

УДК 004.052:004.738.2 (045)

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ *HSDPA* ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ У МЕРЕЖАХ ЗВ'ЯЗКУ

Дрововозов В. І., канд. техн. наук; Бригинець О. М.

Національний авіаційний університет

accidenta1899@mail.ru

*Розглянуто технологію високошвидкісної передавання даних за низхідним каналом HSDPA з метою застосування підвищення швидкості та надійності передавання даних у сучасних мережах зв'язку. Проаналізовано зміни в мережній технології після реорганізації структури каналу, введення технології гібридного автоматичного запиту на повторне передавання пакету й використання амплітудної модуляції та кодування.*

**Ключові слова:** технологія високошвидкісної передавання даних, передавання інформації, швидкість, надійність.

*The technology of high speed downlink packet access HSDPA with the purpose of application to increase the speed and reliability of data transmission in modern communication networks is considered. Changes in network technology after the reorganization of the structure of the channel, input Fast Hybrid ARQ and Amplitude Modulation and Coding are analysed.*

**Key words:** the technology of high speed data transmission, information transmission, speed, reliability.

### Постановка проблеми

Традиційний мобільний зв'язок покоління 3G не здатний забезпечити високу швидкість передавання ресурсномістких послуг таких як мобільне телебачення, передавання потокового аудіо і відео, завантаження мультимедійних файлів [7]. Проблема підвищення швидкості та надійності передавання даних є актуальною.

Сучасне інформаційне суспільство розглядає питання розвитку мультимедійних бездротових мереж четвертого покоління (4G).

Через зростання потреб сучасних мобільних пристроїв обробки і відображення мультимедійної інформації нові технології 4G, основані на протоколах пакетного передавання даних, мають забезпечити надійне та швидке передавання інформації [3].

У технічно розвинених країнах уже використовується технологія високошвидкісного передавання даних по низхідному каналу *HSDPA* (*High Speed Downlink Packet Access*). Фізично вона являється «надбудовою» до мереж *WCDMA/UMTS*, тому її часто називають *проміжною технологією* 3.5G від покоління 3G до 4G. Завдяки впровадженню *HSDPA* швидкість передавання даних стає більшою, ніж у сучасних мережах зв'язку покоління 3G. Це допомогло технології стати на крок ближче до четвертого покоління мобільних систем [2].

Технологія *HSDPA* дає змогу збільшити швидкість передавання інформації. Для цього використовується пакетне передавання даних, нові швидкі алгоритми пересилання і повторної трансляції пакетів під час виникнення помилок та реорганізована структура каналу. У разі збільшення швидкості передавання зменшуються затримки при завантаженні та збільшується об'єм

переданої інформації мультимедійних файлів, що забезпечує зручність роботи з додатками в реальному часі (*real-time applications*). Це значно покращує якість мультимедійних послуг, що надаються абонентам [9].

Технологія добре адаптована до умов міста та закритих приміщень.

Порівняно із *WCDMA/UMTS*, можна передавати втричі більше даних і підтримувати вдвічі більше мобільних користувачів.

Під час передавання даних у низхідному напрямленні технологія *HSDPA* скорочує час проходження інформації між мережею і терміналом. Збільшуються можливості ефірного інтерфейсу, тобто підвищується швидкість обміну даними між рухливою станцією (мобільним приймачем) та базовою станцією, а також зменшується час передавання та затримки інформації у низхідному напрямленні.

Використовуючи технологію *HSDPA*, здатність мобільного зв'язку забезпечити високу швидкість передавання даних можна досягнути так:

- здійснювати планування передавання пакетних даних і оброблення повторних передач під час виникнення помилок;
- для прискорення подальшого планування пакетів, потрібно використовувати скорочену довжину кадру;
- навантаження ефірного інтерфейсу, що викликане повторними передаваннями, потрібно мінімізувати застосовуючи зростаючу надлишковість;
- реалізувати новий тип транспортного каналу (*HS-DSCH*), що підтримує високі швидкості передавання даних;
- застосовувати адаптацію схем модуляції і кодування відповідно до якості радіоканалу.

## Мета

Основна мета статті — розглянути нові методи технології високошвидкісного передавання даних по низхідному каналу, що збільшують швидкість передавання інформації в сучасних мережах зв'язку.

