

ТЕХНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ДЕКІЛЬКОХ КОРИСТУВАЧІВ

Макаренко А.О., Гринкевич Г.О., Срочинська Г.С.

Державний університет телекомунікацій, Україна

E-mail: makarenkoa@ukr.net

Technical features of projection of multichannel systems for several users

The work presents an analysis of the prospects for the development of standards IEEE 802.11. It is shown that the 802.11ac specification is one of the most significant technology improvements MIMO. Established that the system antenna circuit four to four and three users are the most productive and efficient for standard 802.11ac.

Технологія MU-MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple Output) є спробою вирішення проблеми зростаючого обсягу переданих даних в безпроводових мережах. Завдяки їй, вся пропускна здатність мережі Wi-Fi може бути ефективно використана, а користувачі отримують можливість обміну даними зі швидкістю гігабайт в секунду [1].

З появою пропозицій зі специфікацією 802.11ac значно покращилися радіо-параметри і характеристики нового стандарту.

MU-MIMO спирається на можливість формування променя передачі для встановлення чотирьох одночасних направлених радіочастотних зв'язків. MU-MIMO точка доступу (ТД) використовує розширені методи формування променя для максимізації передачі в напрямку цільового клієнта одночасно зводячи до мінімуму передачу в напрямку небажаних клієнтів через фазово-амплітудну різницю. Цей метод, відомий як метод повторного просторового використання, забезпечує кожного з чотирьох користувачів власним виділеним каналом з повною пропускною здатністю так само, як у стільникових мережах використовують невеликі стільниці і методи повторного використання спектра для збільшення пропускної здатності системи.

У прикладі, показаному на рис. 1, 802.11ac MU-MIMO ТД з чотирма антенами може одночасно передавати кожен просторовий потік на ноутбук, смартфон і планшет окремо [2].

Як і в кожному складному проекті, першим кроком у розробці проекту MU-MIMO є визначення чинників, які мають найбільший вплив на критичні особливості, вартість та продуктивність. Цих чинників є багато, але всі проектні рішення і компроміси опираються на основні два [3]:

- кількість просторових потоків;
- кількість одночасних користувачів.

Кількість просторових потоків. Стандарт 802.11n, що вперше представив MIMO, визначив чотири MIMO потоки як максимально можливу кількість для одночасної передачі одному пристрою. 802.11ac збільшує максимальну кількість потоків MIMO, отриманих станцією призначення, до восьми,

фактично, подвоюючи пропускну здатність мережі 802.11ac у порівнянні з 802.11n.

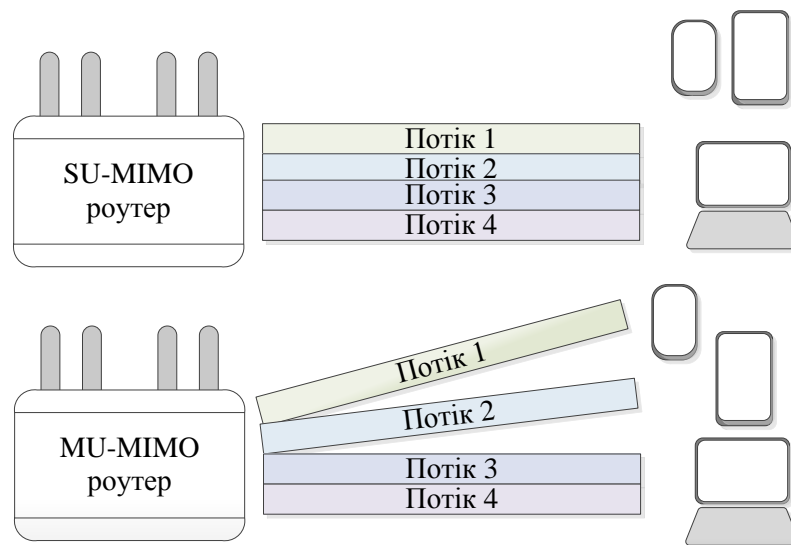


Рис. 1. Принцип дії SU-MIMO і MU-MIMO

Кількість просторових потоків і швидкість передачі разом вказують на потенційну пропускну спроможність і кількість підтримуваних пристроїв. Якщо кожен просторовий потік потребує виділеного каналу прийому/передачі, то ТД стандарту 802.11ac конфігурації 8x8, здатна підтримувати всі вісім просторових потоків, потребує вісім незалежних каналів і антен. Робота на повній потужності ТД стандарту MIMO в конфігурації 8x8 вимагає конфігурації клієнта також 8x8, що є не практично.

