

*О. А. Герцій, к.т.н, доцент
(доцент кафедри «Телекомунікаційні технології та автоматика»,
Державного економіко-технологічного університету транспорту)
А. О. Григор'єв
(студент Державного економіко-технологічного університету
транспорту)*

ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПРОВІДНИХ ІР МЕРЕЖ WI-FI

У роботі досліджуються безпроводні ІР мережі WI-FI, переваги та недоліки існуючих архітектур, використання архітектур залежно від виду та величини мережі, основні алгоритми функціонування безпроводних WI-FI мереж, використання маршрутизаторів, а також запропоновано їх використання залежно від обраної топології мережі, завдань, які має виконувати мережа та методів захисту трафіку.

Ключові слова: Wi-Fi-мережа, параметри безпроводних мереж, ІР протокол.

В работе исследуются беспроводные IP-сети WI-FI, преимущества и недостатки существующих архитектур, использование архитектур в зависимости от вида и размера сети, основные алгоритмы функционирования беспроводных WI-FI сетей, использование маршрутизаторов, а также предложено их использование в зависимости от выбранной топологии сети, задач которые должна выполнять сеть и методов защиты трафика.

Ключевые слова: Wi-Fi-сеть, параметры беспроводной сети, IP протокол.

Вступ. Швидкий розвиток галузі телекомунікацій, сприяє швидкій зміні поколінь техніки, причому швидкість цього розвитку є зростання вимог до якості надання послуг та зростання різноманітності видів інформації, що передаються: дані, мова, відеоінформація реального часу.

Важливою перевагою застосування Wi-Fi-мереж є те, що вони можуть поєднувати декілька різних комп'ютерів в безпроводну локальну мережу з одночасним доступом до мережі Інтернет. Завдяки цій технології, доступ до мережі Інтернет є мобільним і гнучким, що надає користувачу можливість використовувати безпроводну технологію як в межах однієї кімнати, так і по всьому світу.

Мета роботи: вирішення актуальної науково-технічної задачі – дослідження безпроводних ІР мереж WI-FI, визначення переваг та недоліків існуючих архітектур, запропонувати використання архітектур залежно від виду та розміру мережі.

Безпроводна мережа являє собою локальну мережу, що використовує для зв'язку і передачі даних між вузлами височастотні радіохвилі, а не кабельні з'єднання [1]. Це гнучка система передачі даних, яка застосовується як розширення або альтернатива кабельній локальній мережі всередині однієї будівлі або в межах певної території.

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Локальна комп'ютерна мережа – комп'ютерна мережа для обмеженого кола користувачів, що об'єднує комп'ютери в одному приміщенні або в рамках одного підприємства [2].

Переваги безпроводної локальної мережі: гнучкість; зручність; простота підключення; доступність; низька вартість побудови; доступ до мобільних пристроїв.

Безпроводна локальна мережа повинна забезпечувати: обмін інформацією між працівниками, обмін текстової, звукової та відео інформації в реальному часі, забезпечення надійності каналів, розподілення навантаження, швидкий доступ до інформації, віддалене керування та можливість збереження інформації.

Методика проведення дослідження. Основою даної роботи є дослідження безпроводної IP-мережі та імітаційне моделювання її роботи.

Основні параметри, які досліджуються в безпроводних мережах це: поляризація антен, коефіцієнти підсилення антен, втрати в вільному просторі, відношення сигнал/шум, дальність роботи безпроводного каналу зв'язку, розрахунок зони Френеля [3].

Поляризація антен. Важливою характеристикою антени є її поляризація. У системах WI-FI використовують антени з вертикальною, горизонтальною і круговою (з правим і лівим обертанням) поляризаціями (рис. 1).

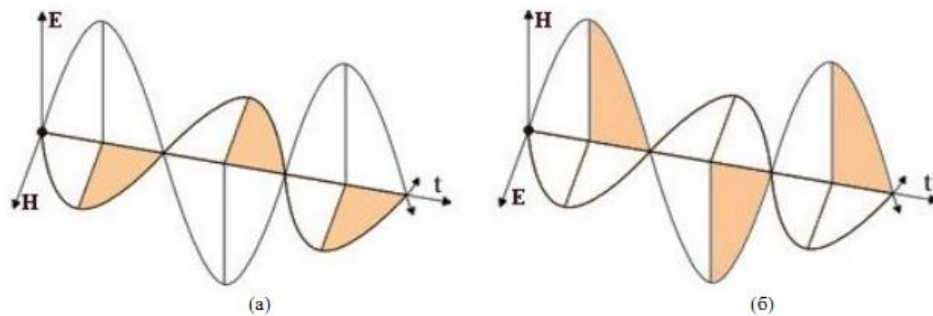


Рис. 1. Вертикальна (а) і горизонтальна (б) поляризації

Врахування поляризації дозволяє отримати додаткові енергетичні переваги при вирішенні завдань електромагнітної сумісності. При заповненні певного простору точками доступу до граничного рівня, після якого взаємні радіоперешкоди починають заважати нормальній роботі мереж, достатньо змінити поляризацію антен, після чого можна продовжувати нарощувати радіомережі.

