

УДК 004.8:621.39

DOI: 10.31673/2412-9070.2025.019552

Т. П. ДОВЖЕНКО, канд. техн. наук, доцент;

ORCID: 0009-0006-9930-5091

А. П. БОНДАРЧУК, доктор техн. наук, професор,

ORCID: 0000-0001-5124-5102

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО ЕТАПУ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

Штучний інтелект (AI) стрімко входить до багатьох сфер людської діяльності. Вже значна кількість підприємств, в першу чергу телекомунікацій, використовують його в своїй роботі. Застосування AI для аналізу трафіка дає можливість краще виявляти та реагувати на аномальні зміни в транспортному потоку, швидко запобігати таким затримкам, які в кінцевому рахунку погіршують взаємодію з користувачем. Привнесення штучного інтелекту в галузь телекомунікацій веде до збільшення ефективності в керуванні мережею, покращує взаємодію з клієнтами, гарантує ефективність і безпеку систем. Алгоритми AI використовують оптимізацію по розподілу ресурсів, автоматизують ініціалізацію та масштабування мережі, а також організують функції віртуальної мережі. Все це підкреслює важливість штучного інтелекту і необхідність інтеграції його в телекомунікаційні проєкти.

Ключові слова: штучний інтелект, телекомунікації, трафік, інформаційні системи, комп'ютерні технології.

Постановка проблеми

Швидкий розвиток інформаційних технологій дав поштовх для небаченого досі розвитку досліджень в інформаційній науці. Ключовою темою цих досліджень став штучний інтелект (artificial intelligence, AI) і його підмножини: машинне навчання (machine learning, ML) і глибоке навчання (deep learning, DL).

За останні роки завдяки прогресу комп'ютерних технологій при обробці великих даних штучний інтелект досяг значного прогресу. Його застосовують в різних галузях: телекомунікації, охорона здоров'я, транспорт, фінанси, торгівля, освіта, військова справа та інші сфери мають можливість обробляти великі масиви даних та приймати важливі та правильні рішення в реальному часі.

Сьогодні штучний інтелект розвивається з небаченою швидкістю, а його результати не тільки дивують, а і заставляють замислитись, до яких меж дійде людство при його впровадженні. Але, не зважаючи на все це, майбутнє AI вбачається багатообіцяючим [2].

Саме в телекомунікаційній галузі значні зрушення відбулися при впровадженні моделей AI/ML. Це призвело до стрімкого зростання мережевого трафіка, підвищення якості в обслуговуванні клієнтів, а також модифікації відомих продуктів і розробки більш розвинених технологій і послуг.

Подальший розвиток алгоритмів AI/ML відкриває шлях до розв'язання проблеми оптимізації і контролю мережі, підвищить ефективність її діагностики і планування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Штучний інтелект (AI) сьогодні досить широко використовується в суспільстві. Велика кількість статей, книг, блогів присвячені штучному інтелекту та його складовим.

В публікації McKinsey&Company "Поza межами ажіотажа: використання потенціалу штучного інтелекту та штучного інтелекту нового покоління в техніці, медіа та телекомунікаціях" (Beyond the hype: Capturing the potential of AI and gen AI in tech, media, and telecom) подане мас-

штабне дослідження того, як впровадити штучний інтелект нового покоління, щоб переконатися, що ця технологія приносить значну цінність.

Відомий вчений із Нідерландів Ян Мартен Шпрааген (Jan Maarten Schraagen) в своїй книзі “Відповідальне використання ШІ у військових системах” (Responsible Use of AI in Military Systems) розглядає важливі питання пов’язані із відповідальною розробкою, розгортанням і використанням AI у військових системах. Він підкреслює як переваги штучного інтелекту, так і потенційні недоліки включення штучного інтелекту у військові системи.

У книзі норвезького професора Германа Каппелена (Herman Cappelen) та професора Техаського університету в Остіні Джоша Девера (Josh Dever) “Зробити штучний інтелект розумним” (Making AI Intelligible) висвітлюються питання, як філософія може допомогти нам зрозуміти та покращити нашу взаємодію зі штучним інтелектом, який зараз приймає багато важливих рішень щодо людського життя.

