

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-475-7-3>

SEAMLESS MESH NETWORK FUNCTIONALITY

ФУНКЦІОНАЛЬНІСТЬ БЕЗШОВНОЇ MESH МЕРЕЖІ

Kurychek H. H.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor at the Department
of Computer Systems and Networks
Zaporizhzhia Polytechnic National
University
Zaporizhzhia, Ukraine*

Киричек Г. Г.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних
систем та мереж
Національний університет
«Запорізька політехніка»
м. Запоріжжя, Україна*

Tiahunova M. Yu.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor at the Department
of Computer Systems and Networks
Zaporizhzhia Polytechnic National
University
Zaporizhzhia, Ukraine*

Тягунова М. Ю.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних
систем та мереж
Національний університет
«Запорізька політехніка»
м. Запоріжжя, Україна*

Zui M. S.

*Student at the Faculty of Computer
Sciences and Technologies
Zaporizhzhia Polytechnic National
University
Zaporizhzhia, Ukraine*

Зуй М. С.

*студент факультету комп'ютерних
наук і технологій
Національний університет
«Запорізька політехніка»
м. Запоріжжя, Україна*

Світ інформаційних технологій робить життя сучасної людини більш комфортним і різноманітним [1]. Мережі передачі даних є засобом доступу до інформації і забезпечують створення глобального інформаційного простору [2]. Технологія wi-fi є найбільш розповсюдженою та потребує покриття великих площ, робочих приміщень, тощо [3]. Тому mesh-технології набирають популярність [4].

В умовах зростаючих вимог до мереж передачі даних, відбувається розвиток методів доступу [5, 6]. Метою є забезпечення високошвидкісного доступу до глобальних мереж на великій площині. Особливий акцент робиться на впровадженні бездротових технологій, які забезпечують мережеву інфраструктуру для різних умов доступу уникаючи проблем, які характерні для дротових мереж [7, 8]. На даний час проблеми низької швидкості та обмеженого територіального охоплення вирішують стандарти бездротових mesh-мереж [9]. Вони збільшують

радіус покриття, використовуючи вузли для маршрутизації пакетів, зменшуючи необхідність у багатьох точках доступу і розширюючи зону бездротового доступу.

Метою дослідження є бездротова мережева інфраструктура із застосуванням mesh-систем. Об'єктом є процес впровадження безшовних mesh-технологій. Предметом – моделі, методи та інструментальні засоби побудови безшовної mesh-мережі із використанням Mikrotik CAPsMAN.

Розглянемо бездротову mesh-систему побудовану за технологією CAPsMAN на розподіленій території та доведемо переваги даного контролера (рис. 1).

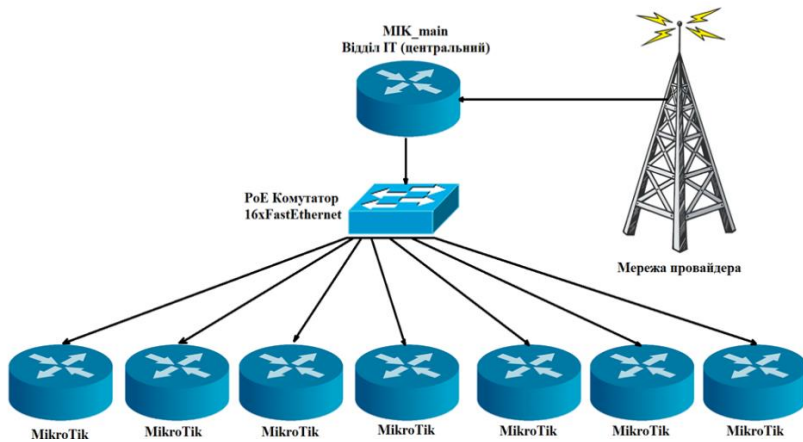


Рис. 1. Схема підключення обладнання

CAPsMAN є програмним забезпеченням, розробленим компанією Mikrotik. Воно дозволяє адміністратору керувати великою кількістю точок доступу з одного центрального пристрою, що значно спрощує процес налаштування, моніторингу та підтримки мережі [10]. Це включає управління SSID, параметрами безпеки, каналами, потужністю сигналу та іншими налаштуваннями [11]. Система автоматично розподіляє налаштування на всі підключені точки доступу, що значно скорочує час на їх індивідуальну конфігурацію [12]. Це особливо корисно при розгортанні великих мереж.