У плоскій електромагнітній хвилі вектори вертикального електричного E і магнітного H полів в кожен момент часу орієнтовані в просторі певним чином. Поляризація електромагнітної хвилі є її просторово-часовою характеристикою і визначається видом траєкторії, що описується кінцем вектора електричного поля у фіксованій точці простору. На антенах з поляризацією, на задній стороні є вказівник у вигляді стрілки, який і визначає необхідну поляризацію.

При кругової або циклічної поляризації електромагнітне поле обертається навколо осі X з певним циклом, або кроком таким чином, що в різних точках простору приймає або вертикальну або горизонтальну поляризацію. Такий вид поляризації застосовується досить рідко.

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Коефіцієнти підсилення антен [4]. Коефіцієнт підсилення є мірою спрямованості антени. Цей параметр визначається як відношення потужності сигналу, випроміненого в певному напрямку, до потужності сигналу, випромінюваного ідеальною ненаправленою антеною в будь-якому напрямку.

$$L = 10 \lg \frac{P_1}{P_2}, \text{ дБ} \quad (1)$$

де P_1 – виміряна потужність;
 P_2 – еталонна потужність.

Поширення сигналу. При поширенні сигнал, що випромінюється антеною, може огинати поверхню Землі, відбиватися від верхніх шарів атмосфери або розповсюджуватися вздовж лінії прямої видимості.

Дифракції електромагнітних хвиль [5]. При огинанні поверхні Землі (рис. 2) шлях поширення сигналу тією чи іншою мірою повторює контур планети. Передача може здійснюватися на значні відстані, набагато перевищуючи межі прямої видимості. Даний ефект має місце для частот до 2 МГц. На здатність сигналів, що належать даній смузі частот, повторювати кривизну земної поверхні впливає фактор дифракції електромагнітних хвиль. Дане явище пов'язане з поведінкою електромагнітних хвиль при наявності перешкоди.

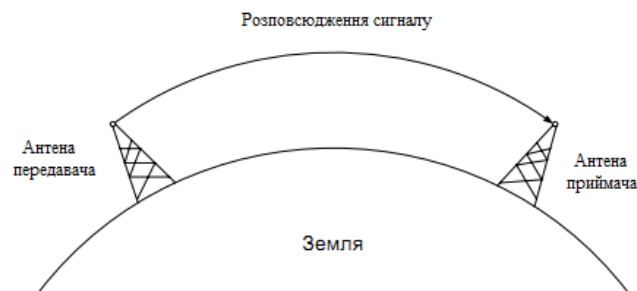


Рис. 2. Поширення навколосемних хвиль (частота до 2 МГц)

Розсіювання електромагнітних хвиль вказаного діапазону в атмосфері відбувається таким чином, що у верхні атмосферні шари ці хвилі не потрапляють.

Поширення хвиль вздовж лінії прямої видимості. Якщо частота радіосигналу перевищує 30 МГц, то огинання ним земної поверхні і відбиття від верхніх шарів атмосфери стають неможливими. У цьому випадку зв'язок повинен здійснюватися в межах прямої видимості (рис. 3).

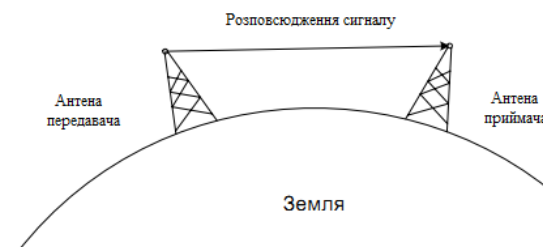


Рис. 3. Поширення сигналу вздовж лінії видимості (частота понад 30 МГц)

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Під час зв'язку через супутник сигнал з частотою понад 30 МГц не відбивається іоносферою. Такий сигнал може передаватися від наземної станції до супутника і назад за умови, що супутник не знаходиться за межами горизонту. При наземному зв'язку передавальна і приймаюча антени повинні знаходитися в межах ефективної лінії прямої видимості. Використання терміну «ефективний» пов'язане з тим, що хвилі надвисокої частоти викривляються і переломлюються атмосферою. Ступінь і напрям викривлення залежать від різних факторів. Однак, як правило, викривлення надвисокочастотних хвиль повторюють кривизну поверхні Землі. Тому такі хвилі поширюються на відстань, що перевищує оптичну лінію прямої видимості. Оскільки зв'язок між точками доступу, що працює в стандартах 802.11a, 802.11b і 802.11g, зазвичай розраховується на лінію прямої видимості, то розглянемо, як впливає навколишнє середовище на корисний сигнал.

