

ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖ ДОСТУПУ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Досліджено особливості підвищення ефективності мереж стандарту IEEE 802.11 за рахунок використання моделей оцінки пропускну здатності і методів оптимізації використання каналного ресурсу

Ключові слова: *бездротова локально-обчислювальна мережа, частотно-територіальне планування, внутрішньоканальна завада, точка доступу, міжканальна завада.*

Abstract

Features of increase of efficiency of networks of the IEEE 802.11 standard due to use of models of an estimation of throughput and methods of optimization of use of a channel resource are investigated.

Keywords: *wireless local area network, frequency-spatial planning, intra-channel interference, access point, inter-channel interference.*

Вступ

Бездротові локально-обчислювальні мережі (БЛОМ) стандарту IEEE 802.11 багато в чому визначають технологічний склад сучасних мереж радіо доступу на рівні з такими технологіями як мережі 3G, LTE, WiMAX і ін. [1]

На даний момент мережі IEEE 802.11 мають найширше застосування в корпоративному секторі, в публічних мережах операторів зв'язку та різних персональних пристроях домашнього застосування, вирішуючи широкий спектр завдань по передачі даних - від забезпечення роботи бізнес-критичних додатків до індустрії розваг [2]

Розглянуті в роботі моделі і методи в повній мірі можуть бути застосовані і при дослідженні мереж IEEE 802.11ах.

Результати дослідження

Частотно-територіальне планування (ЧТП) БЛОМ стандарту IEEE 802.11 базується на виборі типу каналів, які будуть використовуватися в проектованій БЛОМ.

Таким чином, під ЧТП в широкому сенсі розуміється вибір номерів (частот) і типів (ширини) частотних каналів з метою забезпечення радіопокриття з заданими характеристиками.

Основна ідея частотного планування полягає в тому, щоб отримати суцільне покриття в БЛОМ таким чином, щоб сегменти мережі, що працюють на однакових каналах, були максимально просторово рознесені один від одного. Тобто застосовується пористий принцип радіопокриття, добре відомий в стільникових мережах[3].

Постійне збільшення числа точок доступу, що працюють на одному каналі в межах однієї зони покриття, не може вирішити проблему мережевої ємності, оскільки всі ТД і клієнтські пристрої, що працюють на одному радіоканалі, ділять між собою часовий ресурс каналу за передбаченим стандартним алгоритмом. При цьому, ефект буде зворотним – зумовлюється підвищення використання каналу та зниження корисної ємності. Рознесення радіомодулів ТД по різних каналах, зменшує розмір взаємодіючих доменів, що викликає зниження конкуренції за доступ до середовища передачі і збільшує ємність окремо взятого осередку мережі [4].

Частотні діапазони 2,4 ГГц і 5 ГГц принципово відрізняються доступною шириною електромагнітного спектра, що в значній мірі впливає на частотне планування мережі.

Мінімізація впливу між каналних завад між суміжними каналами діапазону 2,4 ГГц - є однією з найважливіших задач при плануванні БЛОМ.

Мережа стандарту 802.11n може працювати в обох діапазонах з каналами шириною 40 МГц, шляхом агрегування двох 20 МГц каналів, що теоретично збільшує пропускну здатність. Однак в практиці корпоративних мереж це має сенс тільки для 5 ГГц каналів через на проблеми з виникаючими ефектами від різних видів завад. У частотному діапазоні 2,4 ГГц можна створити тільки один канал шириною 40 МГц, що робить агрегування каналів в цьому діапазоні [3] невиправданим. Для доповнення стандарту 802.11ac доступні канали шириною 80 і 160 МГц (VHT80 і VHT160 відповідно), а також режим агрегування VHT80 + 80 із загальною шириною в 160 МГц. Однак, використання агрегованих каналів має зворотний ефект у вигляді зниження числа доступних непервних каналів, що знижує загальну мережеву ємність[4].

Отже, в діапазоні 5 ГГц для більшості завдань рекомендується використання каналів шириною 20 МГц (VHT20) [5]. Використання агрегованих каналів шириною 40 МГц (VHT40) зменшує їх кількість, що змушує кожну точку доступу обслуговувати більшу кількість користувачів. У загальному випадку краще мати 50 користувачів в кожному з двох каналів VHT20, ніж 100 користувачів в одному каналі VHT40. Крім того, не всі абонентські пристрої використовують всі можливості каналів VHT40 через низьку обчислювальну потужність [5].

