

Лемешко А.В., ст. викладач; Макаренко А.О., д.т.н.;
Руденко Н.В., ст. викладач; Березнюк А.В., аспірант

ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ТРАДИЦІЙНИХ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ БЕЗПРОВОДОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Lemeshko A.V., Makarenko A.O., Rudenko N.V., Bereznyuk A.V. Innovative approach to the traditional methods of designing wireless computer networks.

This article examines the innovative approach to traditional methods of designing wireless computer networks. Wireless LAN problems and possible obstacles to radio waves are described, when considering access point and client stations. Traditional methods of wireless network design are explored. Appropriate approaches to improve wireless network design methods are proposed. It is suggested to use a variety of hardware and mathematical methods when designing and optimizing mobile cellular networks, both network design and optimization.

Keywords: computer network, wireless network, local area network, frequency.

Лемешко А.В., Макаренко А.О., Руденко Н.В., Березнюк А.В. Інноваційний підхід до традиційних методів проектування бездротових комп'ютерних мереж.

У цій статті розглядається інноваційний підхід до традиційних методів проектування бездротових комп'ютерних мереж. Детально розглянуті відомі бездротові мережі, їх класифікація. Описані проблеми бездротових локальних мереж, можливі перешкоди на шляху радіохвиль, коли доводиться враховувати при розміщенні точки доступу і клієнтських станцій. Досліджуються традиційні методи проектування бездротових мереж. Запропоновано доцільні підходи для покращення методів проектування бездротових мереж. Пропонується при проектуванні і оптимізації стільникових мереж мобільного зв'язку використовувати безліч апаратних і математичних методів так як проектування мереж, так і їх оптимізації.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, бездротова мережа, локальна мережа, частота.

Лемешко А.В., Макаренко А.А., Руденко Н.В., Березнюк А.В. Инновационный подход к традиционным методам проектирования беспроводных компьютерных сетей.

В этой статье рассматривается инновационный подход к традиционным методам проектирования беспроводных компьютерных сетей. Детально рассмотрены известные беспроводные сети, их классификация. Описанные проблемы беспроводных локальных сетей, возможные препятствия на пути радиоволн, когда приходится учитывать при размещении точки доступа и клиентских станций. Исследуются традиционные методы проектирования беспроводных сетей. Запропоновано целесообразные подходы для улучшения методов проектирования беспроводных сетей. Предлагается при проектировании и оптимизации сетей мобильной связи использовать множество аппаратных и математических методов так как проектирование сетей, так и их оптимизации.

Ключевые слова: компьютерная сеть, беспроводная сеть, локальная сеть, частота.

Вступ

Безпроводова мережа, це тип комп'ютерної мережі, яка використовує бездротове з'єднання для передачі даних й підключення до мережеских вузлів [1]. Бездротовими мережами користується велика кількість користувачів, попит на сервіси що надаються в цих мережа дуже великий, Це обумовлює великих попит на фахівців, що здатні ефективно проектувати комп'ютерні мережі. Так стимулює розвиток методів проектування цих мереж, в першу чергу апаратних на базі спеціалізованого програмного забезпечення. так і відносно дешевих методів заснованих на первинному аналізі існуючих реалій та закономірностей. Що дозволяють ефективно планувати та розгортати мережі підготовленим фахівцям за комп'ютерних мереж.

1. Класифікація безпроводових мереж

Залежно від технологій та передавальних середовищ розділяють:

- мережі на радіо модемах;
- мережі на стільникових модемах;
- інфрачервоні системи;
- системи VSAT;
- системи з використанням низькоорбітальних супутників;
- системи з технологією SST;
- радіорелейні системи; системи лазерного зв'язку [1].

Також бездротові мережі можна розділяють за дальністю дії:

- бездротові персональні мережі (WPAN — Wireless Personal Area Networks);
- приклади технологій — Bluetooth;
- бездротові локальні мережі (WLAN — Wireless Local Area Networks);
- приклади технологій — Wi-Fi;
- бездротові мережі масштабу міста (WMAN — бездротовий Metropolitan Area Networks);
- приклади технологій — WiMAX;
- бездротові глобальні мережі (WWAN — бездротова глобальна мережа);
- приклади технологій — CSD, GPRS, EDGE, EV-DO, HSPA, LTE.[1]

