

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПОШИРЕННЯ РАДІОХВИЛЬ WI-FI
У ПРИМІЩЕННІ
(STUDY OF WAVE PROPAGATION WI-FI IN ROOM)**

Конахович Г. Ф., Хомяк В. В., Тищук С. М., Пасічник В. М., Кичигіна М. Д.

Національний авіаційний університет

kszi@ukr.net

Досліджено якість зв'язку з використанням технології WiFi за наявності перешкоди залежно від кута розміщення абонентів та точки доступу. Наведено рекомендації щодо організації WiFi мережі в приміщенні.

An investigation of the quality of connection with the usage of WiFi technology so through the presence of obstacles depending on the angel of location of users is represented Recommendation to the net organizations in the office-room are suggested.

Постановка проблеми

На сьогодні не до кінця дослідженим є питання про те, як впливають перешкоди, що стають на шляху поширення радіохвиль WiFi у приміщеннях та кут, під яким радіохвилі їх долають (кут розміщення точки доступу відносно абонентів). Ці особливості не можна не враховувати розгортаючи ту чи іншу мережу з використанням технології WiFi.

Аналіз досліджень та публікацій

У статті наведено практичні результати вимірювань відношення сигнал—шум при поширенні радіохвиль WiFi під різними кутами крізь перешкоду. Це питання є досить актуальним при створенні телекомунікаційних мереж на основі WiFi, оскільки якість зв'язку залежить від наведених характеристик.

Постановка завдання

Мета роботи — модернізація мережі Wi-Fi, що вже існує на кафедрі телекомунікаційних систем та мереж Національного авіаційного університету. Існуюча мережа не повністю задовольняє своїх користувачів параметрами якості зв'язку. Це проявляється в низькій швидкості передачі даних, помилках під час передачі, втрати інформації, розриву сеансів зв'язку тощо. Модернізація мережі повинна проходити із врахуванням того, що матеріальні можливості кафедри є обмеженими. Тому перед нами постало завдання оптимізації існуючої мережі із заданими параметрами якості зв'язку.

Створення такої мережі дасть змогу в подальшому розгорнути високоякісну бездротову мережу на всій території Національного авіаційного університету.

Нині мережа створена у вигляді інфраструктури на базі точки доступу моделі D-Link DIR 300, розташування якої вказане на плані приміщення.

Користувачами вже створеної мережі є викладацький склад кафедри. Наразі налічується 12 активних користувачів. Саме для них запланова-

но розгорнути високоякісну мережу Wi-Fi. У подальшому планується розширення мережі для використання студентами.

Важливим параметром якості зв'язку є потужність сигналу, що передається. Відомо, що при передачі інформації від передавача до приймача відбувається загасання сигналу. Особливо чітко це проявляється зі збільшенням відстані між ними, наявністю перешкод, джерел електромагнітного випромінювання. Саме ці особливості слід враховувати, розгортаючи мережу Wi-Fi у приміщенні. Перешкодами в ньому слугують стіни, вікна, двері тощо. На потужність сигналу впливає навіть такий фактор, як кут, під яким радіохвиля долає перешкоду. У вільному просторі умови поширення радіохвиль набагато простіші.

Свою чергою потужність сигналу впливає на такі важливі параметри, що характеризують якість зв'язку, як швидкість, достовірність передачі інформації, затримки, можливість з'єднання.

Метою нашої роботи є з'ясування всіх цих важливих питань. Дослідивши їх, ми зможемо створити рекомендації щодо розгортання мережі Wi-Fi у приміщенні та оптимізувати вже існуючу мережу. Використання матеріальних ресурсів при цьому буде раціональним.

Ця стаття є одним з етапів на шляху розв'язання поставленої задачі. У ній досліджено вплив кута, під яким радіохвилі долають перешкоди на поширення радіохвиль Wi-Fi, побудовано графічні залежності відношення сигнал-шум від типу перешкоди та кута розміщення точки доступу відносно абонентів мережі. Отже, спробуємо створити конкретні рекомендації щодо розгортання мереж Wi-Fi, які б врахували ці особливості.

