

Модель планування пакетів даних в низхідному каналі зв'язку технології WiMAX

Гаркуша С.В., к.т.н., доц., докторант каф. телекомунікаційних систем, ХНУРЕ, e-mail: sv.garkusha@mail.ru

Запропоновано математичну модель планування пакетів даних в низхідному каналі зв'язку стандарту WiMAX. Запропонована модель спрямована на формування одного пакету даних низхідного каналу для кожної користувальницької станції, що дозволяє мінімізувати кількість службових повідомлень переданих по використовуваному частотному каналу зв'язку. Проведено аналіз залежності кількості слотів, що формують один пакет даних від необхідної швидкості передачі користувальницької станції, а також виду системи модуляції і кодування.

На сьогоднішній день масштабне використання комп'ютерних терміналів, мережних пристроїв, високошвидкісних каналів зв'язку та мережевого програмного забезпечення на полі бою визначається мережецентричною концепцією ведення бойових дій. Сучасні безпроводові інформаційні мережі, на відміну від систем аналогового радіозв'язку, крім формалізованих повідомлень про стан на полі бою дозволяють отримувати відеозображення з місця бойових дій, а також інформацію про спостереження за наземними цілями.

Особливу увагу необхідно акцентувати на випереджаючому розвитку комерційних технологій і засобів у сфері телекомунікацій в порівнянні з аналогічними системами у військовій області, що викликано скороченням бюджетних асигнацій в оборону. Тому виходом із сформованої ситуації є використання в перспективних тактичних мережах комерційних стандартів, здатних до зміни з урахуванням характеристик військової інфраструктури [2, 3]. Для вирішення зазначених завдань в тактичній ланці управління Збройних Сил України (ЗСУ) має бути забезпечений перехід від мереж зв'язку, організованих згідно з існуючими контурами управління, до високошвидкісних закритих мереж на базі засобів ширококутвого доступу. В якості такої системи може бути використана технологія WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), яка являє собою технологію безпроводового зв'язку та забезпечує ширококутвий доступ до даних для фіксованих і мобільних користувальницьких станцій (КС) на основі технології доступу OFDMA (Orthogonal frequency-division multiple access).

У технології WiMAX одним з ефективних шляхів підвищення продуктивності та поліпшення основних показників якості обслуговування (Quality of Service, QoS) для систем з використанням технології WiMAX, є використання принципів структурної та функціональної самоорганізації. Високий рівень самоорганізації може бути досягнутий шляхом удосконалення мережних протоколів і механізмів, що відповідають за розподіл доступних мережних ресурсів. В рамках системи WiMAX, побудованої на технології OFDMA, існує можливість управління частотним і часовим ресурсом. Виходячи з технологічних особливостей технології WiMAX, задача розподілу частотного і часового ресурсу повинна бути сформульована як задача розподілу слотів між КС мережі та відповідного об'єднання їх в пакети даних, залежно від заявленої швидкості передачі і параметрів QoS.

Аналіз відомих рішень показав, що підвищення продуктивності технології WiMAX і забезпечення QoS може бути забезпечено шляхом як роздільного, так і погодженого вирішення задач розподілу частотного і часового ресурсів. На підставі проведеного аналізу, а також сформульованих вимог, пропонується єдина модель, в якій описується спільна процедура розподілу як частотного, так і часового ресурсу. Запропонована модель представлена у вигляді вирішення задачі розподілу слотів і формування їх в пакети даних низхідного каналу зв'язку технології WiMAX з урахуванням показників якості обслуговування (необхідної швидкості передачі користувальницьким станціям) і територіальної віддаленості користувальницьких станцій мережі (система модуляції і кодування для передачі сигналу користувальницьким станціям).

У ході вирішення зазначеної задачі виконується закріплення підканалів і розподіл слотів за КС, на яких будуть передаватися дані в низхідному каналі при виконанні ряду важливих умов-обмежень: умова закріплення одного підканалу протягом передачі одного слота не більше ніж за однією КС; умова закріплення за КС кількості слотів, що забезпечує необхідну швидкість передачі при використуваній системі модуляції і кодування; умова формування одного пакету для кожної КС; умова формування пакетів «прямокутної форми»; умова резервування необхідної кількості слотів для передачі службової інформації. Задача розподілу слотів і формування пакетів даних користувальницької станції вирішена з використанням критерію оптимальності, спрямованого на мінімізацію кількості слотів, що виділяються КС.

Сформульована задача з математичної точки зору є задачею змішаного цілочисельного нелінійного програмування - MINLP (Mixed Integer NonLinear Programming). У моделі шукані змінні є булевими. Змінна, що використовується в критерії оптимальності, є цілочисельною, обмеження на шукані змінні носять лінійний і нелінійний характер.

В якості прикладу отримані рішення сформульованої в роботі оптимізаційної задачі, для чого була використана система MatLab R2011a, в рамках якої задіяна програма minlpAssign пакета оптимізації TOMLAB.

У результаті аналізу отриманих рішень встановлено, що задача спільного розподілу частотного і часового ресурсів має більш високу ефективність використання пропускної здатності низхідного каналу технології WiMAX, в порівнянні з задачею розподілу частотного і задачею розподілу часового ресурсу. На рис. 1 показано, у скільки разів (B) можна зменшити кількість слотів, що виділяються КС при вирішенні задачі спільного розподілу частотного і часового ресурсу, в порівнянні з задачею розподілу частотного ($B_{\text{част}}$) і завданням розподілу часового ($B_{\text{часов}}$) ресурсу, в залежності від необхідної швидкості передачі КС.