Одним з найбільш часто використовуваних типом мереж вважаються - Бездротові локальні мережі (WLAN — Wireless Local Area Networks) стандарт або технологія Wi-Fi. Дуже важко знайти людину, як хоча б раз не користувалась послугами наданими через мережі Wi-Fi. Завдяки широкому використанню Wi-Fi для вирішення проблеми підключення до Інтернет цей термін став добре відомим. Незважаючи на те, що спочатку в деяких прес-релізах WECA фігурувало словосполучення Wireless Fidelity (бездротова точність), на даний момент від такого формулювання відмовилися і термін Wi-Fi ніяк не розшифровується. Wi-Fi був створений в 1991 році NCR Corporation / AT & T (згодом - Lucent Technologies і Agere Systems) в Нйвегейн, Нідерланди. Продукти, що призначалися спочатку для систем касового обслуговування, були виведені на ринок під маркою WaveLAN і забезпечували швидкість передачі даних від 1 до 2 Мбіт / с [2].

Мережі Wi-Fi найчастіше проектуються та розгортаються навіть спеціалістами що тільки почали свою трудову діяльність. Це обумовлено широким розповсюдженням та затребуваністю Wi-Fi мереж. Тому і методи проектування цих мереж найбільш затребувані.

2. Проблеми безпроводових локальних мереж

Як і у будь-якій іншій складної технології, у бездротових комп'ютерних мереж є не тільки позитивні, але і негативні сторони.

Одна з найголовніших проблем це «затухання радіохвиль», можливу наявність на шляху радіохвиль перешкод, доводиться враховувати при розміщенні точки доступу і клієнтських станцій. Металеві конструкції можуть створювати паразитні відображення сигналу, створюючи т.зв. ефект багатопроменевого прийому, коли на антену, розташовану на приймальній стороні, приходять кілька варіантів переданого сигналу, зрушених по фазі один відносно іншого. Багатопроменевий прийом значно збільшує коефіцієнт помилок. Так діапазон 2.4 ГГц менш чутливий до проблем пов'язаних с середовищем розповсюдження, але ж існує обладнання що працює в діапазоні 5 ГГц. Діапазон 5 ГГц характеризується меншою зоною Френеля, і як наслідок - більшою далекобійністю (рис. 1).



Рис. 1. Радіоміст, схема що пояснює що таке Зона Френеля

Але сигналу діапазону 5 ГГц навіть дерева, листя і т.д. - істотні перешкоди. Тому для хороших показників дальності і швидкості обладнанню потрібно чиста пряма видимість. Відмінність частоти 2,4 ГГц в тому, що для неї це не так критично (рис. 2).

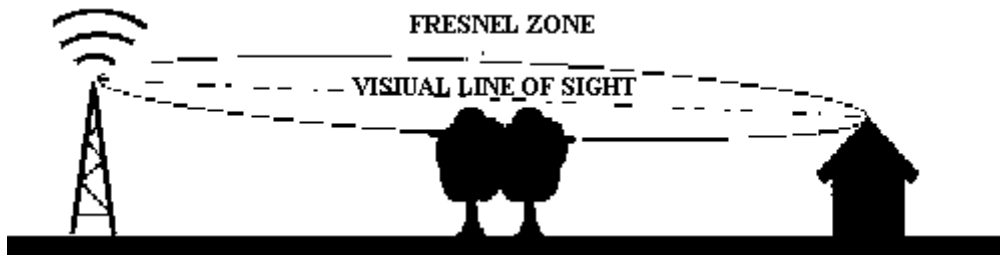


Рис. 2. Схема радіомосту для діапазону 5 ГГц, показано важливість «прямої видимості»

У той же час по іншому параметру - наявності перешкод в ефірі, частота 2,4 ГГц програє. Ця друга проблема отримала назву: "вільний статус" діапазону 2,4 ГГц. У ньому можуть працювати, наприклад, генератори мікрохвильових печей або медичні прилади. І добре, якщо медичний прилад порушить роботу локальної мережі, а якщо локальна мережа створить серйозні перешкоди медичного приладу?

Третя проблема технології WI-FI це «Завантаженість частоти». Смуга пропускання 2,4 ГГц стає все більш завантаженим через широке поширення бездротових мереж. На двугігагерцовій частоті можна виділити лише 3 окремих каналу передачі даних, в той час як на 5 ГГц - дев'ятнадцять. Висновок: за цим параметром виграє діапазон 5 ГГц, як більш вільний ефір.