## Адаптивні схеми модуляції і кодування

Метод модуляції, що використовується в *HSDPA*, дає змогу значно підвищити пропускну здатність та ємність *UMTS*-мережі.

У мережах *WCDMA/UMTS* використовується лише квадратурна фазова модуляція зі зсувом *QPSK* (*Quadrature Phase Shift Keying*). Ця модуляція є стійкою у випадку, коли абонентське обладнання знаходиться далеко від базової станції, але через низьку швидкість потоку даних вона не є ефективною. Під швидкістю розуміється потік даних після всіх захисних кодеків, безпосередньо без процедурного розширення (перед каналним кодуванням/скремблюванням) [1].

Технологія *HSDPA* додатково використовує квадратурну амплітудну модуляцію *64-QAM* (*Quadrature Amplitude Modulation*). Це модуляція більш високого рівня, а отже, дозволяє значно підвищити швидкість передавання даних. Вона є високоефективною і може використовуватися, коли абонент знаходиться недалеко від головної станції (ГС) [1].

За допомогою методу адаптивної модуляції і кодування *AMC* (*Adaptive Modulation and Coding*) технологія *HSDPA* може забезпечувати зміну форматів модуляції і методів кодування в реальному часі. При зниженні сигналу від приймача, що знаходиться далеко від базової станції, може відбутися автоматична зміна як формату модуляції, так і голосового коду. При такому оптимальному використанні радіоресурсів скорочується час передавання інформації, а отже, забезпечується необхідна якість обслуговування користувачів.

При наближенні абонентського обладнання до головної станції використовується високоефективний метод квадратурної амплітудної модуляції *64QAM*.

При віддаленні приймача від ГС система автоматично переключається на менш ефективну, але більш стійку модуляцію *QPSK*. При цьому якість зв'язку зменшується, але передавання даних не припиняється. Така зміна форматів модуляції і методів кодування в реальному часі скорочує час доставки інформації до приймача, а також підвищує швидкість передавання потоку даних у мережі.

Схеми модуляції можна комбінувати з різними способами кодування каналу. Це залежить від того чи потрібно збільшувати швидкість передавання даних, чи стійкість.

**Високошвидкісний низхідний транспортний канал *HS-DSCH*.** Технологія *HSDPA* є результатом постійного прогресу в мобільних технологіях. Вона підтримує схеми мультиплексування з часовим та кодовим розділенням каналів. При цьому виділені низхідні канали і загальні низхідні канали за рахунок мультиплексування з кодовим розподіленням можуть одночасно використовувати один і той самий радіочастотний спектр. Це підходить для обробки переривчастого пакетного трафіку в багатокористувацькому середовищі. У якості носія закодованої і модульованої інформації використовуються нові високошвидкісні низхідні транспортні канали *HS-DSCH* (*High-Speed Downlink Shared Channel*), що здатні підтримувати високі швидкості передавання даних, а також використовувати більш швидкі алгоритми перепосилання пакетів і поворотної трансляції у разі виникнення помилок. У піддіапазоні *WCDMA/UMTS*, під час передавання даних одному або декільком одиницям абонентського обладнання, базова станція може організувати до 15-ти каналів *HS-PDSCH*. Кожен із них фізично займає однаковий простір кодової області, оскільки всі вони мають фіксований фактор розподілу  $SF = 16$  (*SF-spreading factor*, він визначає кількість каналів зв'язку, що закодовані в один піддіапазон) [4].

Канали динамічно розподіляються між користувачами кожні 2 мс. Пріоритет надання каналів віддається тим користувачам, у яких найвищий рівень сигналу (рис.1). Вони отримують частину трафіку і обробляють його, поки рівень сигналу низький. За цим рівнем система слідкує з інтервалом у 2 мс [8].