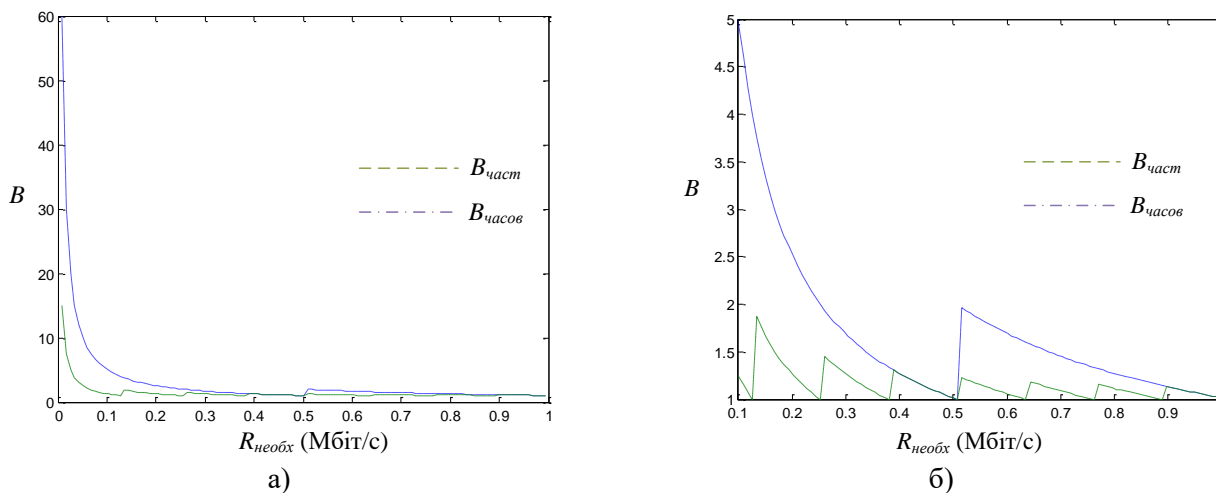


Рис. 1. Виграш задачі спільного розподілу частотного і часового ресурсу в ефективності використання пропускної здатності низхідного каналу технології WiMAX

Залежності, представлені на рис. 1, мають стрибки. Наявність стрибків пояснюється необхідністю виділення чергового підканалу (у разі вирішення задачі розподілу частотного ресурсу) або послідовності символів, кратної кількості символів в слоті (у разі вирішення задачі розподілу часового ресурсу), при збільшенні необхідної швидкості передачі КС. Крім того формування одного пакету даних для кожної КС, дозволяє мінімізувати кількість службової інформації, що передається в низхідному каналі зв'язку.

Література

1. Рудик В.В. Актуальні проблеми розвитку системи зв'язку Збройних Сил України як складової частини системи управління військами (силами) // Наука і оборона. – 2005. – № 2. – С. 22-28.
2. Романюк В.А. Напрямки розвитку тактичних систем зв'язку // II Науково-технічна конференція ВПІ “Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення”. – К.: ВПІ НТУУ “КПІ”. – 2004. – С. 22-32.
3. Романюк В.А. Мобільні радіомережі (MANET) – основа побудови тактичних мереж зв'язку // IV Науково-практичний семінар ВПІ “Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення”. – К.: ВПІ НТУУ “КПІ”. – 2007. – С. 5-18.

Реферативні відомості:

Model scheduling of a data packet downlink WIMAX technology / Garkusha S.V. *Proc. of the IV SichMilGIS, 2013 (Conf. on Problems of Military GIS, Ukraine, Lviv, 22–24 Jan. 2013)* / Army Academy named after Hetman Petro Sahaydachnyi.

Proposes a mathematical model of scheduling data packets in the communication downlink channel standard WiMAX. Suggested model aims on the formation of one packet of data downlink channel for each user station, which minimizes the number of service messages transmitted used over frequency the communication channel. Analised the dependence of the number of slots form a single packet of data on the speed of transmit descriptors allocated user station and the type of system used modulation and coding.

Keywords: WiMAX, scheduling of packet data, mathematical model.

Гаркуша С.В. **Модель планування пакетів даних в низхідному каналі зв'язку технології WIMAX** / С.В. Гаркуша // Інтелектуальна оборона : Збірка матер., стат., доп. і тез IV наук.-практ. форуму «Січневі ГІСи», (Львів, 22–24 січ. 2013 р.) / Акад. сухоп. військ ім. гетьмана П. Сагайдачного – Л. : АСВ, 2013.

Запропоновано математичну модель планування пакетів даних в низхідному каналі зв'язку стандарту WiMAX. Запропонована модель спрямована на формування одного пакету даних низхідного каналу для кожної користувальницької станції, що дозволяє мінімізувати кількість службових повідомлень, що передаються по використовуюваному частотному каналу зв'язку. Проведено аналіз залежності кількості слотів, що формують один пакет даних від необхідної швидкості передачі користувальницької станції, а також виду системи модуляції і кодування.

Ключові слова: WiMAX, планування пакетів даних, математична модель.

Літ. – 3 назв. Рис. – 2.