

Ростислав МОЦИК<sup>1</sup>, Ірина ПОНЕДІЛОК<sup>2</sup>

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

e-mail: [Imotsyk@kpmu.edu.ua](mailto:Imotsyk@kpmu.edu.ua), [irinaponedilok@kpmu.edu.ua](mailto:irinaponedilok@kpmu.edu.ua);

ORCID: 10000-0003-0947-3579, 20009-0003-1240-5398

## ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МЕТОДІВ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ В ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕННЯХ

**Анотація.** Штучний інтелект (ШІ) все більше впроваджується в багато програм у різних секторах, таких як охорона здоров'я, освіта, безпека та інші сфери людської діяльності. Останнім часом відбувся швидкий розвиток технологій хмарних обчислень, що призвело до впровадження штучного інтелекту в хмарні обчислення для покращення та оптимізації наданих технологічних послуг. Розгортання штучного інтелекту в хмарних додатках призвело до створення автономних обчислень, за допомогою яких системи досягають заявлених результатів без втручання людини. Незважаючи на кількість досліджень автономних обчислень, робота з впровадження ШІ у хмарні обчислення для підвищення їх продуктивності та розподілу ресурсів залишається фундаментальною проблемою. У нашому дослідженні висвітлюються різні прояви, ролі, тенденції та проблеми, пов'язані з моделями хмарних обчислень на основі ШІ. Пропонуються майбутні напрямки використання ШІ в обчисленнях наступного покоління для нових обчислювальних парадигм, таких як хмарні середовища. Застосування алгоритмів та методів на основі штучного інтелекту, економії коштів, автоматизації, зменшення споживання енергії та вирішення складних проблем хмарних обчислень є основними висновками, викладеними в нашій статті.

**Ключові слова:** Штучний інтелект, AI, хмарні обчислення, глибоке навчання, машинне навчання, Інтернет речей, IoT.

У сучасну цифрову епоху технології проникли в усі куточки нашого життя, змінили цілі сектори та переосмислили нашу взаємодію зі світом і один з одним. Штучний інтелект (AI) та хмарні обчислення є дві найбільш інноваційні технології, які швидко розвиваються за останні роки. ШІ означає здатність машин виконувати завдання, які зазвичай потребують людського інтелекту, наприклад навчання, міркування та вирішення проблем. Хмарні обчислення, з іншого боку, стосуються надання обчислювальних послуг через Інтернет.

ШІ колись розглядався як мова екстремальних комп'ютерних інтелектуалів, і колись жорстка система стала гнучкою та реалізованою в різних сферах [2]. Зараз ШІ розглядається як технологія сьогодення та майбутнього завдяки її величезному потенціалу; однак вважається, що ШІ все ще недостатньо професійно використовується. Головною перевагою систем штучного інтелекту є їх здатність отримувати інформацію, ретельно її вивчати, розрізняти приклади та приймати рішення. AI допоміг користувачам автоматизувати наявні та покращити здобуті знання, усунувши ймовірність помилок під час виконання ручних операцій. Сфера інформаційних технологій очолюється останніми технологічними інноваціями, такими як програмно-визначені мережі (SDN), технології Інтернету речей (IoT) і хмарні обчислення, які мають багато якостей у взаємопов'язаному середовищі. ШІ, що розгортається разом із цими технологіями, перебуває на критичному етапі досліджень та розробок, під час якого потрібна підвищена увага для досягнення достатньої обізнаності.

Сьогодні хмарні провайдери використовують великомасштабні хмарні центри обробки даних, щоб забезпечити комплексні вимоги до якості обслуговування для регуляторів та операторів. Надійність платформ хмарних обчислень було покращено завдяки забезпеченню уніфікованого інтерфейсу, на відміну від гетерогенних ресурсів, які використовуються в додатках на основі Інтернету

речей [7]. Оператор і користувач хмари підписують угоду про рівень обслуговування, щоб забезпечити вказаний бюджет і час на основі параметрів QoS.

