

*Токарєв В.В., канд. тех. наук, доцент, Туті Пауло Буєіа, студент
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків
Кафедра електронних обчислювальних машин, доцент*

ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ШЛЯХОМ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІРУ КАДРУ У МЕРЕЖАХ WI-FI

В даний час на практиці широко використовуються локальні комп'ютерні мережі на основі стандартів IEEE 802.11b/g/n/ac [1]. Однак зазначені в стандартах швидкості, є технічними швидкостями передачі сигналів по каналах зв'язку, які помітно відрізняються від ефективної швидкості передачі інформації, тобто швидкості видачі інформації одержувачу на стороні клієнта. Зниження ефективної швидкості пов'язано з необхідністю передачі службової інформації, введенням необхідних технологічних пауз між кадрами, а також необхідністю повторної передачі кадрів в разі виникнення колізій або помилок при передачі.

Вибір максимально-допустимої довжини кадрів даних впливає на продуктивність комп'ютерних мереж (пропускну здатність і тимчасові затримки). Умовно, мережевий пакет можна розділити на дві частини: службова інформація фіксованого обсягу, куди входить преамбула, заголовки фізичного і канального рівнів і «корисні» дані змінної довжини [4].

Відношення обсягу службової інформації до обсягу «корисних» даних визначає ефективність мережевої передачі [1]. З цієї точки зору, чим більше максимально-дозволена довжина кадру, тим вище ефективність. Для більш точної оцінки необхідно додатково враховувати обов'язкові міжкадрові інтервали (SIFS, DIFS, BO та ін.), А також наявність службових кадрів, наприклад, ACK.

С іншого боку, збільшення довжини кадру призводить до погіршення тимчасових характеристик комп'ютерної мережі, оскільки збільшується час зайнятості середовища передачі кожним абонентом [6].

Крім того, зі збільшенням загальної довжини кадру збільшується і ймовірність його спотворення через вплив перешкод. Облік даного чинника особливо актуальний для бездротових мереж, в яких імовірність бітової помилки BER (Bit Error Rate) на кілька порядком перевищує аналогічний показник в кабельних мережах.

У мережах Wi-Fi поширеним значенням ймовірності бітової помилки є $10^{-5}..10^{-6}$, в той час як для мереж Gigabit Ethernet, побудованих з використанням кручений пари, цей показник оцінюється на рівні $10^{-9}..10^{-10}$, а при використанні волоконно-оптичного кабелю знижується до 10^{-12} .

Незважаючи на використання в бездротових мережах просунутих алгоритмів корекції помилок, імовірність спотворення кадрів FER (Frame Error Rate) досить часто перевищує 10%, що тягне за собою збільшення кількості повторних передач і, як наслідок, зниження пропускної здатності. У цьому випадку виробники бездротового мережевого обладнання [5] рекомендують зменшувати поріг фрагментації переданих кадрів даних.

У роботах [2,3] запропонована модель оцінки пропускної здатності бездротових мереж Wi-Fi в залежності від розміру мережевого кадру (службового заголовка та поля даних) з урахуванням ймовірності бітової помилки:

$$\text{Bandwith} = \left(\frac{D}{H+D} \right) \times (1 - \text{BER})^{H+D} \times V \quad (1)$$

де D - розмір заголовка, біт; BER - ймовірність бітової помилки; V - швидкість передачі, Мбіт / с.

Перший із співмножників визначає відношення обсягу корисних даних загального обсягу мережевого пакету, включаючи заголовок. Його значення менше одиниці, проте, збільшується зі збільшенням параметру D (розмір

заголовка вважається фіксованим). В результаті пропускна здатність наближається до швидкості передачі.