Виклад основного матеріалу дослідження

Умови поширення радіохвиль у приміщеннях набагато складніші, ніж у вільному просторі. Причиною цього служать різноманітні перешкоди (стіни, перекриття, вікна, двері тощо), які

призводять до більш різкого прояву інтерполяційного характеру електромагнітного поля всередині приміщення (за рахунок багаторазового відбивання від предметів), що своєю чергою призводить до зменшення напруженості електромагнітного поля та зміни площини поляризації хвиль. Усе це сприяє погіршенню якості зв'язку, аж до повної втрати. Значну роль відіграє і кут розміщення точки доступу до мережі відносно абонентів.

З метою створення рекомендацій щодо розгортання мережі *Wi-Fi* було проведено практичні експерименти.

Для проведення експериментів використовувався *Wi-Fi*-адаптер моделі D-Link DWL-2100AP AirPlusXtremeG.

За перешкоду було взято реальну цегляну стіну приміщення різної товщини (0,3, 0,6, 0,9 м).

Критерієм якості в нашому експерименті виступало відношення сигнал—шум.

Відношення сигнал—шум — це відношення енергії сигналу на 1 біт до щільності потужності шумів на 1 герц (E_b/N_0). Розглянемо сигнал, котрий містить двійкові цифрові дані, що передаються з певною швидкістю — R біт/с. Розрахуємо питому енергію одного біта сигналу: $E_b = ST_b$, де S — потужність сигналу; T_b — час передачі одного біта). Швидкість передачі даних R можна виразити у вигляді $R = 1/T_b$. Враховуючи, що тепловий шум, який є у смузі шириною 1 Гц, для будь-якого пристрою або провідника становить

$$N_0 = kT \text{ (Вт / Гц);}$$

де N_0 — щільність потужності шумів у ватах на 1 Гц смуги; k — стала Больцмана ($k = 1,3803 \cdot 10^{-23}$ Дж/К); T — температура в Кельвінах (абсолютна температура).

Таким чином,

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S/R}{N_0} = \frac{S}{kTR}.$$

Відношення сигнал—шум має велике практичне значення, оскільки швидкість появи помилкових бітів є (спадною) функцією даного відношення. При відомому значенні відношення сигнал—шум, необхідному для отримання бажаного рівня помилок, можна вибирати всі інші параметри в наведеному рівнянні. Необхідно відзначити, що для збереження необхідного значення відношення сигнал—шум при підвищенні швидкості передачі даних R буде потрібно збільшувати потужність сигналу, котрий передається відносно до шуму.

Досить часто рівень потужності шуму достатній для зміни значення одного з бітів даних. Якщо ж збільшити швидкість передачі даних удвічі, біти будуть «упаковані» в два рази щільніше, і той самий сторонній сигнал призведе до втрати двох бітів інформації. Отже, при незмінній по-

тужності сигналу і шуму збільшення швидкості передачі даних зумовить зростання рівня виникнення помилок.

Вимірювання відношення сигнал—шум проводились за допомогою програми *Wi-Fi Horrer* 1.2, яка була попередньо встановлена на ноутбук, котрий під час експерименту виступав абонентом мережі.

Точка доступу була налаштована на частоту поширення радіохвиль 2.412 ГГц (1-й канал). Дані вимірювань відношення сигнал-шум залежно від характеру перешкоди наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Відношення сигнал—шум залежно від характеру перешкоди

| Перешкода | Відношення сигнал—шум, дБм |
|----------------------|----------------------------|
| Відсутня | -18 |
| Цегляна стіна, 0,3 м | -30 |
| Цегляна стіна, 0,6 м | -45 |
| Цегляна стіна, 0,9 м | -62 |

За таких вимірювань точка доступу та абонент розміщувались паралельно (радіохвиля приймалась бездротовим адаптером під кутом 90° відносно перешкоди).

Враховуючи ці вимірювання, нами було розраховано яким чином впливає перешкода у вигляді цегляної стіни різної товщини на відношення сигнал—шум (тобто безпосередньо на якість зв'язку).

Порівнюючи значення відношення сигнал-шум за відсутності перешкоди та в разі її наявності, встановлено, що 1 см такої перешкоди призводить до зменшення потужності сигналу на величину 0,447 дБм.

Залежність відношення сигнал—шум від характеру перешкоди подано на рис. 1.

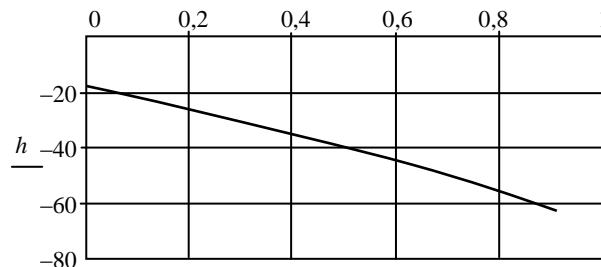


Рис. 1. Залежність відношення сигнал—шум від характеру перешкоди

З графіка видно, що зі збільшенням товщини перешкоди, потужність сигналу згасає по закону близькому до лінійного.

