

МОДЕЛЬ МІМО У РАДІОМЕРЕЖІ 4G

*Вус О. С., студент; Булашенко А. В., викладач;
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна*

Призначення мереж безпроводного зв'язку полягає в тому, що вони організовують передачу інформації через радіоканал у заданий час з однієї точки в іншу. В останні роки безпроводні технології розвиваються надзвичайно інтенсивно, ставши одним з основних напрямків розвитку телекомунікаційної індустрії.

У сучасних системах зв'язку існує необхідність підвищення пропускної здатності, наприклад, в стільникових системах зв'язку, високошвидкісних локально-обчислювальних мережах та інше. Пропускна здатність може бути збільшена за допомогою розширення смуги частот або підвищення випромінюваної потужності. Тим не менш, використання цих методів має недоліки, так як через вимоги біологічного захисту та електромагнітної сумісності підвищення потужності та розширення смуги частот обмежена. Тому, якщо в системах зв'язку можливі підвищення випромінюваної потужності та розширення смуги частот не забезпечують необхідну швидкість передачі даних, то одним із найефективніших способів розв'язання цієї проблеми може бути застосування адаптивних антенних решіток зі слабо корельованими антенними елементами. Системи зв'язку, які використовують такі антени, отримали назву МІМО систем (Multiple Input Multiple Output). Часто МІМО застосовується у поєднанні із цифровими технологіями. Перша цифра позначає кількість передавачів, друга — число приймачів. Наприклад, МІМО 2×2 означає, що є 2 передавача і 2 приймача. До речі сказати, це мінімум, необхідний стандартом 802.11n.

МІМО відповідає роботі ЦАР базової станції з одночасним формуванням променів на прийом та на передачу сигналів із декількома абонентськими терміналами.

Систему МІМО необхідно сприймати як сукупність передаючих ЦАР, що працюють у режимі автономного випромінювання сигналів по кожному каналу передачі інформації, та сукупність приймальних ЦАР з сумісною (кооперативною) обробкою усіх сигналів на виходах їх приймачів. Для мінімізації МІМО-систем можна застосовувати 2-х та 4-х елементні ЦАР, що працюють в різних діапазонах. МІМО-системи дозволяють зменшити кількість помилок при радіообміні даними без зниження швидкості передачі в умовах багатьох перевідбивань променю сигналу від перешкод. При цьому, багатоелементні антенні пристрої забезпечують: розширення зони покриття радіосигналами і згладжування в них мертвих зон; використання декількох шляхів поширення сигналу, що підвищує ймовірність роботи по трасам з меншими проблемами завмирання, перевідбиття і т.д.; збільшення пропускної здатності ліній зв'язку за рахунок формування фізично різних каналів

(розділених просторово ортогональними кодами, частотами та поляризацією). Саме для розділення сигналів у MIMO-системах використовуються просторово-часове, просторово-частотне, просторово-поляризаційне кодування та надмірне розрішення сигналів по напрямку їх приходу до приймача. Найпростіша антена MIMO — це система створена з двох несиметричних вібраторів (монополь), орієнтованих під кутом 45° відносно вертикальної вісі. Такий кут поляризації ставить обидва канали у рівні умови, оскільки при горизонтально-вертикальній орієнтації випромінювачів одна із поляризаційних складових отримала б більше згасання при поширенні над землею поверхнею. Сигнали, що незалежно випромінені кожним монополем, поляризовані взаємно ортогональні з достатньо високою взаємною розв'язкою по крос-поляризаційній складовій (не менше 20 дБ). Аналогічна антена використовується і на прийомній стороні. Такий підхід дозволяє одночасно передавати сигнали на однакових несучих з різними способами модуляції. Принцип поляризаційного розділу сигналів забезпечує в двічі збільшити пропускну здатність лінії радіозв'язку порівняно із випадком поодинокого монополя (в ідеальних умовах прямого бачення при ідентичній орієнтації приймальної та передавальної антен). Систему з подвійною поляризацією можна вважати MIMO-системою.