Четверту проблему можна назвати «Захищеність інформації». Інформацію, передану по бездротовій мережі, легко перехопити. Так, зараз використовуються алгоритми, які можна "розкрити" прямим перебором, хіба що використовуючи суперкомп'ютер. Але і продуктивність обчислювальної техніки зростає з великою швидкістю. Не виключено, що через кілька років системи захисту інформації, що використовуються в бездротових комп'ютерних мережах, можна буде зламати, використовуючи персональний комп'ютер. За рахунок планування мережі радіо доступу цю проблему не вирішите, вирішення цією проблеми лежить у площині поліпшення алгоритмів шифрування, дозволені для масового застосування, а це зона відповідальності виробника обладнання. Тому цю проблему можна частково ігнорувати забезпечивши достатній фізичній та апаратний захист до мережевого обладнання.

П'ята проблема притаманна всім комп'ютерним мережам це «зовнішні хакерські загрози». Виробники обладнання пропонують достатньо обладнання та рішень для захисту комп'ютерних мереж від зовнішніх загроз. І цю проблему потрібно вже вирішувати опираючись на потреби на фінансові можливості клієнта.

Отже первинними проблемами при проектуванні мереж можна вважати три проблеми «затухання хвиль» «вільний діапазон» «завантаженість частоти» саме вони в першу чергу мають враховуватись при проектуванні WI-FI мереж. Тепер давайте розглянемо стандарт WLAN а точніше «Стандарт IEEE 802.11».

Wi-Fi Офіційно стандарт на локальні бездротові мережі, або WLAN (Wireless Local Area Network), іменується як 802.11, і був розроблений Інститутом інженерів з електротехніки (IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers). Назва Wi-Fi, що використовується кінцевими споживачами цієї технології, стало аббревіатурою словосполучення «wireless fidelity», яка переводить як «бездротова бездоганність». Розглянемо різновиди стандарту IEEE 802.11 (табл. 1).

Таблиця 1. Стандарт IEEE 802.11, різновиди.

Стандарт IEEE	Частота, ГГц	Рік затвердження	Теоретична пропускна здатність, Мбіт/с
802.11b	2,4	1999	11
802.11a	5	2001	54
802.11g	2,4	2003	54
802.11n	2,4	2006	300-600
802.11n Dual Band	2,4/5	2009	300
802.11ac	5	2011 - попередня редакція	1300

Всього він підрозділяється на 12 категорій - IEEE 802.11 (X), де X - англійські букви від a до k і n (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, n). Тільки три з них - IEEE 802.11b, IEEE 802.11g і 802.11n досягли повсюдного практичного застосування. Тобто саме ці мережі мають на увазі при використанні слова Wi-Fi. Відмінності між ними такі: 802.11b - максимальна швидкість - 11Мбіт / сек, радіус дії в приміщенні - до 30 м. 802.11g - максимальна швидкість - 54 Мбіт / сек, радіус дії - до 50 м. 802.11n - максимальна швидкість - 300-600 Мбіт / сек, радіус дії - до 100 м. Всі нинішні точки доступу обов'язково підтримують обидва стандарти, сучасніші працюють і зі стандартом 802.11n. Обов'язково варто врахувати не тільки тип бездротової точки (точка доступу - це пристрій, за допомогою якого між клієнтами бездротової мережі підтримується зв'язок) або маршрутизатора, а й інші чинники, такі як: Потужність передавача; Довжину і загасання в кабелях, до яких приєднані антени; Тип перешкод і перешкод в даному районі, що знаходяться на шляху сигналу; Різні будівлі. Наприклад, металеві споруди і металеві конструкції здатні зменшити максимальний радіус дії до 20 і більше відсотків; Погодні умови та рослинність. Пролитий дощ, густе листя дерев і чагарників сприяє загасання коливань хвиль Wi-Fi мереж. Є різні способи збільшення радіусу дії бездротових мереж. Наприклад, об'єднання в коло декількох точок доступу або заміна штатних антен на більш потужні і сучасні. За допомогою спеціального "калькулятора", можна приблизно розрахувати швидкість роботи і радіус дії мережі [4].

