

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ РОЗРОБЦІ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Доповідь присвячена теоретичному аналізу та систематизації новітніх технологій проектування інформаційних мереж із впровадженням штучного інтелекту. Розглянуто зміну концептуальних підходів до побудови мережевої архітектури через інтеграцію трьох фундаментальних технологій: мереж на основі намірів, цифрових двійників мереж та периферійного інтелекту. Описано, як трансформація класичних моделей адміністрування в інтелектуальні екосистеми дозволяє вирішити проблему масштабованості та гетерогенності мереж наступного покоління без необхідності ускладнення математичного апарату класичної маршрутизації.

Ключові слова: Штучний інтелект; мережі на основі намірів; цифрові двійники мереж; периферійний інтелект; автоматизація інфраструктури.

Abstract

The report is dedicated to the theoretical analysis and systematization of cutting-edge technologies in information network design integrated with artificial intelligence (AI). The shift in conceptual approaches to constructing network architecture through the integration of three fundamental technologies is examined: Intent-Based Networking (IBN), Network Digital Twins (NDT), and Edge Intelligence. It describes how the transformation of classical administration models into intelligent ecosystems addresses the scalability and heterogeneity challenges of next-generation networks without the need to complicate the mathematical framework of classical routing.

Keywords: Artificial intelligence; intent-based networking; network digital twins; edge intelligence; infrastructure automation.

ВСТУП

Сучасна концепція розвитку інформаційних мереж повністю відходить від парадигми ручного налаштування та реактивного моніторингу. З ускладненням архітектури (гібридні хмари, супутникові компоненти, мільярди IoT-пристроїв) традиційні підходи до проектування вперлися в «кризу складності». Мережеві інженери більше не в змозі контролювати тисячі пов'язаних параметрів у реальному часі. Це зумовило появу суто теоретичних та концептуальних зрушень у розробці інфраструктури. Замість класичного розрахунку статичних маршрутів, сучасні дослідження фокусуються на створенні автономних мереж, які керуються штучним інтелектом. Метою цієї доповіді є теоретичний огляд трьох ключових технологічних стовпів, на яких будуються інтелектуальні мережі майбутнього[3].

ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД НОВІТНІХ ШІ-МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Сучасна підхід інтеграції штучного інтелекту в мережеву інфраструктуру вимагає відмови від фрагментарних програмних рішень на користь комплексної, системної перебудови всіх керівних контурів. Першим фундаментальним етапом цієї трансформації є впровадження мереж на основі намірів (Intent-Based Networking, IBN), які докорінно змінюють взаємодію між людиною та інфраструктурою. Замість традиційного ручного написання тисяч рядків низькорівневих конфігурацій для кожного окремого комутатора чи маршрутизатора, технологія IBN використовує потенціал великих мовних моделей та змістовних трансляторів для інтерпретації високорівневих бізнес-цілей, сформульованих природною мовою. Штучний інтелект бере на себе роль інтелектуального оркестратора, який самостійно аналізує абстрактне завдання оператора, деконструє його на набір конкретних технічних політик і автоматично застосовує необхідні параметри до всього різноманітного обладнання мережі. При цьому система не просто виконує одноразове налаштування, а перебуває у стані постійного замкненого циклу (closed-loop), безперервно валідуючи відповідність поточного стану інфраструктури початковому запиту користувача та миттєво усуваючи відхилення[1].

Проте безпосереднє впровадження недетермінованих алгоритмів ШІ у живі мережеві потоки пов'язане з високими ризиками, оскільки будь-яка помилка моделі може призвести до відмови критично важливих сервісів. Для подолання цього бар'єра в архітектуру сучасних мереж інтегрують концепцію цифрових двійників мереж (Network Digital Twins, NDT). Ця технологія передбачає створення точної, динамічної програмної копії фізичної мережі, яка в реальному часі відтворює її топологію, логічні зв'язки та потоки трафіку на основі безперервного збору телеметрії. Цифровий двійник виступає як абсолютно безпечний ізольований полігон для моделей машинного навчання. У цьому віртуальному середовищі штучний інтелект здатний симулювати екстремальні навантаження, моделювати складні кібератаки та прогнозувати наслідки масштабних змін у конфігураціях без найменшої загрози для реальних клієнтів. Тільки після того, як запропонована ШІ-моделлю стратегія оптимізації доводить свою безпеку та ефективність на цифровому двійнику, вона автоматично реплікується на фізичну інфраструктуру, що повністю нівелює ризики людського чи алгоритмічного фактора[2].

Логічним завершенням цієї інтелектуальної еволюції стає децентралізація обчислювальних процесів за допомогою периферійного інтелекту (Edge Intelligence), який долає обмеження класичної централізованої хмарної моделі. Традиційне збирання великих масивів мережевих даних для аналізу на віддалених серверах призводить до критичних затримок у передачі сигналів і підвищує вразливість конфіденційної інформації. Перенесення аналітичних можливостей штучного інтелекту безпосередньо на периферійні вузли – такі як базові станції, прикордонні маршрутизатори чи локальні шлюзи – дозволяє наділити кожен компонент мережі автономними механізмами прийняття рішень. Вузли інфраструктури отримують здатність локально, протягом часток мілісекунди, розпізнавати аномальні патерни трафіку, ідентифікувати ознаки шкідливої активності або динамічно адаптувати розподіл частотного ресурсу під миттєві потреби кінцевих користувачів. Така синергія технологій IBN, NDT та периферійного ШІ перетворює сучасну інформаційну мережу на цілісний, гнучкий та самовідновлюваний організм, здатний до автономного функціонування у високодинамічних середовищах[4].

ВИСНОВКИ

У ході теоретичного аналізу було обґрунтовано, що інтеграція штучного інтелекту, машинного навчання та сучасних великих мовних моделей переводить проектування інформаційних мереж на рівень створення повністю автономних, орієнтованих на користувача та контекстно-адаптивних систем. Синергетичне використання мереж на основі намірів та цифрових двійників дозволяє ефективно абстрагувати архітектурну складність телекомунікацій, роблячи управління інфраструктурою інтуїтивно зрозумілим, безпечним та захищеним від деструктивного впливу людського фактора. Водночас розгортання периферійного інтелекту успішно вирішує проблему швидкості реакції мережі, забезпечуючи автономне прийняття рішень безпосередньо у точках виникнення даних. Таким чином, перехід до інтелектуальних програмних парадигм є ключовим вектором для забезпечення високої масштабованості та живучості мережевих систем майбутнього.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Zhao, T., et al. (2025). Intent-Based Networking in the Era of Large Language Models: A Theoretical Framework. *IEEE Communications Magazine*, 63(2), 45-51.
2. Nguyen, V., & Zhang, P. (2025). Network Digital Twins: Architecture, Applications, and Future Conceptual Evolutions. *Journal of Network and Systems Management*, 33(1), 12-29.
3. Al-Sadi, A., et al. (2026). Zero-Touch Network and Service Management: A Survey of Theoretical Foundations and AI Architecture. *MDPI Future Internet*, 18(2), 104.
4. Li, S. (2025). Edge Intelligence in Next-Generation Information Networks: Decentralized AI Paradigms. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 6, 312-327.

Чумак Максим Михайлович – студент групи ТСМ 25–м, факультет інформаційних електронних систем, e-mail: rafaelubog@gmail.com.

Макогон Віталій Іванович – старший викладач кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: makogon.v.i@vntu.edu.ua

Максим Чумак – student, Faculty of Information Electronic Systems, e-mail: rafaelubog@gmail.com.

Макогон Віталій – Ph.D., Senior Lecturer of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: makogon.v.i@vntu.edu.ua