

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОВЖИНИ ПАКЕТІВ ВЕРХНІХ РІВНІВ НА ЕФЕКТИВНУ ШВИДКІСТЬ ПЕРЕДАЧІ ДЛЯ СТАНДАРТУ WI-FI**

*В даній роботі проводились дослідження впливу довжини кадрів верхніх рівнів моделі OSI на ефективну швидкість передачі інформації для мереж стандарту 802.11n Wi-Fi, як для каналу без інтерференційних завад, так і при їх дії.*

*Ключові слова: структура кадру стандарту 802.11n, мережі, довжина пакетів, інтерференційні завади, швидкість передачі.*

D. MICHALEVSKIY, M. GUZ, R. KRASOTA  
Vinnytsia national technical university

**STUDY THE INFLUENCE OF LENGTH OF THE PACKAGES OF THE HIGHEST LEVEL ON EFFECTIVE SPEED TRANSMISSION ON WI-FI NETWORKS**

*Abstract. In this paper was studied the influence of the length of the frame of the upper levels of the OSI model for effective information rate used by channels with interference and without interference for WIFI network 802.11n.*

*Examined frame format and structure MSDU and MPDU that are formed at the physical and data link layer. Were proposed structure of the network based on wireless access point, subscriber device with wired channel and subscriber device with a wireless channel. During the conducted research found that for maximum transfer rate can use the top-level staff of no more than 4096 bytes for band channel 20 MHz and 40 MHz for the band for the 802.11 Wi-Fi standard. Transmission rate in channel of 40 MHz to fall more for frames less of 4096 bytes not above than two times, in contrast to the 20 MHz band, where the fall in some cases reached more than four times for action interference noise.*

**Key words:** frame structure standard 802.11n, network, packet length, interference noise, speed.

**Вступ**

Сукупність стандартів безпроводних мереж 802.11x є однією із складових локальних мереж стандартів 802.x. Особливістю їх архітектури полягає у використанні двох нижніх рівнів моделі OSI – фізичного та канального [1]. По суті, основну специфіку передачі інформації стандартів 802.11, визначає канальний рівень, що забезпечує завадостійку передачу сигналу безпроводними каналами. На даний час, спостерігається значне використання цих стандартів для побудови та організації доступу до інфокомунікаційних послуг, як для невеликих локальних домашніх мереж, так і на рівні корпоративних. При побудові таких мереж необхідно забезпечити можливість підмикання абонентів по всій території покриття. А це, в свою чергу, реалізується за допомогою методів та засобів діагностики і контролю їх параметрів.

Виходячи із цього, кожен різновид стандарту 802.11 має свої заявлені пікові значення пропускну здатності каналу. Але на практиці ефективна швидкість передачі інформації є набагато нижчою. Цьому сприяють такі основні фактори: швидкість передачі між обладнанням значно зменшується від відстанні; наявність завад у середовищі передачі [2], та необхідність передачі великої кількості службової інформації. Наприклад, станція немає можливості виявляти колізію під час передачі інформації із-за використання напівдуплексних прийомо-передавачів, при цьому використовується алгоритм повторної передачі кадру підтвердження прийому.

Між верхніми рівнями мережі та канальним рівнем стандарту 802.11, на підрівні керування логічним зв'язком (LLC), виконується формування сервісних пакетів даних MSDU [3]. Можна припустити, що використання пакетів різної довжини на верхніх рівнях (наприклад кадр IP може мати довжину до 65 535 байт) може мати вплив на ефективну швидкість передачі у безпроводному каналі. Тому, метою даної роботи є дослідження впливу довжини кадрів верхніх рівнів на характеристики безпроводного каналу, що є актуальним при розробці нових ефективних методів діагностики та контролю мереж стандарту 802.11 Wi-Fi.

