

ТРАНСПОРТНІ БЕЗПРОВОДОВІ МЕРЕЖІ ДЛЯ СИСТЕМ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ 5-ГО ПОКОЛІННЯ

Малецький Д.В., Кравчук С.О.

Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна

E-mail: DMIAML@ukr.net

Wireless backhaul networks for 5G mobile communication systems

Two typical small cell scenarios are configured to analyze the wireless backhaul traffic. The energy efficiency of wireless backhaul networks is compared in two typical small cell scenarios.

Очікується, що деякі потенційні технології передачі зможуть забезпечити підтримку зростаючих в 1000х об'ємів безпроводового трафіку. MIMO технології прийняті для покращення спектральної ефективності до 10-20 разів в тій самій частотній смузі. Технологія зв'язку на міліметрових хвилях досліджується, щоб бути впровадженою в стільникові мережі, зможе забезпечити частотну смугу більше ніж на 100 МГц. Використання цих технологій призведе до зменшення зони покриття стільників і стане причиною появи мікростільників в 5G мережах. Виникає потреба в повторному перегляді рівнів системи та архітектури. Саме тому, дана тема є актуальною в наш час.

Одним з рішень, для задоволення потреби гігабітного рівня інформаційного трафіку в економічний та екологічний спосіб, є мережа з мікро стільниками, що щільно розміщені за допомогою малих базових станцій (SBS), які само організуються, є недорогими і споживають малу потужність. В такому разі виникає проблема, направити масивний транспортний трафік до базової мережі та уникнути сигнального завантаження на вузлах мережі, що зросте в зв'язку з частою передачею обслуговування (ПОБ) та погіршеною мобільною надійністю, яка спричинена зростанням ПОБ та помилок радіоз'єднання.

Для детального дослідження та порівняльного аналізу пропускної здатності та енергоефективності безпроводових мереж 5G розглядаючи мікростільники і зв'язок за допомогою міліметрових хвиль, запропоновано два рішення. Також проведено оцінку моделі безпроводового транспортного трафіку базуючись на двох рішеннях з різними спектральними ефективностями.

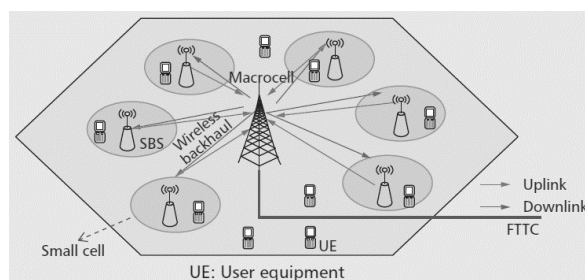


Рис.1 Логічна архітектура центрального рішення.

Перший варіант транспортної мережі, визначений як центральне рішення, представлено на рис.1.

Базова станція в макростільнику (MBS) розташовується в центрі макростільника, а малі базові станції (SBS) рівномірно розподілені в ньому. Всі SBS налаштовуються на однакову потужність передачі та зону покриття. На рис. 1 трафік бездротової транспортної мережі мікро стільників передається до MBS за допомогою каналу зв'язку в міліметровому діапазоні хвиль, потім об'єднаний «транспортний» трафік направляється з MBS до центральної мережі за допомогою з'єднання «волокно до стільника» (FTTC). Логічні інтерфейси, S1 та X2, які використовуються для направлення транспортного трафіку в центральному рішенні. S1 слугує, як канал для користувацьких даних від підвідного шлюзу до MBS, підвідний шлюз – вхід до центральної мережі. X2 уможливорює взаємний обмін інформацією між мікро стільниками.

Друге рішення для транспортної мережі визначене як розподілене рішення представлено на рис. 2.

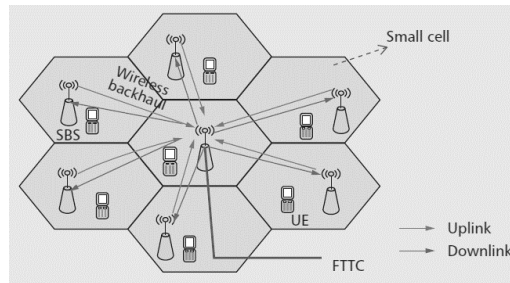


Рис.2 Логічна архітектура розподіленого рішення.

В порівнянні з центральним рішенням на рис.1, в ньому не має MBS, що збирає весь транспортний трафік від мікро стільників і весь трафік транспортної мережі передається до обумовленої SBS, яка з'єднана з базовою мережею з'єднаннями типу «волокно до стільника». На рис. 2 прийнято, що всі SBS рівномірно розподілені по території. Трафік транспортної мережі SBS переданий сусідніми SBS з використанням зв'язку на міліметрових хвилях. Функції логічних інтерфейсів S1 та X2 така ж як і в центральному рішенні.

Більшість трафіку утворюється користувацькими даними. Однак, надлишок транспортного трафіку спричинений протоколами передачі на інтерфейсах S1 і транспортним трафіком про ПОБ між сусідніми мікро стільниками є важливою частиною транспортного трафіку. Приймається що всі мікро стільники мають однакову смугу частот і середню спектральну ефективність.