Передача сигналу в межах лінії прямої видимості. Для будь-якої системи зв'язку справедливе твердження, що сигнал, який приймається, відрізняється від переданого сигналу. Даний ефект є наслідком різних спотворень в процесі передачі. При передачі аналогового сигналу спотворення призводять до його випадкової зміни, що проявляється в погіршенні якості зв'язку. Якщо ж передаються цифрові дані, спотворення призводять до появи двійкових помилок – двійкова одиниця може перетворитися в нуль і навпаки. Розглянемо різні типи спотворень, а також їх вплив на пропускну спроможність каналів зв'язку в межах прямої видимості. Найважливішими є такі типи спотворень: загасання або амплітудне спотворення сигналу; втрати у вільному просторі; шум; атмосферне поглинання.

Втрати в вільному просторі. Для будь-якого типу безпровідного зв'язку сигнал, що передається, розсіюється в міру його поширення в просторі. Отже, потужність сигналу, прийнятого антеною, буде зменшуватися в міру віддалення від передавальної антени.

$$\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi)^2(d)^2}{G_r G_t \lambda^2}, \text{ дБ} \quad (2)$$

- де P_t – потужність сигналу передаючої антени;
- P_r – потужність сигналу, що надходить на антену приймача;
- G_r – коефіцієнт підсилення передаючої антени;
- G_t – коефіцієнт підсилення антени приймача;
- λ – довжина хвилі несучої;
- d – відстань, що проходить сигнал між двома антенами.

Відношення сигнал/шум [6]. Відношення сигнал/шум – це відношення енергії сигналу на 1 біт до щільності потужності шумів на 1 герц (E_b/N_0). Розглянемо сигнал, що містить двійкові цифрові дані, передані з певною швидкістю – R біт/с. Нагадаємо, що $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}$, і обчислимо 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, присутній у смузі шириною 1 Гц, для будь-якого пристрою або провідника становить:

$$N_0 = kT, \text{ (Вт/Гц)} \quad (3)$$

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

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Звідси:

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S/R}{N_0} = \frac{S}{kTR} \quad (4)$$

Відношення E_b/N_0 має велике практичне значення, оскільки швидкість появи помилкових бітів є зменшенням функції даного відношення. При відомому значенні E_b/N_0 , необхідному для отримання бажаного рівня помилок, можна вибрати всі інші параметри в наведеному рівнянні. Слід зазначити, що для збереження необхідного значення E_b/N_0 при підвищенні швидкості передачі даних R буде потрібно збільшувати потужність сигналу, що передається щодо шуму.

Дальність роботи безпровідного каналу зв'язку [7]. Наведемо формулу для розрахунку дальності. Вона береться з інженерної формули розрахунку втрат у вільному просторі:

$$FSL = 33 + 20(\lg(F) + \lg(D)), \text{ дБ} \quad (5)$$

де FSL (free space loss) – втрати у вільному просторі (дБ);

F – центральна частота каналу на якому працює система зв'язку (МГц);

D – відстань між двома точками (км).

FSL визначається сумарним посиленням системи. Воно вважається таким чином:

$$Y = P_t + G_t + G_r - P_{min} - L_t - L_r, \text{ дБ} \quad (6)$$

де P_t – потужність передавача;

G_t – коефіцієнт підсилення передаючої антени;

G_r – коефіцієнт підсилення приймаючої антени;

P_{min} – чутливість приймача;

L_t – втрати сигналу в коаксіальному кабелі передаючого тракту;

L_r – втрати сигналу в коаксіальному кабелі приймального тракту.

Для кожної швидкості приймач має певну чутливість. Як приклад у табл. 1 наведено кілька характеристик [7].

Таблиця 1. Залежність чутливості від швидкості передачі даних

Швидкість	Чутливість
54 Мбіт/с	-66 дБмВт
48 Мбіт/с	-71 дБмВт
36 Мбіт/с	-76 дБмВт
24 Мбіт/с	-80 дБмВт
18 Мбіт/с	-83 дБмВт
12 Мбіт/с	-85 дБмВт
9 Мбіт/с	-86 дБмВт
6 Мбіт/с	-87 дБмВт

Розрахунок зони Френеля [8]. Радіохвиля в процесі поширення в просторі займає об'єм у вигляді еліпсоїда обертання з максимальним радіусом в середині прольоту, який називають зоною Френеля (рис. 4). Природні (земля, горби, дерева) і штучні (будівлі, стовпи) перешкоди, що потрапляють в цей простір, послаблюють сигнал.