**Структура кадру**

Як і будь-яка мережа, стандарт 802.11 передбачає формування власних типів кадрів [2]. Ці кадри формуються на фізичному та канальному рівні. Із верхніх рівнів інформація та службова інформація протоколів верхніх рівнів формується у сервісний пакет даних MSDU. Потім на канальному MAC підрівні, формується пакет даних протоколу MPDU, який містить в собі службову інформацію для ідентифікації пакетів MSDU. Крім того пакет додатково містить циклічний надлишковий код для перевірки правильності передачі. Структура кадру для стандарту 802.11 наведено на рис. 1.



Рис. 1. Структура кадру MPDU

В наведеній вище побудові кадру можна виділити три головних частини: MAC заголовок, поле даних (ПД) та поле циклічного надлишкового коду (ЦНК). Заголовок приймає участь у операціях передачі інформації яка міститься у полі даних від одного Wi-Fi інтерфейсу до іншого. Перше поле заголовку є керуючим (КП) та містить в собі службову інформацію про: версію протоколу, функцію кадру, вхідний чи вихідний кадр, встановлення шифрування, керування потужністю.

Поле мережного вектора розміщення (ПМВР) виконує головну функцію по керуванню лічильником часових інтервалів для станцій, які очікують прийом пакетів. Це в свою чергу забезпечує роботу технології множинного доступу із контролем несучої та виявлення колізій (CSMA/CD). Вона забезпечує гнучке керування передачею трафіку при наявності в мережі багатьох точок доступу, а саме при співпадінні на одному частотному діапазоні декількох випромінюючих станцій, передача буде зберігатись без розривів каналів. Але при цьому, ефективна пропускна здатність зменшиться за рахунок збільшення часових інтервалів між передачею кадрів MPDU.

Поле адресації (ПА) містить в собі унікальну адресу приймаючої станції, для створення індивідуального каналу передачі, або адресу для створення точки доступу у мережі для підмикання багатьох абонентів. Виключенням є ПА4, яке є адресною інформацією для побудови системи розподілу безпроводних мереж, на основі взаємодії точок доступу за допомогою безпроводних каналів (створення радіо подовжувачів мережі та ретрансляторів).

Поле керування послідовністю (ПКП) – використовується приймальною станцією для визначення дубльованих пакетів при передачі, а також для поділу на частини кадру MSDU.

Поле контролю якості (ПКЯ) визначає параметри для сервісу контролю якості QoS. Наявність цього поля є необов'язковим і використовується при наявності доступу до інфокомунікаційних послуг, що має вісім рівнів пріоритету.

Ну і накінець, поле даних (ПД). Поле даних має змінну довжину та поділяється на 15 видів в залежності від типу передаваної інформації. В загальному, довжину поля даних можна записати наступним виразом:

$$l_{in} = 2048 + 256 + \begin{cases} 8(WEP); \\ 20(TKIP, WPA1); \text{ (байт)} \\ 16(CCMP, WPA2). \end{cases}$$

де 2048 – довжина інформаційного пакету для сумісності додатків верхніх рівнів; 256 – максимальна довжина заголовків для протоколів верхніх рівнів. Інші байти призначені для відповідних алгоритмів шифрування.

### Методика досліджень

Методика досліджень полягає в наступному. На основі безпроводної точки доступу (ТД) стандарту 802.11n, побудована мережа в якій є абонентський пристрій (АП1), що підімкнений проводимим каналом та абонентський пристрій (АП2), який використовує безпроводний канал. Таким чином, існує прямий канал для передачі повідомлень та зворотний канал для прийому цих повідомлень, як показано на рис. 2.

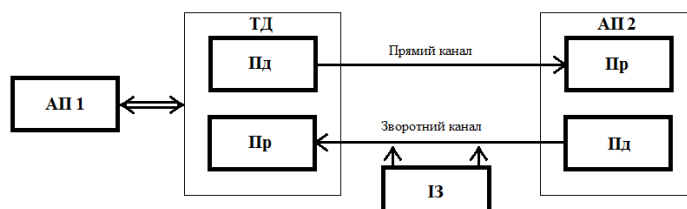


Рис. 2. Структура мережі для дослідження процесу автоматичного перемикавання

Оскільки, в даній роботі проводиться дослідження впливу алгоритмів формування сервісних пакетів даних MSDU, у стандарті 802.11n, то для цього використаємо додаток, який формує на мережному рівні повідомлення наступних розмірів: 1024, 4096, 6144, 8192, 16384 байт.