Іншим недоліком агрегованих каналів є більш високі вимоги до ВСШ - для каналів 40 МГц - на 3 дБ, а для каналів 80 МГц - на 6 дБ [3].

Основною перевагою каналів VHT40 є потенційна можливість користувачів використовувати максимальні швидкості передачі. У разі якщо мова йде про БЛОМ з високою щільністю користувачів, де високі пікові швидкості в розрахунку на одного користувача не є пріоритетом, слід використовувати канали VHT20 що забезпечує максимального кількість користувачів. Проте, в разі середньої щільності клієнтів і більш високих вимог до швидкостей, можливе застосування каналів шириною 40 МГц [4].

Зважаючи на особливості роботи механізму доступу до середовища, в мережах IEEE 802.11 принципово можна виділити кілька видів завад.

При цьому механізм доступу до середовища складається з двох частин. По-перше, це контроль несучої (Energy Detection - ED). Наприклад, поріг ED для каналів VHT20 становить -62 дБм. Тобто виявлення будь-якого сигналу з рівнем вище порогового викличе зупинку роботи. Поріг ED послідовно збільшується на 3 дБ при подвоєнні ширини каналу. По-друге, це віртуальний контроль несучої (VCS - virtual carrier sense), який визначається параметром NAV (network allocation vector)..

У таблиці 1 наведені порогові значення рівня прийому сигналу для каналів передавання [3].

Таблиця 1 - Значення рівня приймання в каналах різної ширини

Тип каналу	Поріг визначення преамбули (PD), основний канал	Поріг визначення преамбули (PD), вторинний канал	Поріг ED
VHT20	-82 дБм	-72 дБм	-62 дБм
VHT40	-79 дБм	-72 дБм	-59 дБм
VHT80	-76 дБм	-69 дБм	-56 дБм
VHT160	-73 дБм	Н/д	Н/д

Внутрішньоканальні завада мають місце, коли сигнал від двох окремих передавачів (базових станцій) досягає одного приймача (клієнтського пристрою). Цей тип завад виникає, у випадку використання кількох точок доступу, що знаходяться на невеликій відстані один від одного, працюють на одному і тому ж частотному каналі, таким чином, що при прийомі їх сигнали досить сильні і накладаються одна від одної, викликаючи взаємні впливи.

Ефекти внутрішньоканальних завад можуть викликати затримки в каналі передачі даних, перешкоди при передачі і спотворення отриманих даних.

Перевантаженість мережі в цьому випадку викликається наявністю великої кількості сегментів мережі (і як наслідок - пристроїв), що працюють на одному каналі. З огляду на те, що БЛОМ стан-

дарту IEEE 802.11 є середовищем з напівдуплексом, тільки один з пристроїв в межах сегменту може передавати в окремий момент часу. Вищесказане стосується і точок доступу.

Створення схеми радіопланування, з мінімальним впливом внутріканальних завад, значно простіше виконати в діапазоні 5 ГГц, ніж в діапазоні 2,4 ГГц через більшу доступну ширину спектра. Більша кількість доступних неперекривних каналів дозволяє зробити більше просторове рознесення точок доступу, що працюють на одному каналі. У більшості випадків в діапазоні 2,4 ГГц внутрішньоканальні завади не можна звести до мінімуму, оскільки є лише три формально непервних частотних канали, а можливість проведення коректного радіопланування в великій мірі залежить від конфігурації об'єкту, де планується розгортання БЛОМ [6].

На відміну від внутріканальних завад, міжканальні завади є результатом взаємного впливу каналів точок доступу з різними центральними частотами спектральних масок.

Завади мають місце при виконанні однієї або декількох умов: точки доступу недостатньо рознесені в просторі; надлишкова потужність передавача точки доступу; некоректно обрана або спрямована антена. В ідеальному випадку, спектри сигналів різних каналів не повинні перекриватися при рівнях аж до -90 дБм [5].

До способів боротьби з міжканальними завадами можна віднести коректний вибір частотного плану та зниження рівня потужності передачі на точках доступу.