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

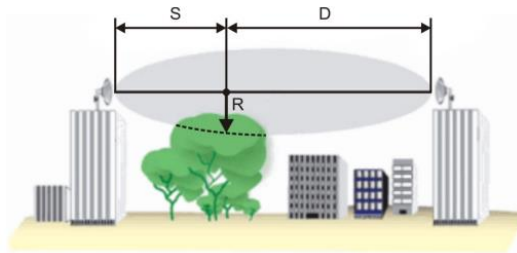


Рис. 4. Зона Френеля

Радіус першої зони Френеля над передбачуваної перешкодою, може бути розрахований за допомогою формули:

$$R = 17.3 \sqrt{\frac{1}{f} \frac{SD}{S+D}}, \text{ м} \quad (7)$$

де R – радіус зони Френеля (м);

S, D – відстань від антен до найвищої точки перешкоди (км);

f – частота (ГГц).

Висновки. Розглянуті параметри безпроводної мережі дозволяють оцінити можливість її побудови, визначити якісні і кількісні показники функціонування мережі WI-FI. Використовуючи отримані показники можна забезпечити якісний обмін інформацією між працівниками, обмін текстової, звукової та відеоінформації в реальному масштабі часу, забезпечити надійність каналів, розподілення навантаження, швидкий доступ до інформації, віддалене керування та можливість збереження інформації. Точне визначення та врахування розглянутих параметрів при дослідженні безпроводної мережі забезпечить раціональну гнучкість мережі, дозволить збільшити радіус дії та швидкість передачі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Локальные сети: архитектура, алгоритмы, проектирование. – М.: ЭКОМ, 2000. — 308 с.
2. Милославская Н.Г., Толстой А.И. Интрасети: доступ в Internet, защита: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 527 с.
3. Гайер Джим. Беспроводные сети. Первый шаг. / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 192 с.
4. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2010. – 944 с.
5. Семенов Ю.В. Проектирование сетей следующего поколения. – СПб.: Наука и Техника, 2005. – 240 с.
6. Палмер М., Синклер Р.Б. Проектирование и внедрение компьютерных сетей. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 756 с.
7. Щербаков А. К. Wi-Fi: Все, что Вы хотели знать, но боялись спросить. – М.: Бук-Пресс, 2005. – 352 с.
8. Пролетарский А.В., Баскаков И.В., Чирков Д.Н. Беспроводные сети Wi-Fi. – М.: Бином, 2007. – 216 с.

Andrey O. Grigoryev

(student of State University for Transport Economy and Technologies)

STUDY OF WIRELESS NETWORKS IP WI- FI

In this paper analyzes the wireless IP network WI-FI, the strengths and weaknesses of existing architectures, architectures use depending on the type and size of the network, the core algorithms of wireless WI-FI networks using routers, and suggests their use depending on the selected network topology, tasks that should be done by network traffic and security methods. An important advantage of Wi-Fi networks is that they can combine several different computers in a wireless LAN with simultaneous access to the Internet. With this technology, access to the Internet is mobile and flexible, which allows users to use wireless technology as within the same room or across the globe. Wireless network is a local area network that uses communication and data transfer between nodes high radio waves instead of cable connections. This flexible system data , which is used as an extension or alternative to cable LAN within a building or within a specific area. Wireless LAN must provide: information sharing between employees, text , audio and video information in real time, reliability channels of load distribution, quick access to information, remote management and the ability to save information.

Keywords: wireless network, Wi-Fi network.

REFERENCES

1. *Y. Novikov, S. V. Kondratenko. Lokalne network: architecture , algorithms, design. – M.: ECOM, 2000. – 308 p.*
2. *Myloslavskaya N.G., Tolstoy A.I. Yntrasety: access to the Internet, protection of Uchebnoe posobyе for universities. – M.: UNITY – DANA, 2000. – 527 p.*
3. *Jim Geier. Wireless Networks. First step. Per. with the English. – M.: Publishing house « Williams», 2005. – 192 p.*
4. *Olyfer V.G., Olyfer N.A. Computer Networks . Principles , technologies , protocols : Textbook for Universities. 4-th ed. – SPb: Peter, 2010. – 944 p.*
5. *Y. Semenov. Designing networks sleduyusheho generation. – SPb.: Science and Technology, 2005. – 240 p.*
6. *M. Palmer , R.B. Sinclair. Design and Introduction of computer networks. – SPb.: BHV – Petersburg , 2004. – 756 p.*
7. *Shcherbakov A.K. Wi-Fi: Everything You Hoteliers something to know , but were afraid to demand. – M.: Beech -Press, 2005. – 352 p.*
8. *Proletarskij A.V. Baskakov I.V., Chirkov D.N. Wireless Networks Wi-Fi. – M.: Binom , 2007. – 216 p.*