

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ МЕРЕЖІ 5G ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ D2D

*Гладун В. В., студент; Булашенко А. В., ст. викл.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна*

Останнім часом здійснюється випробування мереж 5G на різних частотах міліметрового діапазону. Широка смуга спектру дозволяє збільшувати швидкість передачі даних та зменшувати затримки мережі. Цей діапазон має досить невелику дальність зв'язку, тому мережу необхідно обладнати великою кількістю базових станцій, але це призводить до пониження ефективності мережі за рахунок пониження використання цих базових станцій, що не завжди ефективно.

Для вирішення цієї проблеми використовують технологій D2D (device to device) [1]. Вони реалізуються за допомогою ліцензованого спектру, що надається оператору рухомого зв'язку мережі 5G, так і засобами не ліцензованого засобами такими, як Wi-Fi-Direct. В першому випадку кажуть про кластирезацію всередині смуги, а у другому про кластирезацію за межами смуги [2].

Технологія D2D дозволяє взаємодіяти двом або декільком користувачам без участі мережі. У випадку пошкодження мережі або з метою підвищення якості обслуговування, пристрої що розташовані близько можуть взаємодіяти один з одним. Для реалізації D2D-комунікацій в 3GPP створили LTE-Direct. Його особливість є те, що базова станція (БС) контролює лише виділення частотного ресурсу між пристроями, а користувачькі пристрої обмінюються даними безпосередньо. Це дозволяє знизити навантаження мережі та зменшити затримку [3].

Існує чотири основні типи D2D комунікацій. За першого типу пристрої знаходяться на межі комірки або за межами зони покриття БС, а для з'єднання з БС використовують інші пристрої у якості ретранслятора. За другого типу два пристрої безпосередньо взаємодіють між собою, а через БС проходить лише сигнальний трафік. За третього типу два пристрої взаємодіють між собою використовуючи один пристрій або групу пристроїв у якості ретранслятора без участі БС. За четвертого типу два пристрої взаємодіють без посередників.

Для забезпечення високої якості (пропускна здатність, затримка) обслуговування мережі необхідно вибирати оптимальну структуру D2D. Основними структурними параметрами є дальність зв'язку, радіус зв'язку та кількість ретрансляторів. Ці параметри є взаємозалежними з пропускною здатність та затримкою.

Залежність загасання від відстані за моделлю Фріса на дворі

$$A(d) = 20 \log \left(\frac{\lambda \sqrt{G_R \cdot G_T}}{4\pi d} \right),$$

де G_R – коефіцієнт підсилення приймальної антени, G_T – коефіцієнт підсилення передавальної антени.

Залежність загасання від відстані у приміщеннях

$$A(d) = 20 \log(f) + N \log(d) + Lf(n) - 28,$$

де N – коефіцієнт втрат, f – частота втрат, $Lf(n)$ – коефіцієнт, що враховує втрати при проходженні сигналу через перешкоду.

Потужність сигналу на вході приймача

$$P_R(d) = P_{TX} - A(d),$$

де P_{TX} – потужність, що випромінюється передавачем, дБм.

Залежність досягнутої швидкості передачі даних в каналі від відстані

$$B(d) = B(P_R(d)),$$

де $B(P_R)$ – функція, що визначається стандартом IEEE 802.11х.

На рис. 1а наведена залежність загасання від відстані між передавачем та приймачем за умови, що $G_R = G_T = 1$, а потужність передавача 0.5 Вт. На рис. 1б наведена залежність швидкості передачі в каналі зв'язку від відстані.

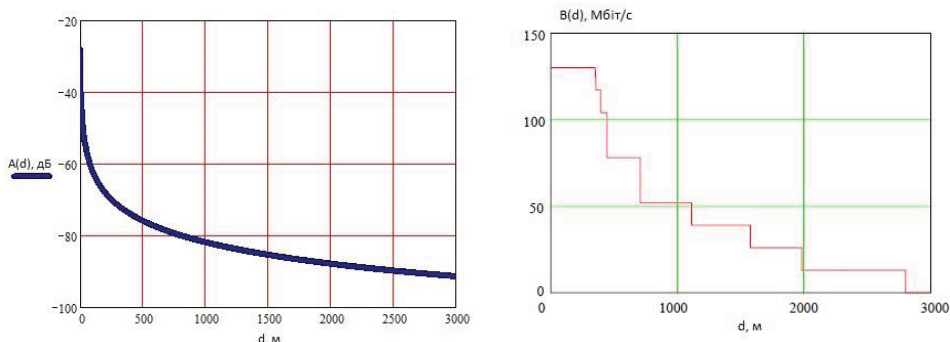


Рисунок 1. Залежність загасання від відстані (а) та пропускної здатності від відстані (б) на вулиці