Алгоритми штучного інтелекту були успішно застосовані в різних сферах та значно перевершили попередні сучасні технології в усіх цих областях. Навчання моделей ШІ здійснюється за допомогою високопродуктивних тензорів і GPU. Однак завдяки технології хмарних обчислень на основі штучного інтелекту, навчання та впровадження алгоритмів ШІ можна ефективно проводити в хмарі. Платформою для такої функціональності є Machine Learning as a Service (MLaaS) [8]. MLaaS пропонується як компонент служб хмарних обчислень, таких як обробка природної мови, прогнознний аналіз, API моделювання даних та розпізнавання обличчя. Потік даних передбачає завантаження користувачами своїх даних та моделі для процесу навчання в хмару. Після навчання, алгоритми ШІ, розміщені в хмарі, можна використовувати для прийняття рішень. Рекомендовану модель штучного інтелекту можна розгорнути в хмарних середовищах і слідувати такому ж руху потоку даних, як показано на *рис. 1*.

Нова фаза технологічної еволюції сильно залежить від можливостей Інтернету, де домінують інтелектуальні пристрої, такі як пристрої для розумного дому, безпілотні автомобілі та смартфони.

Інтернет-мережа – це платформа для обробки, розміщення та обслуговування інформації, яка включає програми, веб-сайти та вміст. Безперебійне користування Інтернетом стикається зі значними проблемами, такими як апаратні збої під час резервного копіювання мережі, неефективність зберігання та незахищеність даних.

Таким чином, робота з віддаленими серверами та оптимізація ресурсів даних підкреслили необхідність і важливість хмарних обчислень. Технологія хмарних обчислень підтримує миттєві програми, пропонуючи кібернетичне сховище на вимогу та віддале-

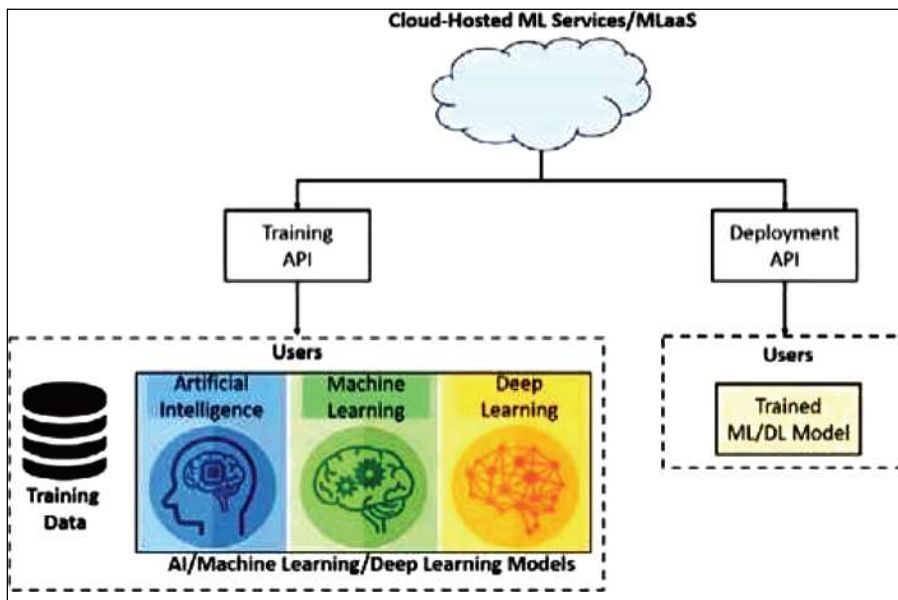


Рис. 1. Потік даних для компонента MLaaS Cloud Computing

ний доступ через багатогранні послуги, такі як інфраструктура як послуга (IaaS), програмне забезпечення як послуга (SaaS) і платформа як послуга (PaaS). ШІ тепер включено в хмарні/граничні обчислення для програмування складних повторюваних завдань, таких як аналіз даних, без участі людини. Проте з часом у хмарі з підтримкою ШІ було виявлено проблеми з безпекою та затримкою. Хмарне обчислювальне середовище на основі ШІ допомагає керувати сховищами даних і покращує автоматизацію та потік даних. Ця платформа також забезпечує гнучкість і швидкість у раціоналізації операцій. Однією з моделей штучного інтелекту, застосовуваних найпопулярнішими платформами, є алгоритм перетворення тексту в мовлення.