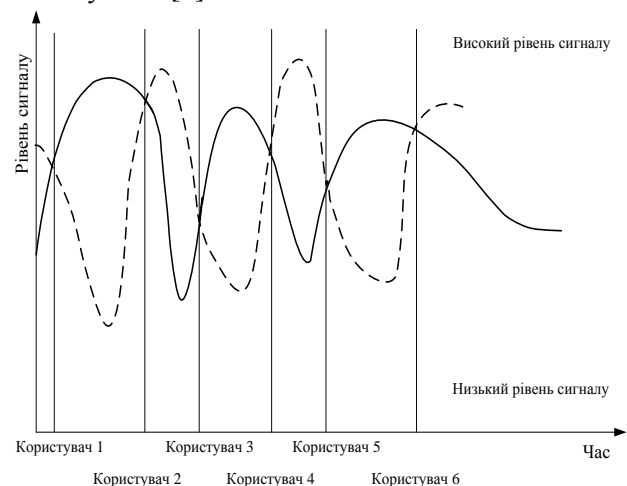


Рис. 1. Розподіл спектру між абонентами

Для управління низхідними каналами *S-DSCH* впроваджується новий елемент — модуль управління високошвидкісним доступом до середовища *MAC-hs* (*Medium Access Control High Speed*) [5]. Він забезпечує такі нові функціональності технології *HSDPA* як:

— швидку адаптацію лінії зв'язку (*Fast Link Adaptati*);

— швидкий метод надання доступу (*Fast Channel — Dependent Scheduling*);

— оброблення потоку ретрансляції пакетів *FAST HARQ*;

— оперативну диспетчеризацію пакетів (*Fast Packet Scheduling*).

Така реорганізація структури каналу дає можливість значно збільшити швидкість передавання інформації в сучасних мережах зв'язку.

У технології *HSDPA* для високошвидкісного передавання даних на фізичному рівні використовується скорочений часовий інтервал передавання (*Transmission Time Interval, TTI*).

Параметр *TTI* значно менший, ніж той, що застосовувався раніше. Це являється головною причиною зменшення затримки на радіоінтерфейсі. Загальний час очікування зменшений приблизно на 75 мс. Канал *HS-DSCH* — це ресурс зі змінною довжиною фрейму. Ця довжина розглядається як короткий інтервал часу, що передбачений для передавання.

Величина часового інтервалу *TTI* обирається залежно від типу підтримуваного навантаження і числа підтримуваних користувачів у мережі. Звичайні значення дорівнює 2 мс [5]. Таким чином, забезпечуються короткі інтервали передавання, коли кілька користувачів одночасно використовують один канал.

### Протокол ретрансляції пакетів

**Fast Hybrid ARQ.** Для підвищення надійності передавання даних *HSDPA* використовує нову систему зі швидким гібридним автоматичним запитом на повторне передавання пакету *Fast Hybrid ARQ (Fast Hybrid Automatic Repeat Request)* при виникненні помилок.

Пакети даних *HS-DSCH*, що прийняті з помилкою, зберігаються на пристрої абонента і комбінуються з повторно переданими пакетами тих самих даних.

Крім цього, під час повторного передавання схема модуляції, формат передавання і потужність передавача можуть відрізнитися від тих, що були при початковому передаванні пакету.

У системі *Fast Hybrid ARQ* приймач посилає повідомлення підтвердження *ACK (Acknowledge)* про успішне прийняття пакету передавачу. Успішність приймання визначається порівнянням з контрольною сумою (*CRC — Cyclic Redundancy Check, Checksum*), що посилається разом з даними приймачу [6].

Якщо вона відрізняється від суми, обчисленої на його станції, то передавачу посилається повідомлення *NACK (Negative Acknowledgment)*.

Після прийняття повідомлення *NACK* виконується повторне передавання прийнятого пакету.

У системі *Fast Hybrid ARQ* процес передавання даних поліпшується двома методами, що мінімізують потреби повторного передавання пакетів:

— *Soft Combining (SC)* — програмне сполучення;

— *Incremental Redundancy (IR)* — інкрементна зростаюча надлишковість.

**Soft Combining.** Коли пакет надходить до абонентського обладнання, то спеціально призначене устаткування декодує прийнятий транспортний блок даних. Кожні 5 мс на базову станцію посилається інформація про справність чи несправність прийняття цих даних. Особливість цього методу полягає в тому, що несправні пакети зберігаються в пам'яті, а не відкидаються. Потім вони поєднуються з повторно пересланими пакетами, використовуючи при цьому одну і ту ж схему кодування (рис. 2). Отже, зростає достовірність прийняття справного пакету без помилок [5].