3. Проектування безпроводових мереж

Навантаження на бездротові мережі наростає з кожним днем, цьому сприяє цілий ряд факторів:

- Збільшення кількості мобільних пристроїв та інтенсивності їх використання.
- Ріст популярності мобільних послуг і програм, що вимагають великих скоростей передачі.
- Використання бездротових локальних мереж для розвантаження стільникових мереж.

Невідповідність запланованої пропускної здатності мережі WLAN і динамічного трафіку її користувачів призводить до значного погіршення характеристик мережі, до невдоволення її користувачів і неправильних висновків про те, що мережа Wi-Fi не може впоратися з великим навантаженням. Однак дотримання простих принципів проектування дозволить забезпечити достатню пропускну здатність бездротової мережі Wi-Fi для обслуговування тисяч користувачів в одному місці, як показують приклади вданих проектів.

Основне завдання проектувальника такої мережі - ретельне планування зони покриття. Для збільшення загальної пропускної здатності такої бездротової мережі необхідно звернути увагу на наступні параметри: потужність передавачів точок доступу, дозволені і необхідні швидкості передачі даних, застосовуваний частотний діапазон, розподіл і ширина смуги використовуваних каналів, тип антен і розміщення точок доступу.

Планування використовують мережу WLAN є важливим етапом реалізації проекту щодо її впровадження, що дозволяє забезпечити виконання вимог користувачів мережі до її характеристик [5]. Найбільш поширеними на сьогодні є три типи планування.

Перший метод або тип планування. Часто називають «перед проектне обстеження», «радіорозвідка». У зарубіжній літературі йому відповідає термін «sitesurvey», «RF site survey». Вимагає виїзду на місце установки експерта, збройного спеціалізованим обладнанням, проведення вимірювань та різних тестів. Він є більш витратним, але і більш ефективним, так як дозволяє провести реальні виміри необхідних характеристик з реально вживаним обладнанням в реальних умовах застосування [6, 7].

Другий метод планування бездротової мережі. Розрахунок радіо покриття. Цей спосіб заснований на розрахунковому прогнозуванні характеристик бездротової мережі на підставі вихідних даних, отриманих від її замовника. Прогнозування характеристик проводиться за допомогою математичної моделі. Замовник повинен сформулювати вимоги до характеристик бездротової мережі, надати креслення будівлі або схему місцевості в масштабі, вказати товщину і матеріал стін, колон, перекритій, місця скупчення користувачів, необхідні її користувачам послуги та програми. Інформація про місце установки обробляється експертом і імпортується в спеціалізоване програмне забезпечення, яке дозволяє провести розрахунок основних характеристик бездротової мережі і запропонувати попереднє розміщення точок доступу для виконання вимог замовника, засноване на даних теоретичного розрахунку [7].

Третій тип або метод планування. Цей метод можна назвати «на око», «за здоровому глузду». Відсутність експертизи в бездротових мережах не заважає таким «планувальникам» покрити схему приміщення колами по 50-100 метрів і назвати це «плануванням». Такий підхід є найбільш швидким і менш витратним, але загрожує великим розчаруванням користувачів. Не приймаючи до уваги специфіки обладнання і місця застосування мережі, такий спосіб призводить до більших помилок планування і не повинен застосовуватися навіть для бюджетної оцінки проекту створення бездротової мережі. Ризик виникнення проблем і навіть повної невдачі проекту занадто великий. Навіть сучасні системи адаптивного налаштування радіо параметрів не дозволяють виправити помилки такого способу планування. Але цей метод існує затребувано і його покращення суттєво полегшить виконання своїх службових обов'язків багатьом спеціалістам з комп'ютерних мереж.

Порівняймо ефективність методів, що розглянуто. За основу беремо задачі, або основні цілі які необхідно вирішити під час проектування (табл. 2).

Таблиця 2. Порівняння методів ефективності

Цілі планування	1-ий спосіб	2-ий спосіб	3-ій спосіб
	Радіорозвідка, пре проектне обстеження (RF site survey)	Розрахунок радіо покриття	«За здоровим глуздом»
Врахувати особливості місця установки	Так	Обмежено Приблизно	Приблизно
Визначити необхідне число точок доступу	Так	Так	Приблизно
Оглянути місця установки точок доступу, вибрати відповідні кріплення і антени	Так	Ні	Обмежено
Ідентифікувати джерела інтерференції і мінімізувати їх вплив	Так	Ні	Ні
Протестувати характеристики різних призначених для користувача пристроїв	Так	Ні	Ні
Перевірити безшовний роумінг клієнтів	Так	Ні	Ні
Визначити використовувані частотні канали і потужності випромінювання	Так	Так	Ні
Найбільш повно врахувати всі вимоги користувачів і особливості застосування	Так	Обмежено	Ні