У публікаціях [1;2;3;5] розглядаються питання безпеки та управління ризиками в телекомунікаційних мережах, покращення взаємодії з клієнтами за рахунок використання чат-ботів та віртуальних помічників, впровадження генеративного штучного інтелекту. Генеративний штучний інтелект можна досить широко використовувати при моделюванні мережевих умов, а також тестуванні нових рішень і навіть передбачувати можливі мережеві проблеми, а впроваджуючи його у свою діяльність, телекомунікаційники можуть бути впевненими в тому, що їхні мережі готові до викликів завтрашнього дня. Використовуючи стратегічне планування мережі підприємства телекомунікацій можуть реагувати на зростаючі потреби в мережевому трафіку та передбачити розширення для майбутнього зростання. Модель мережевого планування Sand Technologies на основі штучного інтелекту та аналітики надає детальну інформацію для визначення оптимальних планів розширення мережі за допомогою машинного навчання, мережевих графіків, геопросторової аналітики та інших даних. Телекомунікаційна галузь більше не обмежується наданням базових телефонних та інтернет-послуг, а є епіцентром широкого впровадження передових технологій, очолюваних послугами мобільного зв’язку та широкосмугового зв’язку 5G. Штучний інтелект у телекомунікаційній галузі використовує передові алгоритми для пошуку шаблонів у даних, що дозволяє телекомунікаційним компаніям виявляти та прогнозувати аномалії мережі.

В [6] розглядаються лише найважливіші ідеї, щоб забезпечити високу щільність важливої інформації в інтуїтивно зрозумілій та доступній формі. У роботі [8] закладається фундамент подальшого оволодіння технологією глибокого навчання. Вона починається з опису основ нейронних мереж і потім докладно розглядає додаткові рівні та архітектуру. В Official Textbooks for Huawei ICT Academy Artificial intelligence technology [4] розглядається широкий спектр проблем впровадження штучного інтелекту в системи телекомунікацій. Тепер зрозуміло, що штучний інтелект - це новий тип технологічної науки, який досліджує та розробляє теорії, методи, алгоритми, технології та різні системи моделювання для поліпшення та вдосконалення інтелекту людини. Штучний інтелект було створено для того, щоб дати можливість машинам мислити як люди та надати їм людський інтелект. На сьогодні тлумачення AI було значно розширено. Тепер це вже міждисциплінарний предмет.

Звичайно даний огляд є далеко не повним, але і він дає можливість зрозуміти важливість всебічно і уважно ставитись до використання штучного інтелекту в будь-якій сфері діяльності людини.

Формулювання мети статті

Проведене дослідження мало на меті проаналізувати, яким чином привнесення штучного інтелекту (AI) і машинного навчання (ML) в практику комунікаційних технологій призвело до змін в мережному плануванні телекомунікаційної галузі, підвищенні продуктивності мереж, піднятті на вищий рівень взаємодії з клієнтами, зменшило ризики в управлінні, підвищило безпеку від сторонніх вторгнень.

Складові штучного інтелекту

Штучний інтелект (AI) будує системи, які наслідують, так би мовити, “розумну” поведінку. Його фундамент – це логіка, ймовірнісне судження та алгоритми пошуку.

В законі Європейського Союзу про AI, який набув чинності 01 серпня 2024 року, визначено, що “система штучного інтелекту - це машинна система, яка для явних або неявних цілей робить висновок з отриманих вхідних даних, як генерувати результати, такі як прогнози, вміст, рекомендації або рішення, які можуть впливати на фізичне або віртуальне середовище”.

На рис. 1 представлена діаграма взаємозв’язку між штучним інтелектом, машинним навчанням і глибоким навчанням.

Машинне навчання (ML) - це підмножина штучного інтелекту, що вивчає і розробляє методи та алгоритми, що здатні навчатися та підлаштовуватися під спостережувані дані. Алгоритми навчання не спроможні на пряме рішення задачі, вони навчаються прогнозуванню за рахунок узагальнення багатьох розв’язків подібних завдань.



Рис. 1. Взаємозв’язок між штучним інтелектом, машинним навчанням і глибоким навчанням

Машинне навчання можна умовно розділити на машинне навчання з вчителем, машинне навчання без вчителя та машинне навчання з підкріпленням.

Глибоке навчання (DL) - це підмножина методів машинного навчання. Воно використовується в різних галузях науки і промисловості для вирішення теоретичних і практичних завдань в самих різних аспектах. Іншими словами, глибоке навчання - це множина методів машинного навчання, головним чином, заснованих на застосуванні глибоких штучних нейронних мереж [8].

У свою чергу глибока нейронна мережа - це тип моделі машинного навчання. Якщо вона пов'язана з даними - це називається глибоким навчанням. Глибокі нейронні мережі є найпотужнішими та найпрактичнішими моделями машинного навчання. Переклад тексту з однієї мови на іншу, використовуючи алгоритми обробки природної мови, пошук в Інтернеті зображення певного об'єкта за допомогою системи комп'ютерного зору або спілкування з ботом (цифровим помічником) через інтерфейс розпізнавання мовлення, все це програми, які працюють на базі глибокого навчання [6].