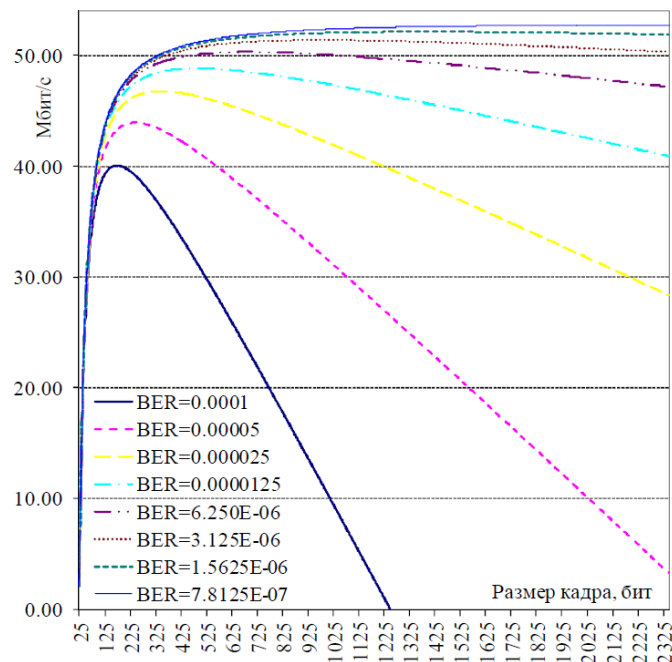


Рис. 1. Залежність пропускної здатності від довжини кадру в мережах Wi-Fi з урахуванням ймовірності бітової помилки BER

Другий співмножник визначає ймовірність безпомилкової передачі кадру даних, яка, при заданому значенні BER, буде зменшуватися зі збільшенням довжини кадру, що призведе до зниження пропускної здатності мережі через необхідність повторної передачі спотворених кадрів.

На рис. 1 представлені графіки залежності пропускної спроможності від розміру кадру даних при фіксованих значеннях бітової помилки і швидкості передачі, що дорівнює 54 Мбіт / с. Як видно, фактор росту пропускної здатності зі збільшенням довжини кадру є домінуючим до деякого порогового значення, після чого вирішальну роль починає грати зниження пропускної здатності через збільшення повторних передач спотворених кадрів при подальшому збільшенні їх розміру.

Як розвитку цієї теми, в майбутньому, планується вивести формулу для оцінки оптимального розміру кадру даних в залежності від рівня бітової

помилки BER. Отриманий результат можна буде порівняти з моделлю, представленою в [1].

Для підвищення пропускної здатності на каналному рівні пропонується кілька способів [3]:

а) передача групи кадрів зі зменшеною, порівняно з короткою міжкадровою паузою SIFS, міжкадровою паузою RIFS і одним підтвердженням безпомилкового прийому всієї групи;

б) підсумкову передачу кадрів без міжкадрових пауз із запитом групового підтвердження прийому;

в) підсумкову передачу кадрів без міжкадрових пауз з одним кадром підтвердження правильності прийому агрегованого блоку з неявним запитом підтвердження.

Література

1. Зеленая ИТ-инженерия. Т. 1: Принципы, модели, компоненты / В. С. Харченко и др.; под ред. В. С. Харченко. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "ХАИ", 2014. – 629 с.
2. Lettieri, P. Adaptive frame length control for improving wireless link throughput, range, and energy efficiency / P. Lettieri, MB Srivastava // Proc. IEEE INFOCOM'98 Conference on Computer Communications, vol. 2, P. 64-71, 1998..
3. Srivastava, M. Power-Aware Communication System / In M. Pedram, JM Rabaey (Eds.). Power Aware Design Methodologies.- NY: Kluwer Academic Publishers, 2002. - P. 297-334.
4. Радченко В. А. Мобильная подсистема "мультикоптер–сенсорная сеть" в компьютерной системе хранения Big Data / В.А. Радченко, Д.А. Руденко, В.Н. Ткачев, В.В. Токарев // Системи управління, навігації та зв'язку. - 2017. - Вип. 4. - С. 102-105. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/suntz_2017_4_21.
5. Geier, J. Designing and Deploying 802.11n Wireless Networks/ J. Geier. - Indianapolis: Cisco Press, 2010 року. - 499 p.
6. Ткачов В.М. Проблема передачі Даних типу big data у мобільній системі "мультикоптер - сенсорна мережа" / В.М. Ткачов, В.В. Токарев, В.О. Радченко, В.О. Лебедєв // Системи управління , навігації та зв'язку. - 2017. - Вип. 2. - С. 154-157. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/suntz_2017_2_40.