Включення ШІ в хмару може підвищити ефективність хмари, цифрову трансформацію та загальну продуктивність [10]. Хмарне обчислювальне середовище з підтримкою штучного інтелекту має важливе значення для того, щоб організації могли стати більш стратегічними, орієнтованими на знання та ефективними, водночас пропонуючи більшу економію коштів, маневреність та гнучкість [11]. Дві технології можна поєднувати різними способами, для підвищення ефективності платформи, що створюється. Програми та дані, розміщені в хмарі, роблять організації більш адаптованими та оперативнішими у своїх справах, одночасно знижуючи виробничі витрати [12]; таким чином, організації отримують величезну користь від поєднання цих двох унікальних технологій. Крім того, хмару порівнюють із відеогрою, яка виконує значну кількість операційної телеметрії та даних, як і технології, що використовуються в безпілотних автомобілях [13]. Тому хмарні обчислення на основі штучного інтелекту – це, по суті, операції штучного інтелекту, які використовують алгоритм для визначення всіх доступних даних, а не залежать від людей [14; 15]. Впровадження штучного інтелекту та хмарних обчислень може допомогти організаціям стати ближчими до своїх клієнтів, одночасно підвищуючи операційну ефективність. Деякі переваги розгортання ШІ в хмарі включають економію коштів, автоматизацію та покращене керування даними.

Дані – це нова нафта; це вкрай необхідно в сучасному світі, що керується даними, і потрібні кращі методи їх обробки. Основною проблемою є здатність фахівців відстежувати дані [12]. Хмарні програми та інструменти штучного інтелекту можуть оновлювати, розпізнавати, індексувати та пропонувати клієнтам цінну інформацію. Алгоритми штучного інтелекту можуть виявляти та відстежувати шахрайські дії та виявляти незвичні тенденції системи [9]. Сьогодні більшість приватних установ значною мірою покладаються на технології на основі штучного інтелекту, щоб забезпечити конкурентну перевагу та

безпеку в сучасному середовищі високого ризику.

Багато науковців окреслили проблеми, які вимагають широкомасштабного дослідження для забезпечення ефективного впровадження та оптимальної продуктивності хмарних обчислень на основі ШІ.

1. QoS і надійність хмарних служб повинні підтримуватися за допомогою вдосконалених алгоритмів глибокого або машинного навчання.
2. Автономні обчислення на основі штучного інтелекту все більше стають важливою платформою для IoT та інших систематичних програм.
3. Щоб зменшити споживання енергії та підвищити надійність, мережева візуалізація має бути доступною за реальною ціною в програмно визначеному мережевому хмарному обчислювальному середовищі, яке використовує моделі ШІ.
4. Планування ресурсів у хмарних обчисленнях можна вдосконалити шляхом включення алгоритмів із підтримкою штучного інтелекту.
5. Хмарні інструменти аналізу великих даних, розгорнуті з функцією штучного інтелекту, можуть визначати тенденції в прогнозуванні та вирішенні основних потреб фахівців. Цей процес можна легко реалізувати шляхом ефективного обробки вибору масштабування належним чином за допомогою алгоритмів ШІ.

Завдяки зростаючому розвитку інформаційних технологій штучний інтелект, можна інтегрувати в хмарні обчислення, щоб покращити їх використання в різних сферах.

AI for Cloud-Assisted Smart Factory (CaSF). Перехід від традиційної виробничої платформи до моделі інтелектуального виробництва є актуальною проблемою, яку можна вирішити. Деякі фахівці запропонували інтелектуальну виробничу платформу, здатну створити розумну фабрику на основі кіберфізичних систем (CPS). CPS потребують технічної підтримки, і деякі роботи підтримки можуть бути автоматизовані ШІ. Розумні фабрики, засновані на хмарних обчисленнях, мають багато недорогих обчислювальних ресурсів та ресурсів зберігання, які можуть допомогти динамічній реконструкції та розширеному розподілу