Впровадження штучного інтелекту в телекомунікаційну галузь

- Безпека мережі

AI TRiSM (Artificial Intelligence Trust, Risk and Security Management) – це структура, яка слугує для захисту від мережевих вторгнень, DDoS-атак. Вона може бути основою для ефективного управління і забезпечення стійкості моделей штучного інтелекту, вбудованого в телекомунікаційні операції.

- Робота з клієнтами

Штучний інтелект (AI) дозволяє прогнозувати потреби клієнтів, налаштовувати кращі пропозиції, впроваджуючи індивідуальний підхід.

- Спроможність до управління мережевими структурами

Технологія 5G привнесла значну складність в мережеві інфраструктури. Технології SDN (програмно-визначені мережі) і NFV (віртуалізація мережевих функцій), що побудовані на основі штучного інтелекту, стають вкрай необхідними для забезпечення динамічного розподілу ресурсів та можливості обробляти значні об'єми даних без шкоди для продуктивності роботи мережі.

Як ми знаємо основою галузі телекомунікацій є планування мережі. Саме вона є гарантом надійності мережевих з'єднань і саме від неї залежить ефективність зв'язку, який лежить в основі всього, від взаємодій в соціальних мережах до планування і проведення бізнес-операцій. Таким чином, мережне планування забезпечує надійну та безперебійну роботу внутрішніх взаємодій самої мережі. А це в свою чергу пришвидшує інноваційні процеси всередині телекомунікаційної галузі [2; 3].

- Боротьба з шахрайством

Штучний інтелект має вагомий важелі у виявленні та запобіганні телекомунікаційному шахрайству. Він аналізує шаблони мережевого трафіку та виявляє підозрілі дії такі, як клонування SIM-карт та підробка цифрових підписів.

Напрямки розвитку телекомунікаційної галузі за підтримки штучного інтелекту

Поява мереж 5G, а також не за горизонтом мереж шостого покоління і складність мережевих інфраструктур ще раз наголошує на важливості у використанні новітніх алгоритмів штучного інтелекту і машинного навчання. Це дає можливість вирішувати питання оптимізації продуктивності мережі. AI/ML вже сьогодні стали незамінними елементами в мережах, здатними підняти на значні висоти різні аспекти в комунікаціях, а також ефективно розв'язувати проблеми мережевого планування, діагностики та оптимізації.

Оптимізовані алгоритми AI/ML налаштовуватимуть ресурси мережі на основі попиту в реальному часі, збільшуючи ефективність мережі та покращуючи QoS (якість обслуговування) [3; 5]. Для телекомунікаційної галузі використання штучного інтелекту бачиться як природне продовження її роботи: оптимізація архітектури мережі і транспортного потоку, прогнозне планування обслуговування мережі, тощо. При оптимізації архітектури мережі використовують разом штучний інтелект і цифрові близнюки (digital twins - це комп'ютерна модель, яка представляє відповідний фізичний об'єкт). Це дозволить отримати детальний опис того, як працюватимуть мережі в різних сценаріях реального життя. Постачальники мережевих послуг, додаючи можливості AI в автоматизацію для балансування та перенаправлення трафіку, збільшують можливості оптимізувати маршрутизацію транспортного потоку [7].

Для ефективного застосування штучного інтелекта (AI) в майбутніх поколіннях телекомунікаційних мереж досить інтенсивно досліджується в цьому напрямку широкий спектр нейронних мереж. Це - нейронні мережі прямої передачі сигналу, глибокі нейронні мережі, мережі зі зворотним зв'язком та згорткові нейронні мережі. Всі вони використовують методи машинного навчання (ML) для моделювання множини зв'язків між входом та виходом системи і виявлення закономірностей у даних [1; 3; 5].

Прогнозні очікування зростання об'ємів світового ринку AI в телекомунікаціях оцінюється більш ніж у 32 рази, з 1,2 мільярда у 2021 році до 38,8 мільярда доларів у 2031 році [3].

AI впроваджує в телекомунікації ефективність роботи та керування мережею. Значно підвищується рівень взаємодії з клієнтами, а здатність штучного інтелекта до аналізу і прогнозування дає можливість підприємствам телекомунікацій передбачати нагальні потреби своїх клієнтів. Алгоритми штучного інтелекта дозволяють передбачати і ефективно боротися з різноманітними кіберзагрозами, DDoS-атаками, тощо.

