*, відповідно до якого одночасно і на одних тих самих частотах можлива трансляція інформації різним користувачам. Переваги такого режиму:

- з'являється можливість збільшення пропускної здатності за рахунок просторового розділення користувачів, коли кілька абонентських станцій використовують один і той самий фізичний канал для зв'язку з базовою станцією (БС);
- багатокористувацький канал *MIMO* має відносно низьку кореляцію між просторовими підканалами за рахунок того, що вони належать різним абонентським терміналам;
- з'являється можливість реалізувати алгоритми *MIMO* у випадках, коли абонентське обладнання має одну або декілька антен [7].

Мінімальна конфігурація у низхідному каналі передбачає дві антени-передавачі на базовій станції і дві при-

ймальні на мобільній станції (МС). Всього можливо до восьми таких антен-приймачів. У висхідному каналі на БС повинно бути не менше двох антен-приймачів, а на МС – одна, дві чи чотири антени-передавачі.

У низхідному направленні (від МС до БС) користувачі передають свою інформацію одночасно на одній і тій самій частоті. Базовій станції виявляється складно розділити сигнали від різних абонентів. Одним з можливих способів боротьби з цією проблемою є спосіб лінійної обробки (*linear processing*), який передбачає попереднє кодування переданого сигналу. Вихідний сигнал при цьому перемножується з матрицею, яка складається з коефіцієнтів, що відображають інтерференційний вплив від інших абонентів. Матриця складається відповідно до поточного стану радіоефіру: числа абонентів, швидкостей передачі і т.п. Отже, сигнал піддається спотворенню оберненому тому, яке він зустрине під час передачі в радіоефірі.

У низхідному направленні (від БС до МС) базова станція одночасно передає сигнали по одному каналі відразу декільком абонентам. Це призводить до того, що сигнал, який передається для одного абонента, впливає на прийом усіх інших сигналів, тобто виникає інтерференція. Можливими варіантами боротьби з цією проблемою є застосування технології кодування *dirty paper* («брудний папір»). Принцип дії *dirty paper* заснований на аналізі поточного стану радіоефіру і числа активних абонентів. Єдиний (перший) абонент передає свої дані до БС без зміни своїх даних (кодування) тому, що інтерференції від інших абонентів немає. Другий абонент буде кодувати, тобто змінювати енергію свого сигналу так, щоб не перешкодити першому і не піддати свій сигнал впливу від нього. Наступні абоненти, що додаються в систему, також будуть дотримуватися цього принципу і спиратися на число активних абонентів з їхніми переданими сигналами[4].

Технологія *Mobile WiMAX 2.0* підтримує кілька рівнів *QoS*. Існує чотири основні механізми, що визначені для різ-

них рівнів обслуговування у висхідному потоці: незатребуваний рівень обслуговування (*unsolicited grant service*), розширений сервіс із опитуванням у режимі реального часу (*extended real-time polling service*), опитування в режимі реального часу (*real-time polling service*) та опитування із затримкою (*non-real-time polling service*) [6].

У мобільному WiMAX застосовуються схеми модуляції вищого рівня в порівнянні з технологіями третього покоління, що дозволяє підвищити швидкість передачі мультимедійної інформації. Стандарт використовує квадратурну амплітудну модуляцію *16-QAM (Quadrature Amplitude Modulation)* у висхідному каналі та *64-QAM* у низхідному каналі. При передачі сигнал кодується одночасними змінами амплітуди синфазного (*I*) та квадратурного (*Q*) компоненту несучого гармонічного коливання, що зсунуті по фазі один відносно одного. При цьому використовується один і той самий крок зміни амплітуди.

Висновки

Сучасні методики та алгоритми для підвищення швидкості та надійності передачі великих об'ємів мультимедійної інформації в бездротових мережах потребують використання сучасних технологій високошвидкісної та надійної бездротової передачі даних в мережах зв'язку. Для вирішення цієї задачі пропонується новий реліз технології *Mobile WIMAX 2.0*, основаної на стандарті *802.16m*. Поєднання таких системи, як гібридний зворотній зв'язок, адаптивна модуляція та технологія *MIMO*, значно розширює можливості нового стандарту. Введення нової зміни структури кадру, використання *OFDMA*-режиму надають високу ефективність роботи як низхідного, так і висхідного каналів.

Можливість надавати високу швидкість передачі інформації в мобільних мережах дає застосування мобільного *WIMAX 2.0*, який є одним із лідируючих технологій четвертого покоління,

Список літератури

1. Мобильная технология WiMAX / Интернет-ресурс. - Режим доступа : [www/URL:http://www.intel.com/cd/corporate/tech/trends/emea/rus/wimax/mobile/416779.htm](http://www.intel.com/cd/corporate/tech/trends/emea/rus/wimax/mobile/416779.htm) - Загл. с экрана.
2. Мобильный WiMAX и 3G: кто победит? // Компьютерра-онлайн. - 2007 / Интернет-ресурс. - Режим доступа : [www/URL:http://old.cioworld.ru/itmarket/communitiy/323870/index.html](http://old.cioworld.ru/itmarket/communitiy/323870/index.html) - Загл. с экрана.
3. Шахнович И.В. Стандарт широкополосного мобильного доступа IEEE 802.16-2004. - Электроника. - НТБ, 2005. - №2. - С. 47 - 48.
4. Шахнович И.В. WiMAX - путь к 4G Проекты IEEE 802.16 j и m. Первая миля. Электроника. - НТБ, 2009. - №3. - С. 4 - 6.
5. Бителева А. Технологии мобильного телевидения: 1-я часть. Сотовая телефония // Теле-Спутник. - 2006. - №5 - 127 с.
6. Леонид Бараш. HSPA vs. WiMAX - особенности конкурирующих беспроводных технологий доступа // Компьютерное Обозрение. - 2009. - №3 (700). - / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www /URL:http://ko.com.ua/node/45254](http://www.ko.com.ua/node/45254)
7. Способ передачи-приема сигнала в многопользовательской системе радиосвязи с множеством передающих и множеством приемных антенн / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [http://bd.patent.su/2398000-2398999/pat /servlet/77c3.html](http://bd.patent.su/2398000-2398999/pat/servlet/77c3.html) - Загл. с экрана.