Багатьма з пристроїв, які підключаються до Wi-Fi мереж все частіше стають мобільні пристрої, такі як смартфони і планшети, які, як правило, підтримують конфігурацію 1x1 або 2x2. MU-MIMO дозволяє кільком клієнтам розділяти велику кількість потоків ТД.

Кількість одночасних користувачів. 802.11ac MU-MIMO специфікація визначає конфігурацію, що підтримує до чотирьох одночасних MIMO каналів. Додавання можливості підтримки кожного додаткового користувача збільшує загальну вартість рішення. Але, MU-MIMO формування променя вводить кілька інших компромісів, які мають ще більш значний вплив, і, отже, також повинні бути розглянуті до прийняття рішення про кількість підтримуваних користувачів.

Для роботи MU-MIMO, у 802.11ac включено механізми зондування каналу. Кожен клієнт встановлює зворотний зв'язок, де передає інформацію про стан каналу, і ця інформація використовується ТД для застосування необхідних параметрів потужності передачі для кожного просторового потоку. Після того, як канал зондування забезпечує ТД чіткою картинкою про стан його середовища, ТД застосовує механізм формування променя для передачі сигналу в бажаному напрямку і нівелювання передачі сигналу у небажаному напрямку.

На практиці процес формування променя недосконалий, і частина енергії просторового потоку виникає у вигляді бічних пелюсток. Ці дрібні промені виходять з обох боків від основного променя і направлені на декілька градусів в

сторони від вісі основного променя. Хоча це і не є проблемою для SU-MIMO, але два суміжних потоки MU-MIMO починають заважати один одному, як тільки їх бічні пелюстки починають перекриватися. Наявність цього втручання створює додатковий шум каналу.

Число одночасно підтримуваних користувачів ТД сильно впливає на підходи по проектуванню систем MU-MIMO. Додавання четвертого просторового MU-потoku додає міжпотокову інтерференцію, але збільшує кількість доступних просторових потоків. Так що є компроміс. Яке рішення забезпечує кращу пропускну здатність мережі? Це залежить від навколишнього середовища каналу багатопроменевого розповсюдження. Багатопроменеві характеристики внутрішнього каналу визначають скільки перешкод створюється при додаванні ще одного MU-потoku. Досить завантажене середовище підтримує до трьох просторових потоків з допустимою інтерференцією, забезпечуючи при цьому найвищий рівень роботи схеми модуляції та кодування. При додаванні четвертого потоку, інтерференція перешкоджає роботі найвищих рівнів модуляції та кодування, і, таким чином, пропускну здатність знижується.

При проектуванні систем MU-MIMO необхідно дотримуватись наступних важливих висновків [3]:

- система в конфігурації 4 на 4 з трьома користувачами досягає максимальної продуктивності і стабільності роботи MU-MIMO. ТД з 4 антенами і 3-ма користувачами N+1 дає можливість MU-MIMO методу формування променя набагато ширший діапазон руху шляхом зменшення інтерференції і підвищення загальної пропускну спроможності каналу.

- ТД такої конфігурації забезпечує повноцінну роботу MU-MIMO для підтримки високої пропускну здатності низхідної лінії зв'язку і підвищує дальність дії для більш простих (не MIMO) клієнтів.

- за багатьох умов, додавання четвертого користувача значно зменшує доступну пропускну спроможність системи, продуктивність і швидкість передачі.

Висновки. 802.11ac з MU-MIMO призначений для забезпечення потужності і продуктивності, необхідної для підтримки сучасних пристроїв та додатків, і відкриває нові можливості для майбутніх додатків. Але його широке поширення і впровадження залежить від наявності 802.11ac рішень з MU-MIMO, які забезпечать усі переваги технології в порівнянні з обладнанням попереднього покоління 802.11n.

Література

1. MU-MIMO - революція в Wi-Fi [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <http://itbusiness.com.ua/hardnews/1315-mu-mimo-revoluytsiya-v-wi-fi.html> (02.03.2016.)
2. Difference between single user MIMO vs Multiuser MIMO [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <http://www.rfwireless-world.com/Terminology/single-user-MIMO-vs-multiuser-MIMO.html> (02.03.2016.)
3. 802.11ac MU-MIMO: Bridging the MIMO Gap in Wi-Fi / Qualcomm Atheros Inc. – January, 2015. - 14 p.