

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ВАРІАНТ ЇХ ПОЄДНАННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ "ОСТАННЬОЇ МИЛІ"

Шалипін О.С.

Кафедра «Інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського»,
Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Email: oleksii.shalypin@nure.ua

Abstract

In the report are shown the main requirements for network security, the Mesh architecture is given in combination with the LTE architecture. Several models of routers were also compared to select the one that best meets the needs, and a combination of Wi-Fi and LTE technology was described. After that, the territory was analyzed and a scheme for placing access points on the territory of the cottage town was created, taking into account interference factors, and a way to overcome signal deterioration in houses was proposed.

Під час створення безпроводової мережі є високі вимоги як до її інформаційної безпеки так і до безпеки в цілому. Для забезпечення інформаційної безпеки безпроводової мережі на даний час не існує чітких та безперечних рекомендацій. Безпроводові мережі мають більше загроз ніж проводові, оскільки передача даних відбувається в зальнодоступному середовищі. Існує кілька загроз безпроводової мережі.

1) Масштабування безпроводової мережі. Мережа може складатися з великої кількості вузлів, а в подальшому кількість вузлів може збільшуватися для забезпечення зв'язку більшої кількості людей, отже алгоритми та механізми безпеки також повинні мати змогу масштабуватися.

2) Зміна топології безпроводової мережі, що супроводжується додаванням або видаленням вузлів мережі. Вимагає складання складних алгоритмів маршрутизації та механізмів підтримки цілісності мережі.

3) Уразливість безпроводових каналів. Оскільки інформація передається в зальнодоступному середовищі, то доступ до каналу передачі даних отримати значно легше.

4) Уразливість вузла мережі. Фізичний доступ до вузла мережі.

Для подолання загрози масштабування та зміни топології в мережі використовується технологія Mesh, яка сама масштабує мережу та пристосовується до додавання або видалення пристроїв з мережі, основною вимогою є те що при додаванні або видаленні пристрою мережа повинна мати зв'язок з пристроями які залишилися. Для захисту каналів передачі даних використовується технологія Wi-Fi Protect Access (WPA) другого покоління. Для фізичного захисту вузлів мережі вони будуть розташовані в недоступному для людини місці, а саме на висоті декількох метрів від даху будинку.[1]

Проаналізувавши технології Wi-Fi та WiMAX, було обрано технологію Wi-Fi, як технологію безпроводового доступу для поєднання з технологією LTE знадобиться роутер з агрегацією частот, який підтримує частоти LTE 900, 1800, 2600 МГц. Він одночасно буде виконувати свої прямі функції, а також його можна буде враховувати за базову станцію в мережі LTE.

Агрегація частот потрібна для збільшення швидкості передачі даних, її основна функція це поєднання декількох діапазонів. Основні варіанти поєднання діапазонів це Band 3+3, або Band 3+8, але також можливі поєднання Band 3+7+8. Поєднання діапазонів залежить від наявності діапазонів в даній місцевості, а оскільки основна задача кваліфікаційної роботи це подолання проблеми "останньої милі", то найбільш можлива агрегація частот в діапазонах Band 3+8 або Band 8+8, бо саме станції LTE 900 та LTE 1800 будуть найбільш розповсюджені на потрібній території.

Важливо враховувати категорію роутеру. Якщо вона чотири або нижче, то роутер не підтримує агрегацію частот і може працювати лише в одноканальному режимі, маючи при цьому малу швидкість передачі даних, максимальна швидкість завантаження інформації в ідеальних умовах буде дорівнювати 150 Мбіт/с. Роутер шостої категорії може об'єднувати два канали і в ідеальних умовах має швидкість 300 Мбіт/с. Починаючи з дев'ятої категорії в ідеальних умовах роутер може надати швидкість завантаження рівну 450 Мбіт/с, а вже з дванадцятої категорії за умов підтримки МІМО 4x4 та модуляції QAM 256 в ідеальних умовах швидкість завантаження буде дорівнювати 600 Мбіт/с. Починаючи з шістнадцятої категорії можлива агрегація чотирьох каналів та швидкість близько одного Гбіт/с. При виборі обладнання треба враховувати що оператори мають різну ширину каналу, тому треба обирати роутер підтримуючий цю ширину каналу, для компанії Київстар це 5 МГц, для компанії Vodafone це 20 МГц, а для компанії lifecell це 15МГц[2].

Для побудови точок доступу об'єднаних технологією Mesh не потрібно обирати топологію. Пристрої мають технологію авто-налаштування маршрутів, наприклад технологія Omada Mesh.