Інформація наведена в таблиці переконливо свідчить, що планування «на око» не дозволяє створити бездротову мережу з прогнозованим якістю послуг. Метод «розрахунок радіо покриття» також не ідеальний. Тому ці методи потребують доопрацювання, та подальшого розвитку. В силу того, що методи «за здоровим глуздом» та «розрахунок радіо покриття» затребувані.

Висновки

Багато мережевих інженерів, системних адміністраторів. не один раз у своїй кар'єрі користувались методом «за здоровим» глуздом. Використовуючи свій досвід та підказки колег. І багато з них були б вдячні якби алгоритм методу «за здоровим глуздом» був би деталізований, описаний та покращений. Були запропоновані певні математичні методи визначення площі покриття, що б враховували ступінь поглинання радіохвиль різними матеріалами, що використовуються при будівництві. Та запропоновано методи прогнозування максимальної кількості можливих користувачів, що суттєво полегшить вибір мережевого обладнання. Та в кінцевому результаті мати задоволених користувачів та власників бездротових мереж. Розрахунковий метод теж відкритий до покращення і весь потенціал цього методу ще явно не розкрито у повній мірі.

Доцільно для покращення методів проектування бездротових мереж використовувати досвід, що був напрацьований при проектуванні бездротових мереж других стандартів. Наприклад мереж 4G. Особливо цей досвід може бути цінний при оцінці вже готових проектів.

Так при проектуванні і оптимізації стільникових мереж мобільного зв'язку, було розроблено безліч як апаратних так і математичних методів як проектування мереж так і їх оптимізації. Адаптація методів планування стільникових мереж мобільного зв'язку для планування мереж WLAN це також перспективний напрямок яке чекає своїх дослідників.

Список використаної літератури

1. Сайко В.Г. Мережі бездротового ширококутового доступу / В.Г. Сайко, В.Я. Казіміренко, Ю.М. Літвінов Ю.М. - К.: ДУТ, 2015. – 216 с.
2. Какую частоту выбрать: 2,4 ГГц или 5 ГГц? [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <https://lantorg.com/article/kakuyu-chastotu-vybrat-24-ggts-ili-5-ggts>
3. Краткое и общедоступное описание наиболее популярных беспроводных сетей стандарта 802.11, или Wi-Fi [Електронний ресурс] // – Режим доступу: https://lantorg.com/article/opisanie_besprovodnyh_setej_standarta_80211_ili_wifi
4. Метод визначення кількості точок доступу при проектуванні бездротових локальних мереж WI-FI [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <http://dspace.tneu.edu.ua/retrieve/10060/Sachavskuu%20T.M.%2C%20Strybucka%20I.P.%2C%20Sorokolit%20I.L..pdf>
5. Разбираемся в тонкостях проектирования Wi-Fi сетей в помещениях [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <https://habr.com/ru/article/456918/>
6. Проектирование беспроводных сетей [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <https://www.getwifi.ru/proektirovanie-besprovodnoi-seti.html>
7. Три способа планирования локальной сети [Електронний ресурс] // – Режим доступу: https://simplewireless.wordpress.com/2011/01/20/three_ways_to_plan_wlan/

Автори статті

Лемешко Андрій Вікторівич – старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Макаренко Анатолій Олександрович – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри Мобільних та відеоінформаційних технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Руденко Наталія Вікторівна – старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Березнюк Андрій Володимирович - аспірант кафедри Мобільних та відеоінформаційних технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Authors of the article

Lemeshko Andrii Viktorivych - Senior Lecturer of the Department of Software engineering, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Makarenko Anatoliy Oleksandrovych – Doctor of Science (technic), associate professor, professor of the Department of Mobile and Video Information Technologies, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Rudenko Nataliya Viktorivna – Senior Lecturer of the Department of Software engineering, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Bereznyuk Andriy Volodymyrovych – postgraduate of the Department of Mobile and Video Information Technologies, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Дата надходження в редакцію: 18.04.2020 р.

Рецензент: д.т.н., доцент О.М. Ткаченко