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

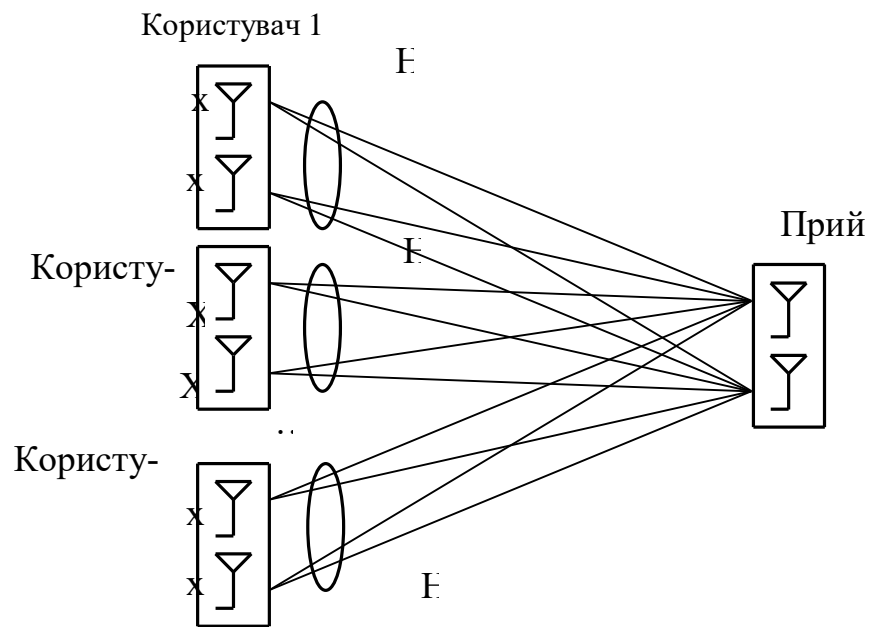


Рисунок 1.

Прийнятий сигнал подаємо вектором r

$$r = \sum_{k=1}^k H_k x_k + n,$$

де H_k — матриця $n_R \times n_r$, елементи якої є гауссівські випадкові величини;

x_k — це вектор передачі користувача k .

Матриця Q_k має власний розподіл:

$$Q_k = U_{Qk} \Lambda_{Qk} U_{Qk}^+ = \sum_{i=1}^{n_T} \lambda_{ki}^Q \mu_{ki} \mu_{ki}^+,$$

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 напрям користувача k . Для передачі в декількох напрямках потрібно або векторне кодування, або паралельне опрацювання скалярних кодів.

Формування променя є результатом скалярного кодування, в якому

$$Q_k = \lambda_{ki}^Q \mu_{ki} \mu_{ki}^+,$$

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.

Перелік посилань

1. Сайко В. Г. О мережі цифрового радіозв'язку і радіодоступу нового покоління / Сайко В. Г., Амірханов Е. Д. — К.: ДУТ. — 2015. — 77 с
2. Весоловский К., Системы подвижной радиосвязи / Пер. с польск. И. Д. Рудинского; под ред. А. И. Ледовского. — М.: Горячая линия-Телеком. — 2006. — 536 с.
3. Борисов В. И. Помехозащищённость системы радиосвязи с расширением спектра сигналов методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты. / Борисов В. И., Зинчук В. М., Лимарев Ф. Е. // Под ред. В.И. Борисова, Изд. 2-е, и доп., — М.: РадиоСофт. — 2008. — 512 с.
4. QuanFang, DaweiMi, and Yingzeng Yin // Progress In Electromagnetics Research Letters. — 2015. — Vol. 55. — pp 75–80.

Анотація

У статті розглянуто модель MIMO-систем для мереж стандарту 4G для забезпечення збільшення ефективності розподілу потужності, завадозахищеності, збільшення трафіку безпроводних мереж.

Ключові слова: радіомережа, мобільний зв'язок, безпроводні системи.

Аннотация

Устатьерассмотрена модель MIMO-систем для сетей стандарта 4G для обеспечения увеличения эффективности распределения мощности, помехозащищенности, увеличение трафика беспроводных систем.

Ключевые слова: радиосистема, мобильная связь, беспроводные систем.

Abstract

The abstracts discussed the model MIMO systems of the 4G standard to provide increased efficiency of power distribution, noise immunity, increased traffic wireless systems.

Keywords: radio system, mobile communications, wireless systems.