Omada Mesh це технологія розроблена компанією TP-Link, основна функція цієї технології – адаптивна маршрутизація та відновлення. Адаптивна маршрутизація дозволяє вибору найкращого маршруту між точками доступу для зменшення затримки. Відновлення дозволяє не перелаштовувати мережу якщо одна з точок доступу припинила свою роботу, або в мережу добавлена нова точка доступу[3]. Враховуючи функції технології Omada та те що топологія Mesh має децентралізовану схему організації мережі було розроблено архітектуру зображену на рисунку 1.

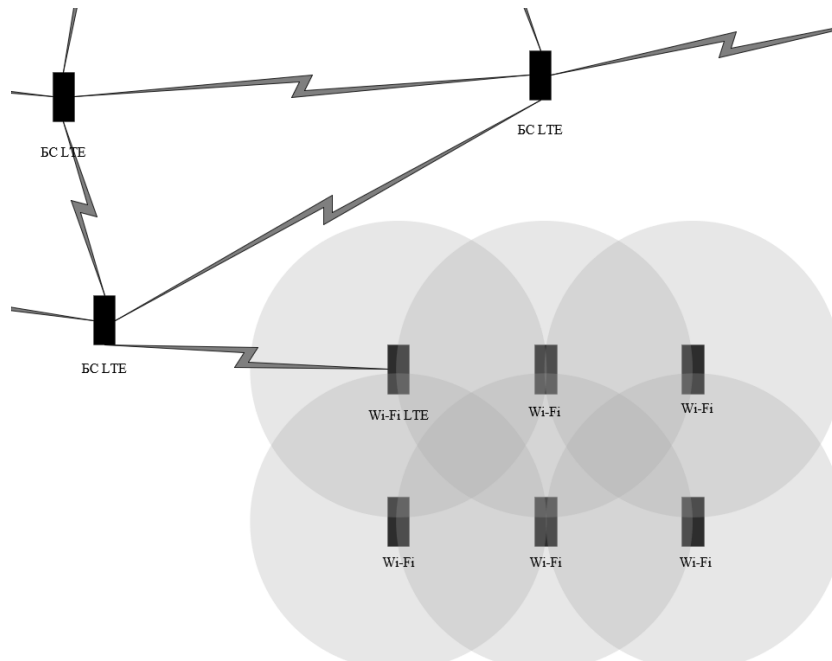


Рис. 1. Архітектура технології Mesh в поєднанні з технологією LTE

Згідно з рисунком 1, для побудови мережі використовуються два різновиди роутерів та базові станції зв'язку LTE.

Точка доступу Wi-Fi LTE має одну головну відмінність від точки доступу Wi-Fi, це модуль LTE. Модуль LTE забезпечує підключення до стільникової мережі та обмін інформацією з нею. З'єднання з стільниковою мережею відбувається за допомогою вбудованої антени яка приймає сигнал в спектрі від 900 до 2800 МГц. Використовуючи шосту категорію стандарту LTE швидкість може досягати 300 Мбіт/с[4].

Вибір точок доступу для безпроводової мережі

Для вибору точки доступу Wi-Fi головними параметрами є дальність дії, підтримка частот, максимальна кількість користувачів, захищеність від вологи та температури, підтримка технології Mesh.

Для порівняння було обрано три моделі пристроїв різних компаній EAP225-Outdoor від компанії TP-Link, RBWAP2ND від компанії MikroTik та RUT950 від компанії Teltonika. В таблиці 1 було наведено їх основні характеристики та порівняння.

Таблиця 1. Порівняння характеристик роутерів Wi-Fi

	EAP225-Outdoor	RBWAP2ND	RUT950
Швидкість, Мбіт/с	1000	300	300
Дальність дії, м.	200/300	100	100
Частоти, ГГц	2,4/5	2,4	2,4
Кількість користувачів	60	30	60
Робоча температура, °C	Від -30 до 70	Від -40 до 70	Від -45 до 80
Робоча вологість	10-90%	10-90%	10-90%

За даними таблиці роутер EAP225-Outdoor має найкращі характеристики для виконання поставлених задач. Він забезпечує велику кількість підключень, два діапазони роботи, робочі температури та вологість відповідають погодним умовам в заданій місцевості. Зазначена дальність дії протестована в ідеальних умовах без наявності перешкод, та за ідеальної вологості для розповсюдження сигналу.

Для вибору точки доступу Wi-Fi LTE головними параметрами є дальність дії, підтримка частот, максимальна кількість користувачів, захищеність від вологи та температури, підтримка технології Mesh та підтримка технології LTE.