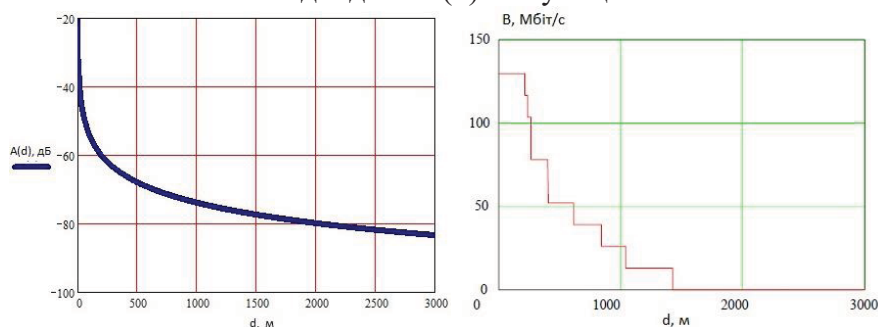


Рисунок 2. Залежність загасання від відстані (а) та пропускної здатності від відстані (б) у приміщенні

Із рис. 1 бачимо, що швидкість передачі даних зменшується до величини менше 19 Мбіт/с на відстані більше 2 км від приймача. Таким чином, така модель забезпечує пропускну здатність біля 19Мбіт/с на відстані 2 км.

Отже, для забезпечення зв'язності елементів мережі та забезпечення необхідної пропускної здатності необхідно певним чином організувати структуру D2D комунікацій, що вирішується шляхом правильного вибору вузла ретрансляції.

Якщо можна здійснювати зміну відстані між вузлами мережі зв'язку, тобто це забезпечує можливість розмістити вузли мережі таким чином, коли маршрут буде забезпечувати необхідну пропускну здатність. Це забезпечує зв'язність мережі та необхідний рівень якості обслуговування.

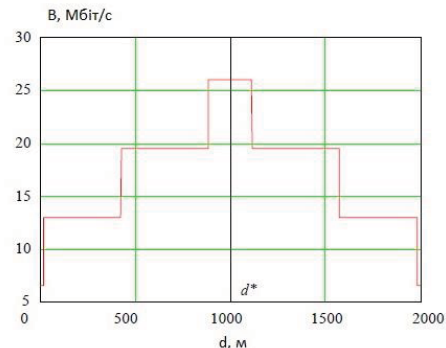


Рисунок 3. Залежність пропускної здатності від відстані між передавачем та транзитним вузлом

В модель додається транзитний вузол $0 < k < 1$ на відстані від передавача d^* , щоб забезпечити пропускну здатність

$$B(d) = \min\{kB(d^*), kB(D - d^*)\}.$$

Отже, задачі забезпечення якості у мережах 5G вирішується за допомогою технології D2D комунікацій за рахунок методу вибору оптимальної точки розміщення транзитного вузла.

Перелік посилань

1. Kaufman B. Spectrum sharing scheme between cellular users and ad-hoc device-to-device users / Kaufman B, Lilleberg J., Aazhang B. // IEEE Transactions on Wireless Communications. – 2013. – Vol. 12. – pp. 1038–1049.
2. Мутханна А.С. D2D - комунікації в сетях мобільної зв'язи п'ятого покоління 5G/ Мутханна А.С., Кучерявий А.Е. // Информационные технологии и телекоммуникации, СПбГУТ (Санкт-Петербург). – 2014. – Vol. 8, No. 4– С. 51-6.
- 3, Lei L. Operator Controlled Device-to-Device Communications in LTE-Advanced Networks / Lei L. et al. // IEEE Wireless Commun. – 2012. – Vol. 19, No. 3. – PP. 96-104.

Анотація

Представлені способи підвищення ефективності системи 5G за допомогою технології D2D за рахунок правильного вибору вузла ретрансляції.

Ключові слова: пристрій-пристрій, пропускну здатність.

Аннотация

Представлены способы повышения эффективности системы 5G с помощью технологии D2D за счет правильного выбора узла ретрансляции.

Ключевые слова: устройство-устройство, пропускная способность.

Abstract

Ways to increase the efficiency of the 5G system using D2D technology due to the correct selection of the relay node are presented.

Keywords: device-to-device, bandwidth.