Трафік транспортної мережі в центральному рішенні включає трафік аплінку та даунлінку в макростільнику та в мікростільниках. Прийнято, що трафік транспортної мережі збалансований в кожному мікро стільнику. Загальна кількість мікро стільників в макростільнику обрана як N. Згідно з [1] загальна пропускна здатність аплінку транспортної мережі в центральному рішенні розраховується

$$TH_{sum-up}^{centra} = N \cdot TH_{small-up}^{centra} \cdot TH_{macro-up}^{centra} \quad \text{і} \quad \text{даунлінку} \quad TH_{sum-down}^{centra} = N \cdot TH_{small-down}^{centra} \cdot TH_{macro-down}^{centra}$$

Як наслідок, загальна пропускна здатність транспортної мережі в центральному рішенні є сума $TH_{sum}^{centra} = TH_{sum-up}^{centra} + TH_{small-down}^{centra}$

В розподіленому рішенні, сусідні мікростільники кооперативно направляють трафік транспортної мережі до спеціальної базової станції мікро стільника (SBS). Крім того, не тільки канална інформація але також дані користувача обмінюються в сусідніх кооперативних SBS. Сусідні об'єднані мікро стільники структуровані в спільний кластер, кількість сусідніх мікро стільників в кластері прийнята рівною K .

Загальна пропускна здатність транспортної мережі розподіленого рішення визначається як

$$TH_{sum}^{dist} = K \cdot (TH_{small-up}^{dist} + TH_{small-down}^{dist}).$$

Розглядаючи пропускну здатність безпроводової транспортної мережі в центральному рішенні, енергетична ефективність центрального рішення як

$$\eta_{centra} = TH_{sum}^{centra} / E_{system}^{centra}$$

Енергетична ефективність розподіленого рішення визначена як

$$\eta_{dist} = TH_{sum}^{dist} / E_{system}^{dist}$$

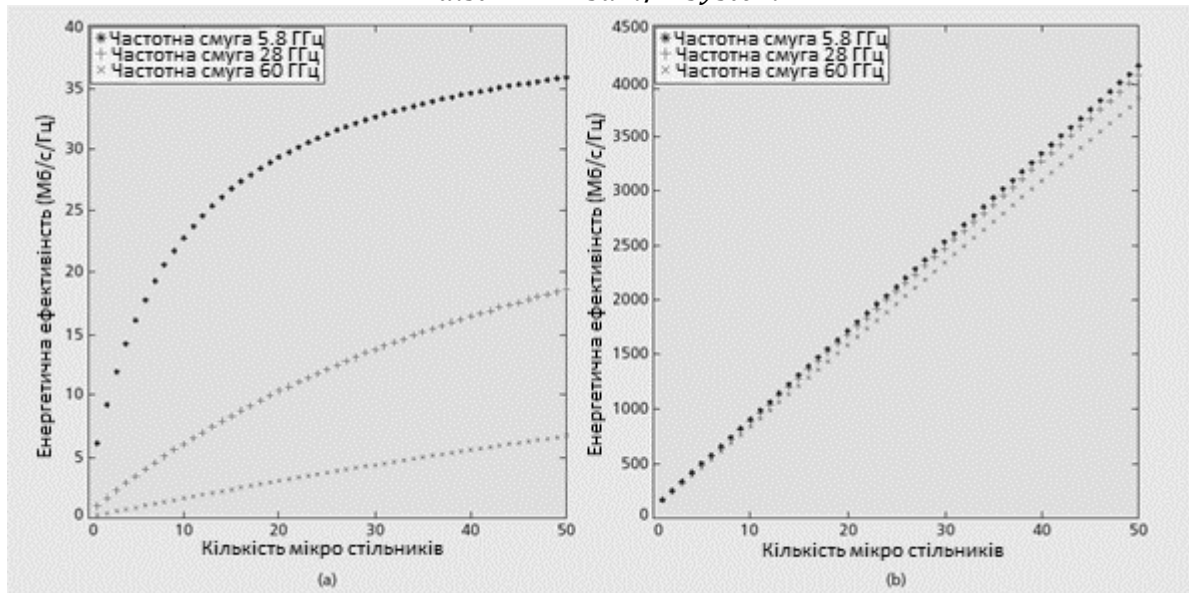


Рис. 3 Енергетична ефективність транспортної мережі з врахуванням кількості мікро стільників для різних частотних смуг: а) центральне та б) розподілене рішення.

Досліджено шляхи розвитку безпроводової транспортної мережі 5-го покоління задля забезпечення високої пропускної здатності та низького енергоспоживання. Два типові способи реалізації з мікро стільниками створені для аналізу безпроводового транспортного трафіку в майбутніх 5G мережах. Числові результати свідчать про те, що розподілене рішення має вищу енергоефективність ніж центральне в безпроводових транспортних мережах 5G.

Література

1. 5G Wireless Backhaul Networks: Challenges and Research Advances / X.Ge, H. Cheng, M. Guizani, T. Han. // IEEE Network. – 2014.