Висновки

AI/ML - це велике майбутнє телекомунікаційної галузі. Його впровадження є вимогою сучасності. Оскільки технології AI розвиваються швидкими темпами та стають більш доступними, вплив штучного інтелекта на галузь телекомунікації все більше зростатиме. Телекомунікаційна галузь стоїть напередодні великого прориву, оскільки AI далеко не використовує свій потенціал. А це і оптимізаційні моделі для обслуговування клієнтів в інтелектуальних чат-ботах, і підвищення безпечної роботи мережі за допомогою спеціальних аналітичних програм.

На кожному етапі розвитку штучного інтелекту з'являються виняткові можливості для сфери телекомунікацій. Зростає ефективність роботи підприємств телекомунікацій. AI має такий потенціал, що може ефективно змінити те, як телекомунікації працюють і керуються ними. Прийняття трансформації за допомогою AI, а також приймаючи її наслідки, галузь телекомунікації матиме значний успіх у довгостроковій перспективі.

Але очікуються не тільки великі досягнення в цій сфері, а і значні застереження. Йде мова про забезпечення конфіденційності, обміну та оприлюднення інформації. Оскільки системи штучного інтелекту в телекомунікаційних системах аналізують величезну кількість даних користувачів, проблеми конфіденційності та неправильного використання стали першочерговими. Важливо вирішити ці проблеми, забезпечивши прозорість алгоритмів AI та анонімність даних користувачів.

В боротьбі за конкурентоспроможність в телекомунікаційній сфері потрібно більше, ніж просто володіти останніми технологіями. Треба ще й правильно використовувати найсучасніші інструменти для передбачення та задоволення множини потреб своїх клієнтів.

Список літератури

1. *Abhishek Sandhir Managing Director, Telecom – Global, The Future of Telecom Network Planning with AI.* URL: <https://www.sandtech.com/insight/the-future-of-telecom-network-planning-with-ai/>
2. *Artificial intelligence technology / Official Textbooks for Huawei ICT Academy, Huawei Technologies Co., Ltd. – Hangzhou: Springer, 2023. - 308 c.*
3. *Halid Hrasnica, Anastasius Gavras, AI/ML in Telecommunications Networks.* URL: <https://www.eurescom.eu/eurescom-messages/summer-2024/ai-ml-in-telecommunications-networks/>
4. *Jon Burg, Head of Strategy, 6 common uses of AI in telecommunications.* URL: <https://techsee.com/blog/artificial-intelligence-in-telecommunications-industry/>
5. *Kal Perwaz, Telecom's AI Revolution: Bridging Innovations, Security, and Future Prospects.* URL: <https://www.linkedin.com/pulse/telecoms-ai-revolution-bridging-innovations-security-future-perwaz/>

6. Prince Simon J.D. , *Understanding Deep Learning*, - 2024. – 541 с.
7. Rawle Brenden , *4 Use Cases for AI in the Telecom Industry*. URL: <https://blog.equinix.com/blog/2023/10/11/4-use-cases-for-ai-in-the-telecom-industry/>

T. Dovzhenko, A. Bondarchuk

ANALYSIS OF THE CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TELECOMMUNICATIONS

As you know, the basis of the telecommunications industry is network planning. It is the guarantor of the reliability of network connections and the effectiveness of communication depends on it, which is the basis of everything, from interactions in social networks to planning and conducting business operations. In this way, network planning ensures reliable and uninterrupted operation of the internal interactions of the network itself. And this, in turn, accelerates innovation processes within the telecommunications industry.

The appearance of 5G networks, as well as sixth-generation networks not on the horizon and the complexity of network infrastructures, once again emphasizes the importance of using the latest algorithms of artificial intelligence and machine learning. This makes it possible to solve the issue of network performance optimization. AI/ML have already become indispensable elements in networks today, capable of raising various aspects of communications to significant heights, as well as effectively solving the problems of network planning, diagnostics and optimization.

For the effective application of artificial intelligence (AI) in future generations of telecommunication networks, a wide range of neural networks is being researched quite intensively in this direction. These are feedforward neural networks, deep neural networks, feedback networks, and convolutional neural networks. All of them use machine learning (ML) methods to model multiple relationships between system input and output and identify patterns in the data.

AI brings operational efficiency and network management to telecommunications. The level of interaction with customers is significantly increased, and the ability of artificial intelligence to analyze and forecast enables telecommunications companies to anticipate the urgent needs of their customers. Artificial intelligence algorithms allow you to predict and effectively fight various cyber threats, DDoS attacks, etc.

Keywords: artificial intelligence; telecommunications; 5G networks; machine learning; neural networks.