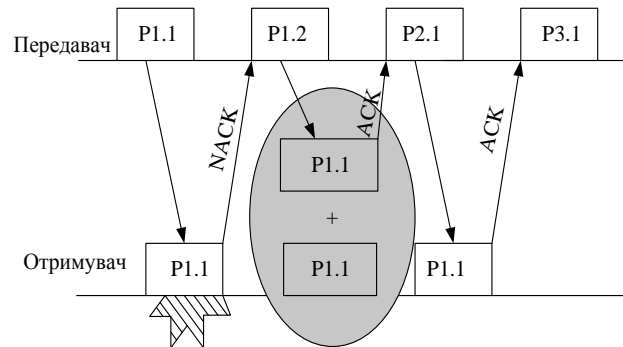


Рис. 2. *Fast Hybrid ARQ* із програмним сполученням

**Incremental Redundancy.** Метод *IR* відрізняється від *SC* тільки тим, що повторно переслані пакети кодується за допомогою інкрементної (зростаючої) надлишкової інформації, а визначена кількість помилок при цьому відкидається. Це полегшує сполучення пакетів з попередньо прийнятими. Такий підхід збільшує можливість отримання справного пакету [5].

Вдосконалення системи *Fast HARQ*, на відміну від звичайного *HARQ*, полягає у тому, що коректність приймання пакетів відслідковується як базовою станцією, так і приймачем. Це дозволяє досягти меншої кількості помилок, а також збільшити швидкість передавання пакетних даних [4].

Дальність зв'язку, що надає *HSDPA*, практично дорівнює дальності охоплення сигналом базової станції. Це є ще однією перевагою даної технології, адже вона розрахована на велику кількість користувачів, що знаходяться одночасно в мережі. Недолік технології — висока швидкість передавання даних доступна тільки при їх отриманні. А при передаванні залишається стандартна швидкість для *WCDMA*.

Тому використовується нова технологія високошвидкісного передавання пакетних даних по висхідному каналу *HSUPA (High Speed Uplink Packet Access)*, що поєднується із технологією *HSDPA*. Нова утворена технологія називається *HSPA (High-Speed Packet Access)*. Вона збільшує швидкість не тільки отримання даних, але й їх передавання [4].

#### Висновки

Технологія покоління *3.5G HSDPA* має набагато кращі характеристики, ніж технології сучасного покоління мобільних систем *3G*. Таким чином, застосування *HSDPA*, що реалізована на основі каналу *HS-DSCH* та системі *Fast Hybrid ARQ*, дає можливість підвищити надійність та швидкість передавання даних у мережах зв'язку. Вона дає змогу впровадити такі ресурсомісткі послуги як передавання потокового аудіо та відео, що потребують високої швидкості та надійності у передаванні.

Збільшити продуктивність мережі саме за рахунок ефективного використання радіоканалу, особливо через скорочення затримок при передавання пакетів

Подальший розвиток технології високошвидкісної передавання даних по низхідному каналу *HSDPA*, враховуючи її поєднання з технологією *HSUPA* і вже існуючі характеристики, наближається до технологій майбутнього покоління *4G*, що мають забезпечити надійну та швидко передавання інформації в мобільних мережах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Вишневский В. М. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G / В. М. Вишневский, С. Л. Портной, И. В. Шахнович. — М. : Техносфера, 2009. — С. 257—258.
2. Хаберланд Б., Браун Ф., Блок С. HSDPA — путь развития систем третьего поколения // Электросвязь. — 2005. — № 1. — С. 21—22.
3. Вишневский В. М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В. М. Вишневский, А. И. Ляхов, С. Л. Портной, И. В. Шахнович. — М. : Техносфера, 2005. — 592 с.
4. Лурье Сергей HSDPA vs. WiMAX: Сравнение характеристик и перспектив технологий передачи данных / www.telemultimedia.ru.
5. Ива Медвид: Обзор функциональных возможностей высокоскоростного пакетного доступа нисходящей линией связи. — Revija 19/2006/1 Ericsson Nikola Tesla.
6. Бителева А. Технологии мобильного телевидения: 1-я часть. Сотовая телефония // Теле-Спутник. — 2006. — №5 (127).
7. Невдяев Л.М. Мобильная связь 3-го поколения. Серия изданий «Связь и бизнес». — М.: ООО «Мобильные коммуникации», 2000. — 208с.
8. Леонид Бараш HSPA vs. WiMAX — особенности конкурирующих беспроводных технологий доступа // Компьютерное Обозрение. — 2009. — № 34 (700).
9. Шишкин А.В. Анализ современного состояния техники приема цифровых ТВ программ стандартов DVB // Цифрові технології. — 2007. — № 2. — С. 56—61.

Стаття надійшла до редакції 17.05.10.