Крім того, додатково в канал водились завади (ІЗ) від інтерференційних точок доступу (ІТД). При цьому, дослідження зводились до розгляду двох випадків: частотний канал ТД та ІТД не співпадав; використання одного і того ж частотного каналу таким чином, щоб головні пелюстки мали перетин [4], як

показано на рис. 3.

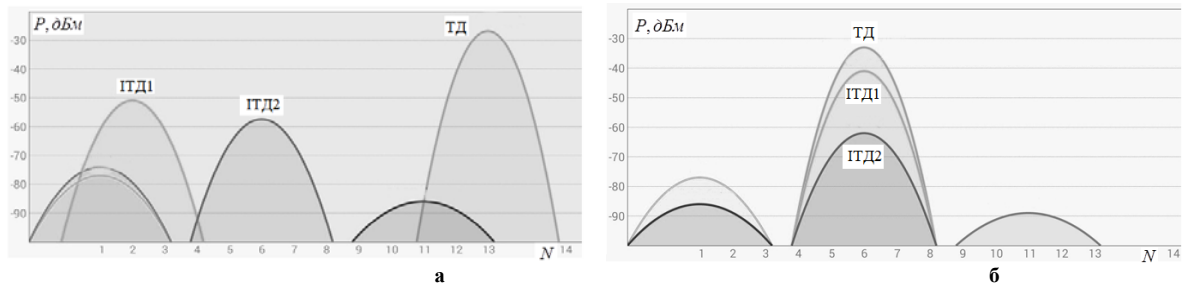


Рис. 3. Частотний спектр де: частотні канали не перетинаються (а); використовується однаковий частотний канал (б)

**Результати досліджень**

В першу чергу дослідимо вплив довжини пакетів верхніх рівнів для варіанту побудови каналу передачі із смугою 20 МГц. В якості основного досліджуваного параметра використовується ефективна швидкість передачі інформації  $V$ , як для прямого каналу (пр) так і для зворотного (зв), яка має залежність від довжини пакетів верхнього рівня  $L$  та відстані між передавачем і приймачем  $l$ . Використовуючи методику запропоновану вище, результати досліджень наведено на рис. 4.

