

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ АДАПТИВНИХ АНТЕННИХ СИСТЕМ ДЛЯ МЕРЕЖ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ СТАНДАРТУ 4G

© Яремко О.М., Думич С.С., Рожанківський А.О., 2011

Запропоновано методи і критерії моделювання та дослідження MIMO-систем для мереж мобільного зв'язку стандарту 4G.

Ключові слова: MIMO, CSI, завмирання, MAC, ASS.

This paper is devoted to the solving task of a method and criteria for design and research of MIMO-systems for mobile communications standard 4G.

Key words: MIMO, CSI, fading, MAC, ASS.

Вступ

Призначення мереж безпроводникового зв'язку організують взаємодію декількох різних елементів так, щоб інформація без проводів у заданий час надходила з однієї точки в іншу. Бездротові технології в останні 15–20 років розвиваються надзвичайно інтенсивно, ставши одним з основних напрямків розвитку телекомунікаційної індустрії.

Модель MIMO-каналу

Особливого розвитку набули MIMO-системи у мережах безпроводникового зв'язку. Модель MIMO-каналу множинного доступу для багатьох користувачів наведено на рис. 1.

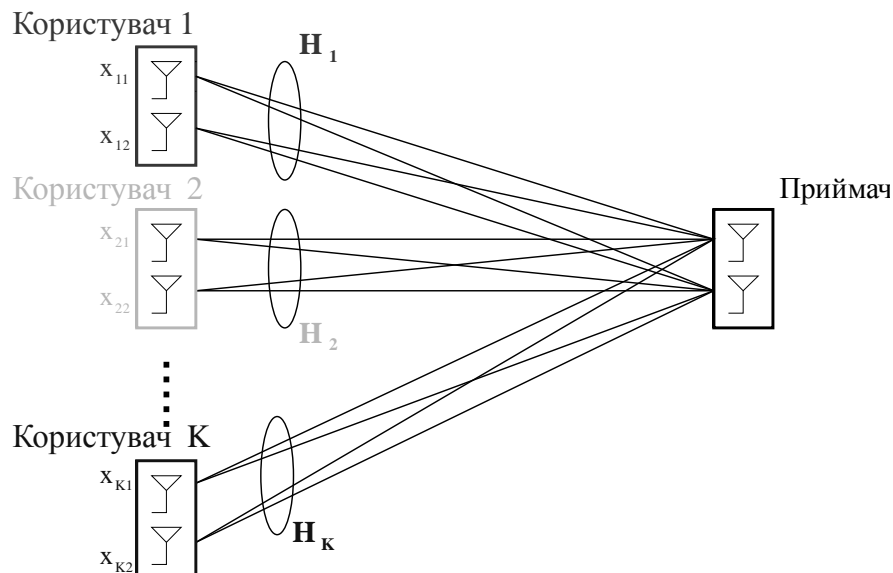


Рис. 1. Модель MIMO-каналу множинного доступу для багатьох користувачів

Прийнятий сигнал подаємо вектором \mathbf{r}

$$\mathbf{r} = \sum_{k=1}^K \mathbf{H}_k \mathbf{x}_k + \mathbf{n}, \quad (1)$$

де \mathbf{H}_k є матриця $n_R \times n_T$, елементи якої є гауссівські випадкові величини; \mathbf{x}_k – це вектор передачі користувача k .

Методика покращення системи станів каналу:

- вибираємо Q_k за всіма станами каналу, з урахуванням середнього обмеження потужності
- застосування методу ітерування.

Вибираємо постійну Q_k (незалежної від стану каналу). Проводимо оптимізацію задачі за умови:

$$C_{\text{sum}} = \max_{\substack{\text{tr}(Q_k) \leq P \\ k=1, \dots, K}} E \left[\log \left| I_{nR} + \sum_{k=1}^K H_k Q_k H_k^+ \right| \right], \quad (2)$$

Напрямки передачі

матриця Q_k має власний розподіл:

$$Q_k = U_{Qk} \Lambda_{Qk} U_{Qk}^+ = \sum_{i=1}^{n_T} \lambda_{ki}^Q u_{ki} u_{ki}^+, \quad (3)$$

де $U_{Qk} = [u_{k1}, u_{k2}, \dots, u_{kn_T}]$, U_{ki} – i -й напрямок передачі, λ_{ki}^Q розподіл потужності за i -м напрямком користувача k .

Для передачі в декількох напрямках потрібно або векторне кодування, або паралельна опрацювання скалярних кодів.

Формування променя

Формування променя є результатом скалярного кодування, в якому

$$Q_k = \lambda_{k1}^Q u_{k1} u_{k1}^+, \quad (4)$$

при $\lambda_{ki} = 0$, для $i \geq 2$ діаграма спрямованості може бути не оптимальна, коли передавачі не мають інформації про якість каналу CSI, або оптимальний, коло така інформація є в наявності.

Визначимо умови, за яких формування діаграми напрямленості є оптимальним для всіх користувачів MIMO-MAC.