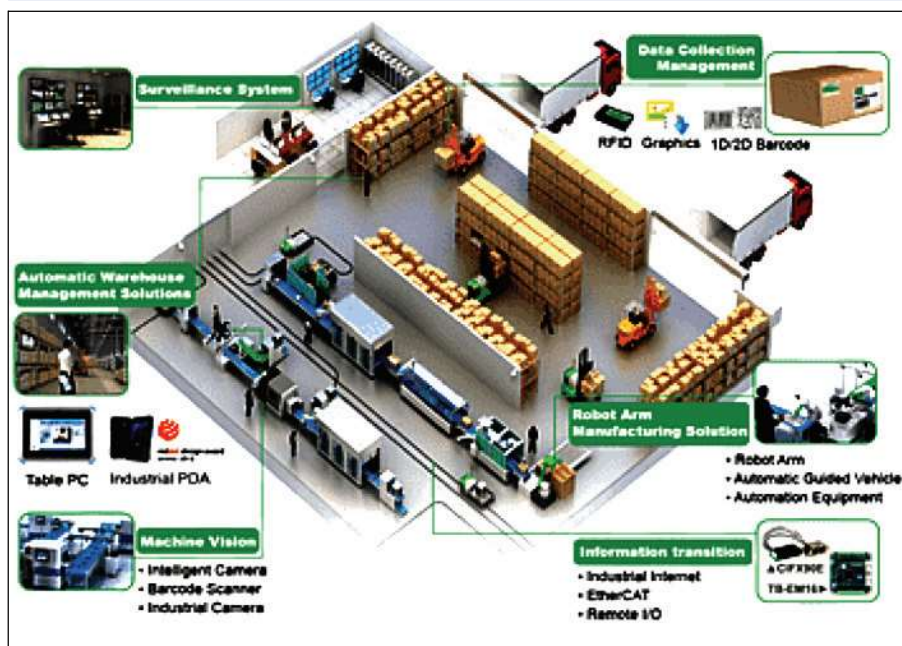


Рис. 2. Схема хмарної архітектури розумної фабрики [5]

(рис. 2). Вони пропонують надійну підтримку для застосування великих промислових даних.

Розгортання технологій штучного інтелекту на розумних фабриках призвело до значних змін завдяки включенню інтелектуальних пристроїв, інтегрованих з алгоритмами штучного інтелекту; механізмів спільної роботи з автономним прийняттям рішень і можливостями міркування, які демонструють більш відповідну динамічну поведінку, а також моделі обробки даних на основі передових методів AI. Тому технології штучного інтелекту ввели сучасну автоматизацію в інтелектуальні фабрики. Вона складається з чотирьох окремих рівнів: прикладного рівня, рівня інтелектуальних пристроїв, хмарного рівня та мережевого рівня. Впровадження штучного інтелекту в інтелектуальні фабрики покращує продуктивність виробничої системи з точки зору аналізу, сприйняття, обробки даних і комунікації [14].

Включення штучного інтелекту в хмарні обчислення для надання доступу користувачам, можна досягти методом підключення хмарної інфраструктури додатків штучного інтелекту шляхом безперервного впровадження, поетапного розгортання та безперервного доступу. Ми пропонуємо оптимізатор моделі, реалізований за допомогою штучного інтелекту для хмарного керування розробкою, щоб зменшити ризики розміщення та керування ними. З часом питання управління ресурсами залишилося поза увагою. Архітектори програмного забезпечення прагнуть розробити надійну та масштабовану хмарну інтелектуальну фабрику, яка пов'яже різні технології ШІ та підтримується методами, які пропонують алгоритми ШІ.

Впровадження штучного інтелекту в хмарних обчисленнях спрямоване на створення самокерованого хмарного сервісу з ефективною продуктивністю. Ми передбачали, що з розвитком штучного інтелекту більш складні публічні та приватні хмари можуть значною мірою покладатися на платформи штучного інтелекту для контролю, відстеження, моніторингу та автономного самовідновлення, при виникненні проблеми.

Еволюція технологій змінила повсякденну діяльність користувачів, починаючи від глобального підключення через комунікаційні платформи та програми соціальних мереж до швидкого доступу до важливої та рутинної інформації, тим самим роблячи спосіб життя доступнішим. Для подальшого покращення взаємодії користувачів, хмарні обчислення представляють собою економічно ефективний метод зберігання даних та програм. Хмарні обчислення пропонують додаткові переваги порівняно зі звичайними обчислювальними платформами. Компанії все частіше використовують хмарні методи, щоб підвищити гнучкість своїх ресурсів інформаційних технологій та зменшити витрати на ІТ. Однак технологію хмарних обчислень можна вдосконалити за допомогою технологій штучного інтелекту, натхненної принципом роботи людського мозку. Було виділено декілька переваг впровадження штучного інтелекту в хмарні обчислення, такі як підвищення ефективності хмари, економія коштів, покращене керування даними, цифрова трансформація та загальна продуктивність системи. Крім того, очікується, що штучний інтелект вирішить такі важливі проблеми хмарних обчислень, як балансування навантаження, оптимізація інфраструктури, ціноутворення хмарних послуг, управління та гнучкість. Сучасні програми хмарних обчислень на основі штучного інтелекту досягли величезного успіху. Були запропоновані майбутні напрямки використання ШІ у хмарних обчисленнях наступного покоління та інших нових обчислювальних парадигмах та подальшого вдосконалення існуючих технологій.