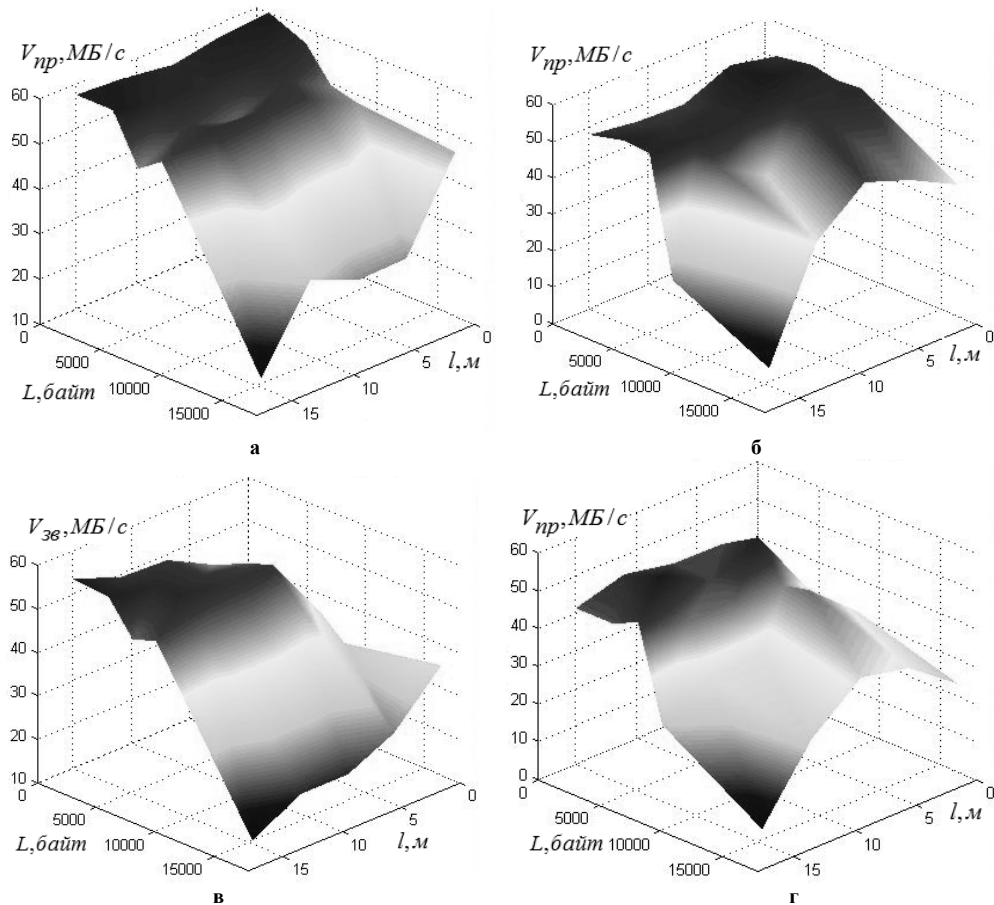


Рис. 4. Залежність швидкості передачі інформації від відстані та довжини пакетів верхнього рівня при смузі 20 МГц для: прямого каналу без завад (а); прямого каналу із завадами (б); зворотного каналу без завад (в); зворотного каналу із завадами (г);

Як видно із графіків, найбільш оптимальним розміром для інформаційних пакетів верхніх рівнів є довжина до 4096 байт. Вище цього значення спостерігається значне зменшення швидкості передачі. Крім того при наявності інтерференційних завад, характер появи зон затухання збільшується приблизно у два рази. Особливо це має прояв для пакетів великої довжини, як безпосередньо біля точки доступу так і на відстані 16-ти метрів.

Далі розглянемо канал передачі зі смугою 40 МГц. Результати досліджень наведено на рис. 5.