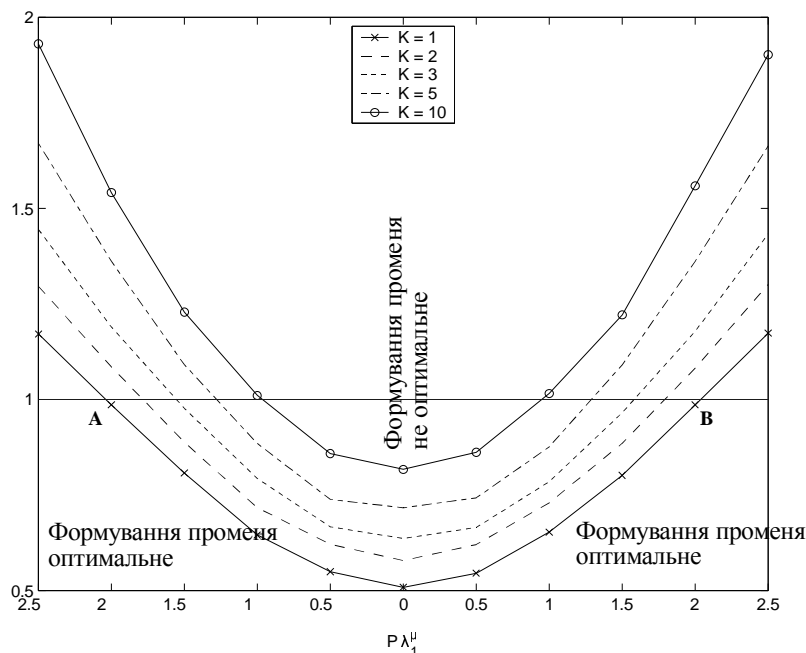


Рис. 2. Область значень, за якої формування діаграми спрямованості оптимально збільшується

Підтримка адаптивних антенних систем стандарту IEEE 802.16

Найважливіша особливість стандарту IEEE 802.16, яка принципово відрізняє його, скажімо, від стандартів IEEE 802.11 a / b / g, – це наявність вбудованих засобів підтримки адаптивних антенних систем (AAS). Зрозуміло, застосування AAS – це не обов'язкова вимога стандарту. AAS – це системи з секторними спрямованими, тобто антенні системи з декількома антенними елемен-

тами. Застосування AAS істотно збільшує потенційну ємність мережі стандарту IEEE 802.16, оскільки в різних секторах БС можлива робота в одних і тих самих каналах. Крім того, спрямовані антени дозволяють істотно зменшувати загальну випромінювану потужність. У результаті знижується і міжканальна інтерференція. Не менш важливе застосування багатоелементних антенних систем для поліпшення проходження сигналів в каналах з завмираннями, так званих методів просторово-часового кодування STC.

Підтримка ASS в специфікації IEEE 802.16 означає модифікацію протоколів на фізичному і MAC-рівнях, наявність спеціальних керуючих і контролюючих повідомлень для роботи з адаптивними антенами (табл. 1).

Таблиця 1

Структура кадрів із зоною AAS

DL-субкадр				UL-субкадр		
звичайна преамбула	заголовок	“Ненаправлені” пакети	AAS-преамбула	AAS DL-зона	“Ненаправлені” пакети	AAS UL-зона

Стандарт допускає в межах одного кадру транслювати як ненапрявлений, так і направлений трафік. Для розмежування зон не-AAS і AAS-трафіку використовуються спеціальні повідомлення. У стандарті IEEE 802.16 використовується схема просторово-часового рознесення, запропонована Аламоуті.

Для розмежування зон не-AAS і AAS-трафіку використовуються два методи: спеціальні повідомлення, так званий механізм Diversity-Map Scan – сканування рознесених карт розподілу каналних ресурсів та метод Direct Signaling, який використовує механізм послідовного розподілу несучих АМС.

Висновки

Розглянуто модель MIMO-систем для мереж стандарту 4G для забезпечення збільшення ефективності розподілу потужності, завадозахищеності, збільшення трафіку безпровідних мереж.

1. Весоловский К., Системы подвижной радиосвязи / Пер. с польск. И.Д. Рудинского; под ред. А.И. Ледовского. – М.:Горячая линия-Телеком, 2006. – 536 с. 2. Сюваткин В.С. и др. WIMAX технология бес-проводной связи, основы теории, стандарты, применение / Под ред. В.В. Крылова, – СПб.: БЧВ – Петербург, 2005. – 368 с. 3. Величко В.В. Передача данных в сетях мобильной связи третьего поколения / Под ред. Чл-кор. РАН Ю.Б. Зубарева, М.: Радио и связь, Горячая линия, – Телеком, 2005. – 332 с. 4.Борисов В.И., Зинчук В.М., Лимарев Ф.Е., По-мехозащищённость систем радиосвязи с расширением спектра сигналов методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты. / Под ред. В.И. Борисова, Изд. 2-е, и доп., – М.: Радио Софт, 2008, – 512 с. 5. Tangemann M., Bigalk U., Hoesck C., Hother M. Sensivity Enhancements of GSM/DCS 1800 with Smart Antennas, Proc. of the Second European Personal Mobile Communications Conference, 1997.