

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ В ГЕТЕРОГЕННИХ МЕРЕЖАХ СТАНДАРТУ LTE

Вирішення завдання забезпечення необхідної питомої швидкості передачі інформації в місцях з незадовільним рівнем сигналу вимагає наявності в цих локаціях гетерогенних мереж, до складу яких входять фемтостільники. Підвищення питомої швидкості передачі інформації на кордоні стільника є важливою науково-технічною задачею, яка може бути вирішена зниженням міжстільникової інтерференції в мережі. В результаті аналізу публікацій з даної проблематики було встановлено, що традиційні способи зниження внутрішньосистемних перешкод в гомогенних мережах (технологія координації між стільниковою інтерференцією ICIC Release 8), такі як метод PFR і SFR можуть поліпшити спектральну ефективність (SE) на кордоні сектора на величину до 150%; при цьому спостерігається зменшення середньої SE до 30%. Ефективно показали себе модифіковані методи, основані на розподілі абонентам ресурсних блоків із застосуванням Угорського алгоритму.

Однак технологія ICIC в частотній області орієнтована на гомогенні мережі і ефективна при захисті від внутрішньосистемних перешкод тільки фізичних каналів даних, а не каналів управління, що не дозволяє використовувати їх в гетерогенних мережах. Цей недолік усувають методи посиленої координації міжстільникової інтерференції eICIC 3GPP Release 10: Carrier aggregation в частотній області і Almost Blank Subframes в часовій. Carrier aggregation дозволяє уникнути внутрішньосистемних перешкод завдяки розподілу даних і керуючої інформації які створюють інтерференцію стільників в одні і ті ж моменти часу на різні несучі. Але ряд недоліків, таких як відсутність підтримки цієї технології абонентськими пристроями ранніх релізів, підвищені вимоги до побічних випромінювань, максимальної потужності і інші чинники, пов'язані з суміщенням різних радіочастот в одному пристрої, а також неможливість агрегувати всі частотні діапазони не дають використати цей спосіб максимально ефективно.

У зв'язку з цим пропонується удосконалення методів зниження внутрішньосистемних перешкод в часовій області за допомогою ABS - алгоритму. Ключовим моментом при цьому є визначення процентного вмісту ABS - субкадрів, оптимальних з точки зору підвищення середньої та граничної питомої швидкості передачі. Вибір може бути здійснений одним з трьох способів: емпіричним, на основі аналітичного розрахунку і з застосуванням алгоритмів. В якості такого алгоритму розглядається модифікований в часовій області метод посиленої координації міжстільникової інтерференції (eICIC). Для балансування навантаження в гетерогенних мережах застосовується метод CRE, ідея якого полягає в тому, що значення RSRP, отримане від фемтостільників, штучно збільшується на деяке значення. Це дозволяє абонентам підключатися до фемтостільників, незважаючи на те, що від них отримано не максимальне значення RSRP.

Розглядалася система з одним макростільниками і одним фемтостільником. За допомогою моделювання порівнювалися середня і гранична питома швидкість передачі інформації для двох сценаріїв навантаження: обидва стільники перевантажені, перевантажені тільки фемтостільники. Коли обидва стільники перевантажені, після застосування алгоритму гранична питома швидкість передачі в частотних каналах абонентів фемтостільників збільшилася в 1.69 рази, абонентів макростільниками – зменшилася 3.81 рази. Середня питома швидкість передачі в частотних каналах абонентів фемтостільників збільшилася в 1.77 раз, абонентів макростільниками – зменшилася в 2.41 рази, коефіцієнт $\alpha = 0.4$.

Оскільки надмірна кількість ABS - субкадрів в загальному переданому потоці зменшує час обслуговування абонентів макростільниками, їх питома швидкість передачі зменшується.

Коли перевантажені фемтостільники, а макростільники недовантажені після застосування алгоритму гранична питома швидкість передачі в частотних каналах абонентів фемтостільників збільшилася в 6.95 рази, абонентів макростільниками - зменшилася 1.13 рази. Середня питома швидкість передачі в частотних каналах абонентів фемтостільників збільшилася в 6.816 раз, абонентів з макростільниками – зменшилася в 1.19 раз. Коефіцієнт $\alpha = 0.6$. Зменшення питомої швидкості передачі для абонентів макростільників в даному випадку слабо виражене через низьку щільність макро абонентів в стільнику.

Порівнюючи граничної швидкості передачі в частотних каналах абонентів можна зробити висновок, що значення, які моделюються, задовольняють розкиду середніх стандартизованих значень 0.08 – 0.12 біт / с / Гц (специфікація 3GPP).