

## МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ КОМУТАЦІЇ ТА МАРШРУТИЗАЦІЇ ПРИ РОЗБУДОВІ МЕРЕЖ 6G

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*У роботі розглянуто сучасні методи підвищення ефективності комутації та маршрутизації в мережах шостого покоління (6G). Проаналізовано можливості використання програмно-конфігурованих мереж, мережевої віртуалізації, периферійних обчислень та алгоритмів штучного інтелекту для оптимізації передачі даних. Визначено основні переваги адаптивного керування мережевим трафіком та перспективи розвитку телекомунікаційних систем нового покоління.*

**Ключові слова:** 6G, комутація, маршрутизація, SDN, NFV, штучний інтелект, телекомунікаційні мережі.

### *Abstract*

*The paper considers modern methods for improving switching and routing efficiency in sixth-generation (6G) networks. The possibilities of using software-defined networking, network function virtualization, edge computing and artificial intelligence algorithms for data transmission optimization are analyzed. The main advantages of adaptive traffic management and prospects for the development of next-generation telecommunication systems are determined.*

**Keywords:** 6G, switching, routing, SDN, NFV, artificial intelligence, telecommunication networks.

### Вступ

Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій супроводжується постійним зростанням обсягів передавання даних та кількості підключених пристроїв. Поширення технологій Інтернету речей, штучного інтелекту, автономного транспорту, доповненої та віртуальної реальності формує нові вимоги до телекомунікаційної інфраструктури. Для забезпечення високої швидкості передавання інформації, мінімальних затримок та надійності зв'язку розробляються мережі шостого покоління – 6G [1].

На відміну від мереж попередніх поколінь, 6G повинні забезпечити значно вищу продуктивність, підтримку інтелектуального керування трафіком та ефективне використання мережевих ресурсів. У таких умовах особливого значення набувають процеси комутації та маршрутизації, які визначають швидкість і якість доставки пакетів даних між вузлами мережі [2].

Метою роботи є аналіз сучасних методів підвищення показників комутації та маршрутизації при розбудові мереж 6G та визначення перспективних напрямків їх розвитку.

### Основна частина

Комутація та маршрутизація є основними процесами функціонування телекомунікаційних мереж. Комутація забезпечує передавання пакетів між мережевими пристроями, а маршрутизація відповідає за вибір оптимального шляху їх проходження. Зі збільшенням кількості користувачів та обсягів трафіку традиційні підходи до організації мереж поступово втрачають ефективність, що вимагає впровадження нових технологічних рішень [3].

Одним із найбільш перспективних методів підвищення ефективності маршрутизації є використання програмно-конфігурованих мереж (Software Defined Networking, SDN). Дана технологія передбачає відокремлення функцій керування мережею від функцій передачі даних. Централізоване керування дозволяє оперативно аналізувати стан мережі та автоматично змінювати маршрути передачі інформації залежно від поточного навантаження. Завдяки цьому підвищується продуктивність мережі та зменшується ймовірність перевантаження окремих вузлів [2].

Важливим напрямком розвитку мереж 6G є використання технології мережевої віртуалізації Network Function Virtualization (NFV). Її основною перевагою є можливість реалізації функцій маршрутизаторів і комутаторів у програмному вигляді без необхідності використання спеціалізованого обладнання. Це забезпечує гнучкість мережевої інфраструктури, спрощує процес модернізації та дозволяє швидко адаптувати мережу до нових вимог користувачів [4].

Значну роль у підвищенні ефективності комутації та маршрутизації відіграють алгоритми штучного інтелекту. Використання методів машинного навчання дає змогу аналізувати великі масиви даних про стан мережі, прогнозувати можливі перевантаження та автоматично визначати оптимальні маршрути передавання інформації. Інтелектуальні системи можуть враховувати поточне навантаження каналів зв'язку, якість сигналу та інші параметри, що дозволяє значно покращити якість обслуговування користувачів [1].

Однією з ключових технологій мереж 6G вважається мережеве сегментування (Network Slicing). Воно дозволяє створювати декілька незалежних логічних мереж на базі однієї фізичної інфраструктури. Кожен сегмент може бути оптимізований для конкретного типу сервісів. Наприклад, один сегмент може забезпечувати роботу автономного транспорту, інший – функціонування промислових систем автоматизації, а ще один – передавання мультимедійного контенту високої якості. Такий підхід сприяє більш ефективному використанню мережевих ресурсів та підвищенню продуктивності мережі [3].

Для зменшення затримок передачі даних у мережах нового покоління активно впроваджується концепція периферійних обчислень (Edge Computing). Її суть полягає в перенесенні частини обчислювальних ресурсів ближче до користувачів. Це дозволяє скоротити час обробки інформації та зменшити навантаження на центральні центри обробки даних. Використання периферійних обчислень є особливо важливим для сервісів реального часу, таких як дистанційна медицина, автономне керування транспортом та промислові системи моніторингу [4].

Перспективним напрямком розвитку мереж 6G також є використання терагерцового діапазону частот. Його застосування дозволяє суттєво збільшити швидкість передачі даних, проте потребує вдосконалення механізмів комутації та маршрутизації для ефективного керування великими потоками інформації. Саме тому сучасні дослідження спрямовані на розроблення інтелектуальних алгоритмів керування мережею, здатних забезпечити стабільне функціонування телекомунікаційних систем навіть за умов надвисокого навантаження [5].

## Висновок

Проведений аналіз показав, що підвищення показників комутації та маршрутизації є одним із найважливіших завдань при розбудові мереж 6G. Найбільш перспективними напрямками розвитку є використання програмно-конфігурованих мереж, мережевої віртуалізації, технології мережевого сегментування, периферійних обчислень та алгоритмів штучного інтелекту.

Комплексне впровадження зазначених технологій дозволить зменшити затримки передачі даних, підвищити пропускну здатність мережі, забезпечити ефективне використання ресурсів та покращити якість обслуговування користувачів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Saad W., Bennis M., Chen M. A Vision of 6G Wireless Systems: Applications, Trends, Technologies, and Open Research Problems // *IEEE Network*. – 2020. – Vol. 34, No. 3. – P. 134–142.
- 2.Kreutz D., Ramos F. M. V., Verissimo P. E. та ін. Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey // *Proceedings of the IEEE*. – 2015. – Vol. 103, No. 1. – P. 14–76.
- 3.Foukas X., Patounas G., Elmokashfi A., Marina M. K. Network Slicing in 5G: Survey and Challenges // *IEEE Communications Magazine*. – 2017. – Vol. 55, No. 5. – P. 94–100.

4. Taleb T., Samdanis K., Mada B. та ін. On Multi-Access Edge Computing: A Survey of the Emerging 5G Network Edge Architecture and Orchestration // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2017. – Vol. 19, No. 3. – P. 1657–1681.

5. Zhang Z., Xiao Y., Ma Z. та ін. 6G Wireless Networks: Vision, Requirements, Architecture, and Key Technologies // IEEE Vehicular Technology Magazine. – 2019. – Vol. 14, No. 3. – P. 28–41.

**Коновченко Дар'я Олександрівна**, студентка групи ТСМ-25м, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, koonovchenko15@gmail.com

**Науковий керівник: Макогон Віталій Іванович**, старший викладач кафедри Інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Konovchenko Daria Oleksandrivna**, student of the group TSM-25m, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, koonovchenko15@gmail.com

**Supervisor:** Makogon Vitaliy Ivanovych, senior lecturer at the Department of Infocommunication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.