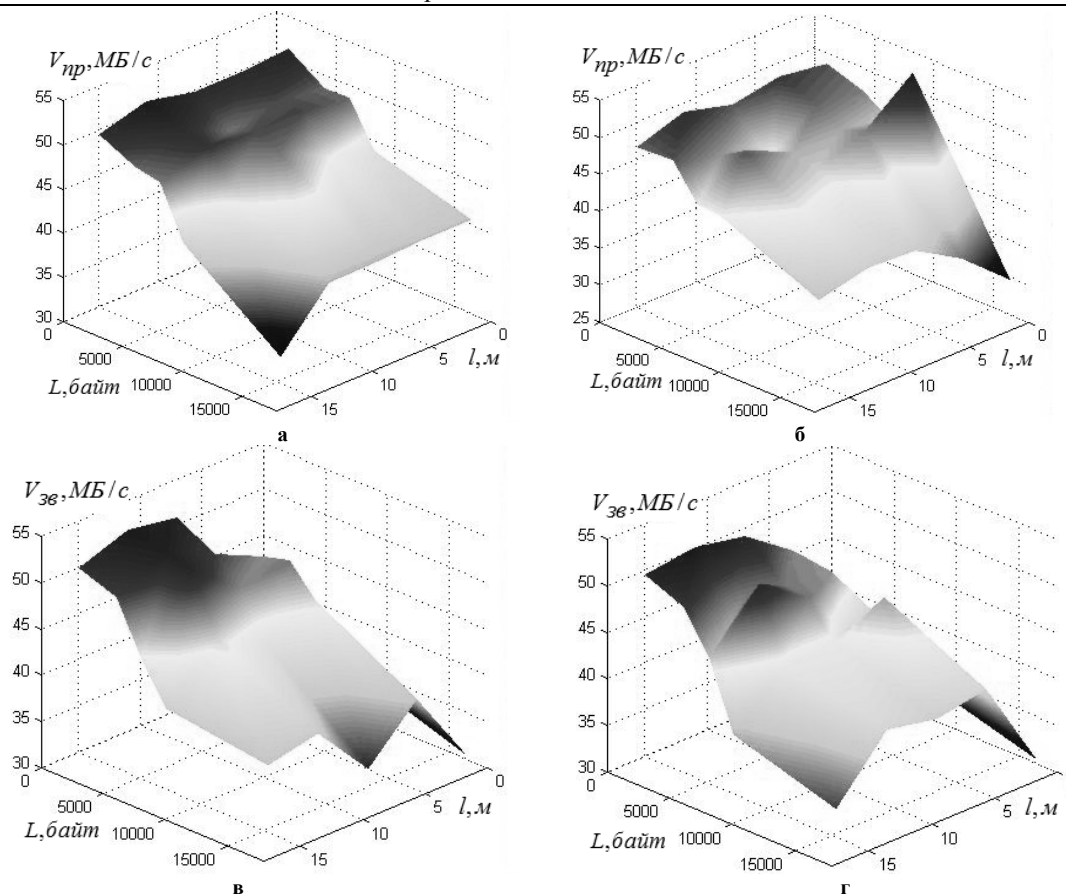


Рис. 5 Залежність швидкості передачі інформації від відстані та довжини пакетів верхнього рівня при смузі 40 МГц для: прямого каналу без завад (а); прямого каналу із завадами (б); зворотного каналу без завад (в); зворотного каналу із завадами (г);

В даному випадку значення швидкості передачі мають кращу рівномірність, та меншу залежність від завад, що супроводжується передачею меншої кількості службової інформації

### Висновки

Таким чином, під час проведених досліджень було встановлено, що для стандарту 802.11n Wi-Fi, для досягнення максимальної ефективної швидкості передачі, можливе використання кадрів верхнього рівня не більше ніж 4096 байт, як для каналу зі смугою каналу 20 МГц, так і зі смугою 40 МГц.

При дії в середовищі передачі інтерференційних завад, для каналу зі смугою 40 МГц, падіння швидкості передачі для кадрів довжиною більшою за 4096 байт, становить не більше двох раз, на відміну від смуги 20 МГц, де падіння в деяких випадках сягало більше ніж у чотири рази.

### Література

1. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications (2007). IEEE Std 802.11-2007, Int.2007-06-12, IEEE, 1076.
2. Michalevskiy D. V. The research of wi-fi channel for multimedia traffic / D.V. Michalevskiy, V.E. Mondlyak, R.O. Krasota // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – №2. – С. 173 – 177.
3. CWAP Certified Wireless Analysis Professional Official Study Guide: Exam PW0-270 / D.A. Wescott, D.D. Coleman, P. Mackenzie, B. Miller – Wiley Technology Pub., 2011. – P. 712.

### References

1. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications (2007). IEEE Std 802.11-2007, Int.2007-06-12, IEEE, 1076.
2. Michalevskiy D. V. The research of wi-fi channel for multimedia traffic / D.V. Michalevskiy, V.E. Mondlyak, R.O. Krasota // Vymirjuval'na ta obchysljuval'na tehnika v tehnologichnyh procesah. – 2014. – №2. – S. 173 – 177.
3. CWAP Certified Wireless Analysis Professional Official Study Guide: Exam PW0-270 / D.A. Wescott, D.D. Coleman, P. Mackenzie, B. Miller – Wiley Technology Pub., 2011. – P. 712.