На другому етапі вимірювань ми змінювали кут розміщення абонента відносно точки доступу. При цьому між ними була наявна перешкода

у вигляді цегляної стіни товщиною 0,6 м. У результаті вимірювань було отримано значення відношення сигнал—шум, які подано в табл. 2.

Таблиця 2

Значення відношення сигнал—шум залежно від кута розміщення абонентів

| Кут падіння радіохвилі до перешкоди | Відношення сигнал—шум, дБм |
|-------------------------------------|----------------------------|
| 90° | -45 |
| 60° | -50 |
| 45° | -53 |
| 25° | -60 |

Оброблення вимірів виконано за допомогою лінійної апроксимації:

$$V = \text{line}(\alpha, h),$$

де V — функція апроксимації; α — масив значень вимірюваних кутів; h — масив значень відношення сигнал—шум;

$$F \ln_fit(x) = V_0 + V_1 x,$$

де $F \ln_fit(x)$ — апроксимована залежність значення відношення сигнал—шум від кута розміщення абонентів.

Залежність відношення сигнал—шум від кута падіння радіохвилі до перешкоди, з урахуванням апроксимації зображено на рис. 3.

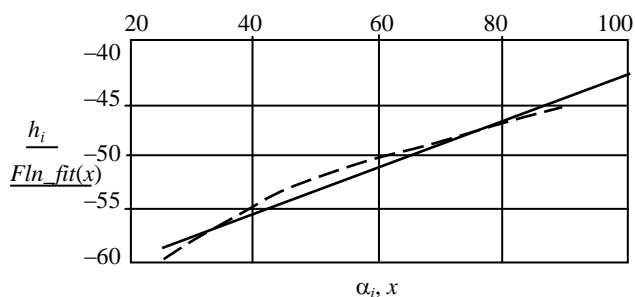


Рис. 2. Графік залежності відношення сигнал—шум від кута падіння радіохвилі до перешкоди

З графіка видно, що зі зменшенням кута падіння радіохвилі до перешкоди відношення сигнал—шум лінійно спадає.

Враховавши дані вимірювань, дістали, що в разі зміни взаєморозміщення точки доступу та абонента на 1° відносно положення (паралельно одне одному) відбувається зменшення потужності сигналу на величину 0,2 дБм.

Тобто при взаєморозміщенні абонентів та точки доступу під кутом 89° потужність сигналу зменшується на величину $89 \cdot 0,2 = 17,8$ дБм.

Виконавши нескладні розрахунки та врахувавши, що 1 см цегляної стіни призводить до зменшення потужності сигналу на величину 0,447 дБм, а — на 17,8 дБм, отримаємо 1°:

$$1 \text{ см} — 0,447 \text{ дБм};$$

$$x \text{ см} — 17,8 \text{ дБм};$$

$$x = 39,82 \text{ см}.$$

Тобто цегляна стіна товщиною 1 см при куті падіння до перешкоди під кутом 1° діє як перешкода товщиною 39,82 см.

Висновки

Було досліджено залежність якості зв'язку від взаєморозміщення абонентів та точки доступу. Зокрема розглядалися такі особливості, як товщина стіни та кут, під яким радіохвилі долають перешкоду на шляху до абонента.

У результаті практичних досліджень було встановлено, що для забезпечення максимальної якості зв'язку необхідно зменшити кількість перешкод між точкою доступу та абонентом, кут падіння при цьому повинен бути максимально близьким до 90°.

Наведені у статті вимірювання є важливим кроком на шляху до створення універсальних рекомендацій щодо ефективного розгортання мережі Wi-Fi у приміщенні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пролетарский А.В., Баскаков И.В., Федотов Р.А., Бобков А.В., Чирков Д.Н., Платонов В.А. «Беспроводные сети Wi-Fi» БИНОМ, 2007. — 216 ст.
2. <http://www.intuit.ru/>
3. Джим Гейер «Беспроводные сети. Первый шаг (Cisco)». Вільяме, 2005. — 189 с.

Стаття надійшла до редакції 18.01.10.