Для порівняння було обрано роутер RUT950 від компанії Teltonika та RUTX11 від компанії Teltonika. В таблиці 2 було наведено їх основні характеристики та порівняння.

Таблиця 2. Порівняння роутерів Wi-Fi LTE

	RUT950	RUTX11
Швидкість, Мбіт/с	300	300
Дальність дії, м.	100	200/50
Частоти, ГГц	2,4	2,4/5
Кількість користувачів	60	60
Робоча температура, °C	Від -45 до 80	Від -45 до 80
Робоча вологість	10-90%	10-90%

За даними таблиці, роутер RUTX11 має найкращі характеристики для вирішення поставлених задач. Він забезпечує велику кількість підключень, два діапазони роботи, робочі температури та вологість відповідають погодним умовам в заданій місцевості. Зазначена дальність дії протестована в ідеальних умовах без наявності перешкод, та за ідеальної вологості для розповсюдження сигналу.

Для правильного розташування точок доступу на місцевості потрібно враховувати чинники що впливають на якість сигналу безпроводової мережі. Чинники впливу на сигнал можна розподілити на групи: чинники які створила людина та чинники які створені природою.

Чинники які створені природою це гори, водойми, впадини. Для виявлення цих чинників було проаналізовано територію кортежного містечка. Перепад висот складає десять метрів. Озер, річок та водойм на території містечка немає.

Проаналізувавши територію на якій буде розгорнена мережа було виявлено такі чинники перешкод створених людьми: крони дерев, стіни будинків, вікна, дзеркала в будинках, наявність в деяких будинках електричної теплої підлоги, металеві паркани, прилади випромінюючі радіосигнал в діапазоні роботи мережі.

Для запобігання впливу крон дерев та металевих парканів на якість сигналу, точки доступу будуть розміщені на даху будинків, або на щоглах висота яких буде більше висоти будинків, дерев та парканів. Будинки в кортежному містечку збудовані з цегли, втрати сигналу при проходженні скрізь цегляну стіну складають 15-25% в залежності від товщини стіни та матеріалу цегли. Фактори впливу на мережу які знаходяться в будинку доцільно буде подолати за допомогою підсилювачів або повторювачів сигналу які будуть розташовані всередині будинку.

Для забезпечення безпеки в мережі використовується технологія WPA2, але найбільшим ризиком для будь якої мережі є люди які знають пароль цієї мережі. Для запобігання розповсю-

дження паролю буде створена додаткова мережа, яка працюватиме паралельно до основної. Ця мережа буде мати назву гостьова мережа, для доступу до цієї мережі не потрібен пароль. Для уникання можливості сторонніх осіб постійно користуватися цією мережею, тим самим знижуючи швидкість основної мережі, швидкість гостьової мережі буде знижена в декілька разів відносно основної, а кількість користувачів знижена до 60 підключень, тобто розподілення кількості всіх можливих підключень буде мати співвідношення один до п'яти, де один це кількість підключень гостьової мережі, а п'ять це кількість підключень основної мережі.

Враховуючи данні приведені вище схема розташування точок доступу на місцевості кортежного містечка буде мати вигляд зображений на рисунку 2



Рис. 2. Схема розміщення роутерів на місцевості

На схемі рівновіддалено розташовані точки доступу. Кількість дерев, які знаходяться в зоні покриття мережі мала, більша частина дерев знаходяться за територією кортежного містечка, тобто поза зоною мережі і не впливають на якість сигналу в мережі.

Література

1. Вимоги до забезпечення функціональної та інформаційної безпеки бездротових сенсорних мереж / В.О. Романов, І.Б. Галелюка, В.О. Остапенко // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. — 2017. — № 16. — 106с.
2. Alicherry M., Bhatia R., Li L.E. Joint channel assignment and routing for throughput optimization in multi-radio wireless Mesh networks. In: Proceedings of the 11th annual international conference on Mobile computing and networking / Alicherry M., Bhatia R., Li L.E. - Netherlands : Wireless Sensor Network, 2005. – 72 с.
3. What is Mesh WiFi? -What does it do? And how to choose a Mesh WiFi Router? [Електронний ресурс]. – 2022 – режим доступу до ресурсу: <https://www.tp-link.com/en/blog/332/what-is-mesh-wifi-what-does-it-do-and-how-to-choose-a-mesh-wifi-router>.
4. What is a 4G WiFi Router? [Електронний ресурс]. – 2020 – режим доступу до ресурсу: <https://www.tp-link.com/ru/4g-wifi-router>.