

SECTION 1. INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-612-6-1>

NETWORK INFRASTRUCTURE OF HOUSING COMPLEXES

МЕРЕЖЕВА ІНФРАСТРУКТУРА ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ

Kyrychek 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*

Zhyvohliad V. A.

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

Живогляд В. А.

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

На даному етапі розвитку інформаційних технологій, значно підвищуються вимоги до мережевої інфраструктури житлових комплексів [1]. Це особливо відчутно у сфері автоматизації та забезпеченні комфорту мешканців, за рахунок активного впровадження концепцій смарт та інтернету речей (IoT) [2]. Все це потребує створення надійних та масштабованих мереж передачі даних, здатних обслуговувати велику кількість сенсорних пристроїв [3]. У котеджних комплексах, які охоплюють значні площі з множиною будівель, важливо забезпечити ефективне з'єднання між пристроями, що підтримують функції безпеки, енергетичного контролю, моніторингу та автоматизації побу-

тових завдань [4]. Традиційні кабельні мережі, у даному випадку, є економічно не вигідними та технічно складними [5]. Сенсорні мережі, побудовані на основі великої кількості малопотужних вузлів, забезпечують безперервний моніторинг, передачу даних та низьке енергоспоживання [6]. Ключовими перевагами цих мереж є гнучкість та адаптація до змін середовища, що робить їх оптимальними для реалізації сучасних інфраструктурних рішень у житловому секторі [7]. Проектування таких мереж є складним завданням, яке вимагає врахування топології, протоколів зв'язку, надійності, безпеки та інтеграції з іншими системами [8]. Серед актуальних технологій реалізації бездротових сенсорних мереж найбільш ефективними є ZigBee, LoRaWAN, Z-Wave, Wi-Fi та NB-IoT [9]. Їх вибір залежить від радіусу дії, потужності, пропускну здатності та рівня захисту даних [10]. Метою роботи є реалізація мережевої інфраструктури житлових комплексів, моделювання та налаштування бездротового покриття із застосуванням програмного забезпечення для аналізу і прогнозування стану мережних з'єднань. Об'єктом дослідження є процес реалізації мережі передачі даних з інтеграцією сенсорних технологій та системи прогнозування стану мережі. Предметом є методи, моделі проектування, налаштування та інтелектуального моніторингу мережевої інфраструктури.

Мережева інфраструктура котеджного комплексу є сукупністю комунікаційних технологій, які забезпечують з'єднання всіх об'єктів в єдину інформаційну систему [11]. Оптиміальне планування мережі дозволяє підвищити енергоефективність, зменшити експлуатаційні витрати та створити надійну систему управління. Проте розподілена топологія мережі (ТМ), необхідність підтримки високої якості обслуговування (QoS) та інтеграція бездротових рішень створюють низку технічних викликів (рис.1).



Рис. 1. Виклики мережевої інфраструктури комплексів

Для оцінки функціональних можливостей мережі, її продуктивності і стабільності за різних умов навантаження, створено тестове середовище, проведено моделювання її роботи та отримані ключові показники ефективності. У мережевій архітектурі передбачено два основні типи бездротового доступу: для користувачів та для IoT-пристроїв, що дозволяє забезпечити розподіл трафіку та підвищити рівень інформаційної безпеки. На рисунку 2 представлена схема мережі котеджу, як приклад часткової реалізації загальної інфраструктури. Для забезпечення безпеки підключень використовується протокол WPA2-PSK, який передбачає автентифікацію користувачів [12]. Особливу увагу приділено модульності архітектури та можливості масштабування системи. Програмне забезпечення передбачає обробку даних у реальному часі, що дозволяє оперативно реагувати на зміни стану обладнання. Після виконання всіх етапів підготовки даних, вибору моделі та її навчання здійснено оцінку продуктивності застосованого алгоритму.