Мережа складається з кількох модулів, кожен з яких обслуговує свою зону та надає підключеним клієнтам доступ до відкритої мережі. Особливістю є те, що тільки головний модуль (база) підключається до відкритої мережі напряму, а решта модулів з'єднуються з базою,

надаючи доступ клієнтам. Така технологія створює єдиний wi-fi сигнал по всій площині та об'єднує всі модулі. Вона реалізується за допомогою стандарту IEEE 802.11s, який дозволяє пристроям автоматично об'єднуватись у розподілену мережу. Маючи план конфігурації мережі та налаштувавши контролер керованих точок доступу CAPsMAN, отримали динамічну бездротову мережу, здатну самостійно налаштуватись та відновлюватись, забезпечуючи стабільне і рівномірне покриття, використовуючи wi-fi технологію mesh-систем. При цьому функціонування mesh-вузлів і маршрутизацію трафіку в мережі забезпечує стандарт IEEE 802.11s, високу швидкість передачі даних із покращеною продуктивністю даної мережі реалізує стандарт IEEE 802.11ac/ax, а безпечне функціонування самої бездротової мережі підтримують стандарти та методи WPA/WPA2 PSK. Також важливу роль у побудові безшовного wi-fi відіграє протокол Seamless Roaming стандарту IEEE 802.11k/v/r, що забезпечує плавне переміщення пристроїв між різними точками доступу у бездротовій мережі. Це важливо для підтримки стабільного з'єднання без переривань, особливо для мобільних клієнтів. Стандарт IEEE 802.11k забезпечує моніторинг та звітність про радіочастотне середовище, дозволяючи клієнтам краще розуміти, коли варто перейти на інший канал або точку доступу. Стандарт IEEE 802.11v спрощує управління бездротовою мережею, дозволяючи віддалене управління налаштуваннями клієнтів, допомагаючи оптимізувати роботу мережі, а стандарт IEEE 802.11r значно скорочує час аутентифікації клієнта при перемиканні між точками доступу. Завдяки впровадженню цих технологій, стандартів та протоколів, створено ефективну та надійну мережеву інфраструктуру, яка забезпечує високу продуктивність, безпеку та стабільність роботи безшовної розподіленої мережі.

Тестування проведено спираючись на схему розміщення та із урахуванням віддаленості обладнання. На першому етапі створюємо під'єднання до мережі, яка тестується. Паралельно посилаємо пакети на обраний сайт з метою перевірки надходження пакетів та якості з'єднання. Тестування проведено із кінця в кінець для мережі, яка досліджується. За результатами тестування отримано log файл з основного маршрутизатора. Аналіз даних демонструє всі етапи підключення та перепідключення між точками доступу, згідно схеми розміщення пристроїв. Отримавши IP-адресу від DHCP-серверу із адресного пулу мережі пристрій, при переміщенні в іншу точку мережі, перепідключається на точку доступу із більш потужним сигналом та відключається від попередньої мережі. При цьому він отримує повідомлення від контролера CAPsMAN про ресстрацію на іншому інтерфейсі. Така поведінка клієнтського пристрою, при автоматичному підключенню до точки із найбільш потужним

сигналом. спостерігається при проходженні вздовж всього відрізка досліджуваної мережі. У log файлі спостерігаємо невелику кількість втрачених пакетів, але середній час передачі є задовільним. Маємо висновок, що раптове збільшення часу передачі пакетів виникає внаслідок переключення пристрою між точками доступу. Останнім кроком є перевірка швидкості доступу до відкритої мережі. Для цього запускаємо стандартний тест визначення швидкості мережі та маємо задовільні результати тестування: достатньо високу швидкість передачі даних і низьку затримку. Це свідчить про достатній рівень оптимізації розташування точок доступу в мережі та про те, що mesh-мережа побудована на технології CAPsMAN працює коректно.