#### Список використаних джерел:

1. Візнюк І., Буглай Н., Куцак Л., Поліщук А., Киличук В. Використання штучного інтелекту в освіті. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2021. №59. С. 14–22. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-14-22>.
2. Коваленко В., Литвинова С., Мар'єнко М., Шишкіна М. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів: зміст основних понять дослідження. *Фізико-математична освіта*. 2020. №3 (25). С. 67–74. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-028>.
3. Концепція цифрової трансформації освіти і науки, 2021. URL: <http://surl.li/byvula>
4. Кремень В.Г. Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи, 2022. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4223>
5. Литвинова С., Буров О., Семеріков С. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності

- ності в освітньому процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2021. №55. С. 46–62. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62>
6. Мар'єнко М., Носенко Ю., Шишкіна М. Засоби і сервіси європейської хмари відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. *Фізико-математична освіта*. 2021. №31 (5). С. 60–66. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-009>
  7. Маркова О.М., Семеріков С.О., Стрюк А.М. Хмарні технології навчання: витоки. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. №46 (2). С. 29–44. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v46i2.1234>
  8. Носенко Ю.Г. Адаптивні системи навчання: сутність, характеристика, стан використання у вітчизняних закладах педагогічної освіти. *Фізико-математична освіта*. 2018. № 17 (3). С. 73–78. URL: [https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2018-v3-17/2018\\_3-17-Nosenko\\_FMO.pdf](https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2018-v3-17/2018_3-17-Nosenko_FMO.pdf)
  9. Сороко Н.В., Пінчук О.П., Литвинова С.Г. (ред.). Імерсивні технології в освіті. *ІТЗН НАПН України*. 2021. С. 36–38. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/727353/>
  10. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки, 2020. URL: <http://surl.li/mphq>
  11. Уряд України затвердив план реалізації концепції розвитку штучного інтелекту, 2021. URL: <https://ua.interfax.com.ua/news/telecom/743393.html>
  12. Bilan Yu., Mishchuk H., Roshchuk I., Kmecova I. Analysis of Intellectual Potential and its Impact on the Social and Economic Development of European Countries. *Journal of Competitiveness*. 2020. 1. P. 22–38. DOI: <https://doi.org/10.7441/joc.2020.01.02>
  13. Bykov V., Mikulowski D., Moravcik O., Svetsky S., Shyshkina M. The Use of the Cloud-Based Open Learning and Research Platform for Collaboration in Virtual Teams. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. №76 (2), С. 304–320. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706>
  14. Hasan R.B., Aziz F.B., Mutaleb H.A., Umar Z. Virtual reality asan industrial training tool: are view. *Journal of Advanced Review on Scientific Research*. 2017. №29 (1). P. 20–26. URL: [https://www.akademiabaru.com/doc/ARSRV29\\_N1\\_P20\\_26.pdf](https://www.akademiabaru.com/doc/ARSRV29_N1_P20_26.pdf)
  15. Jesionkowska J., Wild F., Deval Y. Active Learning Augmented Reality for STEAM Education – A Case Study. *Education Sciences*. 2020. №10 (8). P. 198. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>

**Rostyslav MOTSYK, Iryna PONEDILOK**

*Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University*  
**USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DEEP LEARNING METHODS IN CLOUD COMPUTING**

**Abstract.** Artificial intelligence (AI) is increasingly being implemented in many applications in various sectors such as healthcare, education, security and other areas of human activity. Recently, there has been a rapid development of cloud computing technologies, which has led to the introduction of artificial intelligence into cloud computing to improve and optimize the technological services provided. The deployment of artificial intelligence in cloud applications has led to the creation of autonomous computing, with the help of which systems achieve the declared results without human intervention. Despite the amount of research on autonomous computing, the work of implementing AI in cloud computing to improve its performance and resource allocation remains a fundamental challenge. Our research highlights the various manifestations, roles, trends and challenges associated with AI-based cloud computing models. Future directions for the use of AI in next-generation computing for new computing paradigms such as cloud environments are proposed. The application of algorithms and methods based on artificial intelligence, cost savings, automation, reduction of energy consumption and solving complex problems of cloud computing are the main conclusions presented in our article.

**Key words:** Artificial Intelligence, AI, Cloud Computing, Deep Learning, Machine Learning, Internet of Things, IoT.

Отримано: 27.10.2023