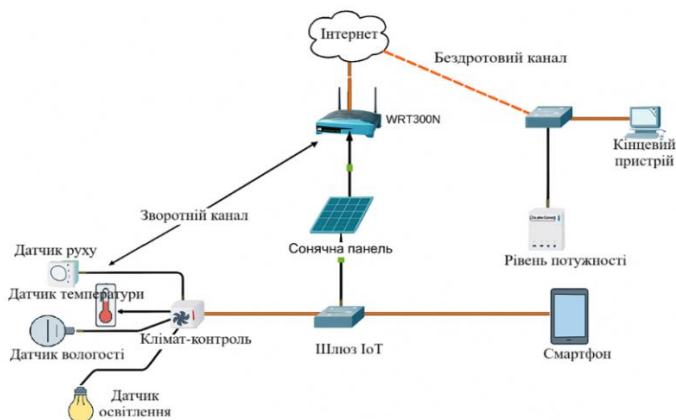


Рис. 2. Схема мережі котеджу

Проведене навчання алгоритму дозволило перевірити його здатність ефективно розпізнавати як нормальний стан мережевої інфраструктури, так і відхилення в її роботі. Враховуючи позитивний стан (відмови) та негативний (нормальний) отримали порівняння основних метрик (рис. 3).

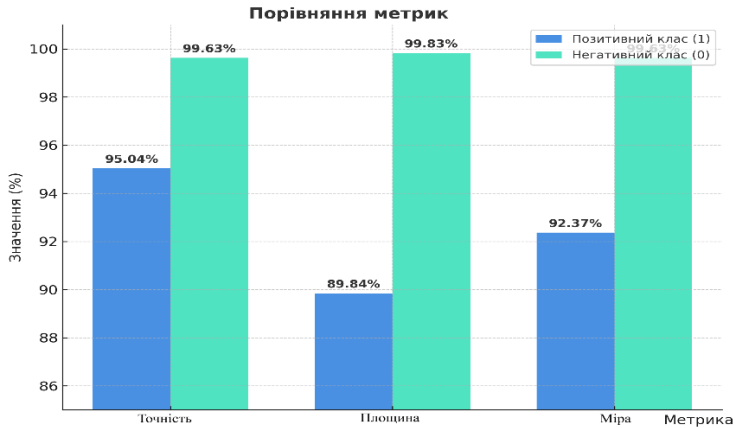


Рис. 2. Порівняння метрик

В процесі проведення досліджень, моделювання та тестування мережі налаштовано сенсорну інфраструктуру котеджного комплексу, включно із підключенням розумних пристроїв до серверного середовища, налаштуванням умов для керування всіма процесами та структурами.

Література:

1. Rahman M. A., Hossain M. S. IoT-based environmental monitoring systems: A comprehensive survey. *IEEE Internet of Things Journal*. 2023. Vol. 10, No. 8. P. 6891–6912.
2. Yamamoto R., Yamazaki T., Ohzahata S. VORTEX: Network-Driven Opportunistic Routing for Ad Hoc Networks. *Sensors*. 2023. 23(6). P. 2893.
3. Johnson M., Smith A., Brown K. Enhancing IoT Security: An Innovative Key Management System for Lightweight Block Ciphers. *PMC Sensors*. 2023. Vol. 23, No. 18. Article PMC10535244. 15 p.
4. Chen W., Liu Y., Wang X. A hybrid encryption approach for efficient and secure data transmission in IoT devices. *Journal of Engineering and Applied Science*. 2024. Vol. 71. Article 459. 18 p.
5. Киричек Г.Г., Гаркуша В.Ю. Віртуалізація хостів на основі Proxmox VE в умовах надлишкового використання ресурсів. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки»*. 2021. Вип. 32 (71). № 1. С. 78–84.
6. Greig J. A. Wireless Mesh Networks as Community Hubs: Analysis of Small-Scale Wireless Mesh Networks and Community-Centered Technology Training. *Journal of Information Policy*. 2018. 8(1). P. 232–266.

7. Kirichek, G., Kyrychek, D., Hrushko, S., Timenko, A. Implementation the Protection Method of Data Transmission in Network. In: ATIT-2019. P. 29–132.
8. 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.
9. Wu D., Liebeherr J. A Low-Cost Low-Power LoRa Mesh Network for Large-Scale Environmental Sensing. *IEEE Internet of Things Journal*. 2023. P. 1.
10. Kumar R., Sharma S., Patel P. Cryptography Algorithms for Enhancing IoT Security. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2023. Vol. 14, No. 3. P. 245–257.
11. Киричек, Г. Г. Керування інформаційними потоками на всіх рівнях ієрархії отримання знань. *Радіoeлектроніка, інформатика, управління*. 2010. № 1. С. 70–78.
12. Zhang L. [et al.]. Efficiency and Security Evaluation of Lightweight Cryptographic Algorithms for Resource-Constrained IoT Devices. *Sensors*. 2024. Vol. 24, No. 12. Article 4008. 28 p.