Література:

1. Davoli L., Ferrari G. *Wireless Mesh Networks для IoT і Smart Cities: Technologies та Applications*. Institution of Engineering and Technology. 2022. P. 289.
2. Киричек, Г. Г. Керування інформаційними потоками на всіх рівнях ієрархії отримання знань. *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. 2010. № 1. С. 70–78.
3. Agrawal H., Agrawal R., Chandani R., Nema S. Optimal Wifi Position Detection using Artificial Intelligence. *International Journal of Next-Generation Computing*. 2023. Vol. 14(1).
4. Nurlan Z., Zhukabayeva T., Othman M., Adamova A., Zhakiyev N. Wireless sensor network as a mesh: Vision and challenges. *IEEE Access*. 2021. Vol. 10. P. 46–67.
5. Kirichek G., Kyrychek D., Hrushko S., Timenko A. Implementation the protection method of data transmission in network. *IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT'2019)*. 2019. P. 129–132.
6. Киричек Г. Г., Щетінін М. О. Конфігурація серверів з використанням Ansible. Publishing House “Baltija Publishing”. 2021. С. 15–17.
7. Easha FBK, Abbas R., Daley M. Campus Wi-Fi Coverage Mapping and Analysis //arXiv preprint arXiv:2004.01561. 2020.
8. Nurutdinov A., Latypov R. Dynamically Predicting Wi-Fi Coverage Mapping Using Bioinspired Neural Networks. 2023 International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM). *IEEE*. 2023. P. 1–6.
9. Khan MN, Rahman HU, Khan MZ. An energy efficient adaptive scheduling scheme (EASS) for mesh grid wireless sensor networks. *Journal of Parallel and Distributed Computing*. 2020. Vol. 146. P. 139–157.
10. Febrianti F., Haryani P., Iswahyudi C. Perancangan jaringan wireless multiple SSID menggunakan fitur Mikrotik CAPsMAN. *Jurnal Jarkom*. 2020. 8(2). P. 65–72.

11. Рудьковський О. Р., Киричек Г. Г. Програмний комплекс з підтримки розподіленої взаємодії мережевих пристроїв та додатків. *Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки»*. 2021. Вип. 32(71), № 2. С. 229–234.

12. Silva I., Pendão C., Torres-Sospedra J., Moreira A. Quantifying the Degradation of Radio Maps in Wi-Fi Fingerprinting. 2021 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN). *IEEE*. 2021. P. 1–8.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-475-7-4>

**INTEGRATED ENVIRONMENT FOR STUDY OF DISCIPLINE:
CONCEPTUAL MODEL
OF LEARNING MATERIAL REPRESENTATION**

**ІНТЕГРОВАНЕ СЕРЕДОВИЩЕ СТУДІЮВАННЯ
ДИСЦИПЛІНИ: КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ПОДАННЯ
НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ**

Otenko V. I.

*Researcher,
International Research and Training
Center for Information Technologies
and Systems of NAS and MES
of Ukraine
Kyiv, Ukraine*

Отенко В. І.

*науковий співробітник,
Міжнародний науково-навчальний
центр інформаційних технологій
та систем НАН та МОН України
м. Київ, Україна*

Відповідно до [1] Інтегроване Середовище Студіювання Дисципліни (ІССД) являє собою програмну систему – когнітивний засіб [2], – яка втілює узгоджене персональне середовище вивчення, орієнтоване на підтримку пізнавальної діяльності людини під час вивчення дисципліни.

Головне призначення ІССД – не тільки забезпечити у поєднанні з сучасними комп'ютерними інформаційними технологіями доставку навчальної інформації до користувача, який прагне вивчити дисципліну, але й надати йому належну комп'ютерну підтримку під час вивчення цієї інформації. Використання ІССД можливе у різних контекстах набуття знань, як от організовані форми навчання, самоосвіта тощо. Однак, розробка інтегрованого середовища має насамперед орієнтуватися на забезпечення успішного досягнення мети