Ідеально застосувати перший спосіб не завжди дозволяє конфігурація зони покриття. Що стосується другого, то порівняно невелике зниження рівня потужності сигналу при передачі, хоча і знижує радіус сегменту, але одночасно з цим в значно більшій мірі знижує рівень шуму, створюваного ТД, що працюють на суміжних каналах.

Тому необхідно використовувати рівень передачі на радіомодулі діапазону 5 ГГц на 6-9 дБ вище, ніж на радіомодулі діапазону 2,4 ГГц. Це забезпечить для підвищення ефективності балансування завантаження діапазонів, але з іншого боку такий підхід дещо обмежує гнучкість можливого підстроювання мережі контролером за допомогою маніпуляцій рівнями передачі.

Висновки

В даній виконано аналіз особливостей розгортання БЛОМ стандарту IEEE 802.11. Розглянуто основні критерії радіопланування та проаналізовано основні практичні проблеми проектування БЛОМ. Також проаналізовані радіочастотні завади, що впливають на роботу бездротових мереж стандарту IEEE 802.11. Аналіз публікацій з даної тематики показав, що найбільший вплив на роботу мережі створюють внутрішньоканальні і міжканальні завади, зумовлені точками доступу і клієнтськими пристроями. Виконано огляд механізмів що забезпечують можливість роботи мереж стандарту IEEE 802.11 в умовах впливу завад. Розглянуто методи, передбачені стандартом, що забезпечують мінімізацію завад в умовах взаємних впливів між пристроями. Показано, що в сучасних БЛОМ, і особливо в разі високої щільності абонентських пристроїв і ТД, істотний вплив на роботу мережі створюють міжканальні завади.

Рівень впливу внутріканальних та міжканальних завад на роботу мережі істотно залежить від трафіку (використання) каналів передавання.

Результати аналізу основних видів завад і методів, що забезпечують функціонування мережі в умовах впливу завад, показали, що для забезпечення ефективності планування мережі високої щільності, поряд з частотно територіальним плануванням, необхідно враховувати такі фактори як внутрішньоканальні і міжканальні завади та природу абонентського трафіку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреев, С.Д. Пространственно-временной подход к анализу гетерогенных систем связи / С.Д. Андреев, Е.А. Кучерявый, К.Е. Самуйлов // Электросвязь. – 2018. – №9. – С. 20-26.
2. Викулов, А.С. Анализ методик тестирования БЛВС стандарта IEEE 802.11 / А.С. Викулов, А.И. Парамонов // 73-я научно-техническая конференция посвященная Дню радио. 2018. Сб. науч. тр., 2018.– С. 203-205.
3. Викулов, А.С. Анализ особенностей масштабирования сетей Wi-Fi с высокой плотностью пользователей / А.С. Викулов, А.И. Парамонов // Информационные технологии и телекоммуникации. – 2018. – Т. 6.– № 1. – С. 32-42.

4. Викулов, А.С. Исследование модели межканальной интерференции в сетях IEEE 802.11 для оценки пропускной способности. / А.С. Викулов, А.И. Парамонов // Труды учебных заведений связи. – 2019. – № 2. – С. 43-48.

5. Карташевский, В.Г. Анализ вероятности битовой ошибки системы OFDM-QPSK в канале с памятью / В.Г. Карташевский, Е.С. Семенов // Радиотехника. – 2019. – № 3. – С. 39-45.

6. Антонюк Г.Л. Високошвидкісні оптичні мережі доступу/ М.В. Васильківський, Г.Л. Антонюк, О.С. Полуденко, К.О. Коваль. – Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2017, №2. – с. 57-62

Антонюк Ганна Леонідівна — аспірант групи АС-20, кафедра ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Полуденко Ольга Сергіївна — аспірант групи АС-19, кафедра ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olha.poludenko@gmail.com

Варела Карденас Фабріціо Александер— студент групи ТКС – 19 м, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: *Васильківський Микола Володимирович* — канд. техн. наук, доцент кафедри ТКСТБ, заступник декана факультету ІРЕН, Вінницький національний технічний університет

Antonuiк Hanna L. — Department of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : annaantonuik@gmail.com

Poludenko Olha S. — Department of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : olha.poludenko@gmail.com

Varela Cardenas Fabrizio Alexander - student of TKS group - 19 m, Vinnytsia National Technical University

Supervisor: *Vasylykivsky Mykola V.*— Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia