

# Розвиток штучного інтелекту в сучасній медицині

А.А. Висоцький<sup>1</sup>, О.О. Суриков<sup>2</sup>, С.В. Василюк-Зайцева<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Міжнародний класичний університет імені Пилипа Орлика, Миколаїв, Україна

<sup>2</sup>Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна

<sup>3</sup>Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна

**Анотація.** У статті представлено огляд сучасного стану і розвитку штучного інтелекту в медичній галузі, існуючі впровадження, показано необхідність впровадження в медичних установах. **Мета:** дослідити та висвітлити сучасний розвиток штучного інтелекту в галузі охорони здоров'я. **Результати.** Розглянуто історичні аспекти, сучасний стан розвитку штучного інтелекту, його методів та засобів у різних галузях медицини: кардіології, ортопедії, офтальмології, лабораторній діагностиці. **Висновок.** Показано актуальність впровадження штучного інтелекту у сфері охорони здоров'я для підвищення точності діагностики, коректного лікування та якості обслуговування пацієнтів, а також зниження робочого навантаження на медичних працівників.

**Ключові слова:** штучний інтелект, галузь охорони здоров'я, машинне навчання, нейронні мережі.

## Вступ

Останніми десятиліттями значно підвищився інтерес до застосування штучного інтелекту (ШІ) у сфері охорони здоров'я, який змінює парадигму завдяки зростанню доступності медичних даних і швидкому прогресу аналітичних методів. Його можна застосовувати для різних типів медичних даних — структурованих і неструктурованих. Популярні методи ШІ включають методи машинного навчання (МН) для структурованих даних, такі як класична машина опорних векторів і нейронна мережа, сучасне глибоке навчання, а також обробку неструктурованих даних. До основних галузей медицини, де застосовують інструменти ШІ, належать онкологія, неврологія, кардіологія, ендокринологія, стоматологія та ін. [1]. Найбільші світові ІТ-компанії, серед них Microsoft, IBM, Intel, Google та ін., мають власні розробки на основі ШІ, які допомагають вирішувати подібні задачі. Наприклад, IBM Watson — суперкомп'ютер фірми IBM, оснащений системою ШІ, створений групою дослідників під керівництвом Девіда Феруччі, використовують для допомоги у прийнятті управлінських рішень при лікуванні хворих на рак легень.

## Історія розвитку

Термін ШІ вперше введений групою вчених на конференції, що відбулася 1956 р. в Дартмутському коледжі (Нью-Гемпшир, США). Їх метою було розробити комп'ютерні системи, здатні виконувати завдання, які зазвичай потребують людського інтелекту. Міністерство оборони США інвестувало значні кошти в декілька проєктів, які зрештою були припинені через недооцінену складність та брак обчислювальної потужності [2]. У МН використовуються математичні методи для прогнозування або класифікації даних без необхідності програмувати правила та попередні знання людини. Початкові підходи МН розроблені для вирішення простих лінійних проблем. У наступні десятиліття розроблені штучні нейронні мережі, які функціонували в каскаді з кількох процесорів і забезпечували можливість розв'язувати дуже складні нелінійні проблеми. Розвиток МН протягом століття значно зріс після появи інтернету, що привело до сучасних хмарних систем. Подальше зростання

спричинене розробкою графічних процесорів, створених для ігрової індустрії. Ці процесори здатні значно покращити паралельну обробку великих обсягів даних, що дозволяє навчати надзвичайно складні моделі з великими обсягами даних [2].

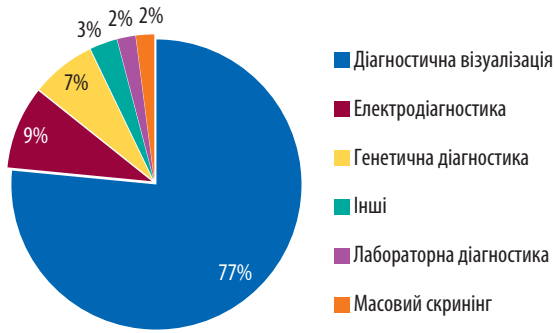
У наш час університети США, Нідерландів, Китаю, Японії та інших країн активно займаються розробкою програм та створенням медичних закладів, які оснащені ШІ [3–5].

Застосування ШІ у медицині вперше описано в 1976 р., коли використано комп'ютерний алгоритм для виявлення причин гострого болю в животі [7]. ШІ дає можливість виявити такі захворювання, як рак шкіри, діабетична ретинопатія [8]; при вдосконаленні класифікації патології, наприклад, описі сканованих зображень у радіології або особливостей електрокардіограми (ЕКГ) [2, 9]; у прогнозуванні моделей захворювань, яскравим прикладом чого є алгоритми на основі МН, розроблені під час пандемії COVID-19 [10, 11]. Бездротові або безконтактні технології є особливо важливими під час пандемії COVID-19, оскільки потребують найменшого контакту інфікованих хворих і медичних працівників. Технологія радіочастотного зондування здатна збирати інформацію з тіла пацієнта. Передача цієї інформації через алгоритми ШІ дає цінні результати без будь-якої прямої участі медичних працівників. Технології віддаленого безконтактного зондування, інтегровані з інтелектуальними алгоритмами МН, здатні давати правильні результати в режимі реального часу, що може бути легко використано клініцистом для моніторингу та діагностики захворювання, а саме симптомів COVID-19, наприклад порушень дихання у вигляді задишки та ін. [12].

## Діагностика

Виробники медичного обладнання активно досліджують та розробляють програми, за допомогою яких ШІ аналізує зображення з комп'ютерної томографії (КТ), для вдосконалення КТ-зображень, а також для лабораторних аналізів крові, збору даних з вимірювачів артеріального тиску, електрокардіографів та інших пристроїв, навіть вивчення ДНК пацієнтів, щоб підібрати найбільш коректні методи лікування (рис. 1) [5].

**Рисунок 1** Частка розподілу застосування ШІ в медицині (модифікація за [6])



У лабораторній медицині ШІ можна використовувати для прийняття оперативних рішень, а також для автоматизації або розширення людських робочих процесів. Конкретні програми включають автоматизацію приладів, виявлення помилок, прогнозування, інтерпретацію результатів, використання тестів, геноміку та аналіз зображень (рис. 2) [13].

Для впровадження ШІ співробітникам лабораторної діагностики знадобиться відповідна освіта, що стосується технології та використання, що може допомогти зменшити витрати на охорону здоров'я, покращити доступ для отримання вичерпної інформації та підвищити якість медичної допомоги, яка надається пацієнту [14].

### Офтальмологія

В офтальмології ШІ застосовують для підтвердження діагнозу захворювань, читання зображень, виконання топографічного картування рогівки та розрахунків інтраокулярних лінз. Офтальмологічна візуалізація забезпечує спосіб діагностики та об'єктивного виявлення прогресування низки хвороб, яка включає діабетичну ретинопатію, вікову дегенерацію жовтої плями, глаукому та інші офтальмологічні розлади. У якості діагностичних методів в офтальмологічній практиці використовують два методи візуалізації: цифрову фотографію очного дна та оптичну когерентну томогра-

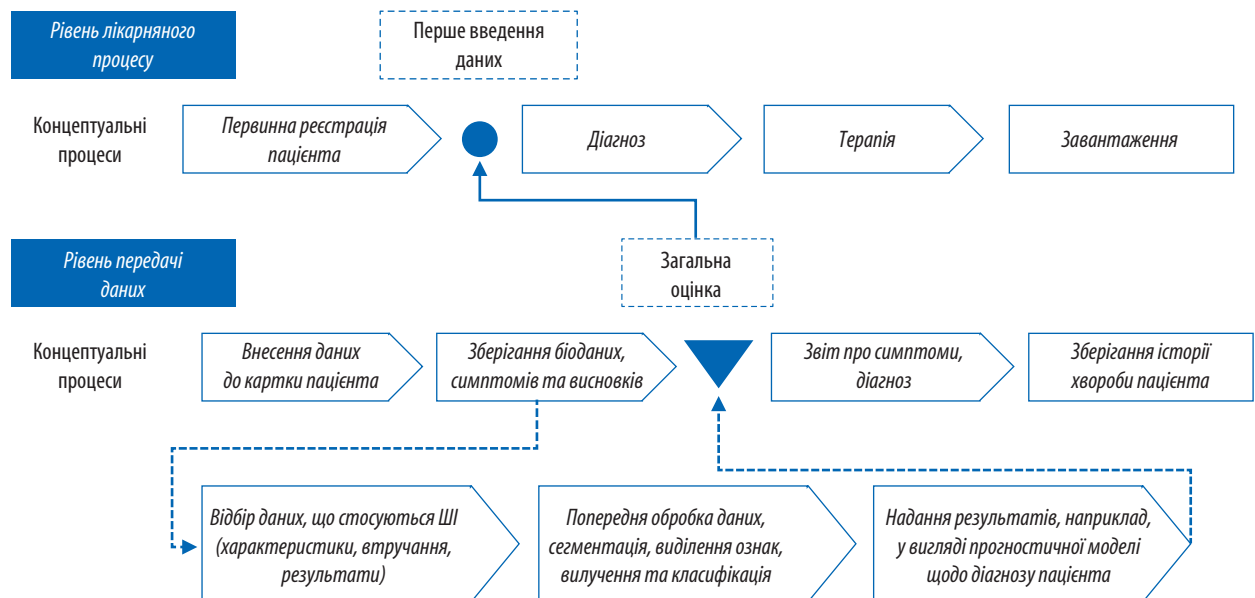
фію. Очікується, що найближчим часом разом ШІ і МН нададуть офтальмологам автоматизовані пристрої для ранньої діагностики та своєчасного лікування захворювань цього профілю [8].

### Кардіологія

Впровадження в клінічну практику ШІ при серцево-судинних захворюваннях поступово набирає обертів і, як очікується, зрештою охопить увесь спектр стратифікації ризику, діагностики, лікування та прогнозу [2]. Алгоритми класифікації вже застосовані в кількох пакетах програмного забезпечення для попередньої обробки ехокардіографічних зображень (сегментація зображення). Наприклад, камери серця можна окреслити автоматично і розрахувати такі значення, як фракція викиду або вимірювання поздовжньої деформації. Розроблена також сегментація на основі КТ і магнітно-резонансної томографії серця, запропонована можливість прогнозувати результати візуалізації перфузії міокарда позитронно-емісійною томографією на основі інтеграції простих даних [9]. Це свідчить про те, що відбір пацієнтів для направлення на спеціалізовану та вартісну візуалізацію можна оптимізувати за допомогою ШІ.

Нещодавно метод МН застосований для інтеграції генетичної та клінічної інформації для покращення прогнозування ішемічної хвороби серця порівняно зі звичайними факторами ризику [15]. Невдовзі в лікарнях можна очікувати на впровадження систем візуалізації та ЕКГ, що покращить відтворюваність й точність вимірювань, діагностики та рішень щодо лікування. Моделі МН, що використовують дані візуалізації або ЕКГ для прогнозування ішемічної хвороби серця, допоможуть запобігти зайвим катетеризаціям серця та госпіталізації з приводу гострого коронарного синдрому. Впровадження інструментів для кращого виявлення аритмій і інших порушень на ЕКГ може сприяти кращій стратифікації ризику та дистанційному моніторингу пацієнтів за допомогою програм для смартфонів. Застосування прогностичних моделей відповіді на лікування дасть змогу проводити індивідуальну терапію для кожного пацієнта [2].

**Рисунок 2** Впровадження ШІ в процеси медичних закладів (модифікація за [6])



## Ортопедія

Оцінено та кількісно визначено викривлення хребта при сколіозі, а також розроблено алгоритми, здатні обчислювати кут Кобба за допомогою топографії поверхні перед використанням рентгенограм і тривимірних зображень. Згодом ШІ використали для виявлення інших видів патології хребта, наприклад кили диска або переломів хребців. Крім того, використання сегментації зображення в реальному часі використовують як інструмент навігації в хірургії хребта [16, 17]. Нещодавно сфера застосування ШІ для допомоги в діагностичній візуалізації розширилася за межі хребта, починаючи з ідентифікації переломів стегна до розривів меніска м'яких тканин у коліні. Відбувся також перехід до алгоритмів, що забезпечують детальнішу оцінку захворювання [18, 19]. Подальший розвиток ШІ в ортопедії сприятиме підвищенню точності та зручності у стратифікації ризиків, прийнятті клінічних рішень, підтримці та розширенні роботизованої хірургії [16, 17].

## Стоматологія

ШІ та нейронні мережі активно використовують у стоматологічній радіології для полегшення діагностики, планування та прогнозування результатів лікування [20]. У реставраційній стоматології нейронні мережі можуть виявляти карієс або реставрацію зуба, а також полегшити вибір методу лікування карієсу [21]. В ендодонтії нейронні мережі можуть бути корисними для виявлення періапикальних пошкоджень і переломів коренів зубів, оцінки анатомії системи кореневих каналів, прогнозування життєздатності стовбурових клітин пульпи зуба, визначення вимірювань робочої довжини та прогнозування успіху процедур повторного лікування [22, 23]. В ортодонтії вони можуть полегшити діагностику та планування лікування, маркування цефалометричних точок, анатомічний аналіз, оцінку росту, розвитку та результатів лікування [20, 24, 25]. Окрім цього, ШІ поширюється в пародонтології, і у вищезазначених дослідженнях використовувався для оцінки втрати кісткової тканини навколо імпланту та прогнозування розвитку пародонтиту [20].

## Висновок

ШІ має невикористаний потенціал у сфері охорони здоров'я. Державні та приватні медичні установи вже сьогодні можуть впроваджувати та використовувати ШІ і таким чином сприяти переходу від наукових розробок до реального застосування. У разі успішного впровадження ШІ може знизити навантаження на медичних працівників і підвищити якість роботи, яка виконується за рахунок зменшення кількості помилок і підвищення точності.

## Список використаної літератури

- Anahtar M.N., Yang J.H., Kanjilal S. (2021) Applications of machine learning to the problem of antimicrobial resistance: an emerging model for translational research. *J. Clin. Microbiol.*, 59(7): e0126020. doi: 10.1128/JCM.01260-20.
- Benjamins J.W., Hendriks T., Knuuti J. et al. (2019) A primer in artificial intelligence in cardiovascular medicine. *Neth. Heart J.*, 27(9): 392–402. doi: 10.1007/s12471-019-1286-6.
- Kamphuis B. (2018) Universiteiten kunnen belangstelling voor kunstmatige intelligentie niet aan. *Ned. Omroep. Sticht. nos.nl/artikel/2241732-universiteiten-kunnen-belangstelling-voor-kunstmatige-intelligentie-niet-aan.html*.
- Mervis J. (2018) MIT to use \$350 million gift to bolster computer sciences. *Science*. [www.science.org/content/article/mit-use-350-million-gift-bolster-computer-sciences](http://www.science.org/content/article/mit-use-350-million-gift-bolster-computer-sciences).
- Nikkei Staff Writers (2018) Japan plans 10 «AI hospitals» to ease doctor shortages. [asia.nikkei.com/Politics/Japan-plans-10-AI-hospitals-to-ease-doctor-shortages](http://asia.nikkei.com/Politics/Japan-plans-10-AI-hospitals-to-ease-doctor-shortages).
- Jiang F., Jiang Y., Zhi H. et al. (2017) Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke Vasc. Neurol.*, 2(4): 230–243. doi: 10.1136/svn-2017-000101.
- Aung Y.Y.M., Wong D.C.S., Ting D.S.W. (2021) The promise of artificial intelligence: a review of the opportunities and challenges of artificial intelligence in healthcare. *Br. Med. Bull.*, 139(1): 4–15. doi: 10.1093/bmb/ldab016.
- Balyen L., Peto T. (2019) Promising artificial intelligence-machine learning-deep learning algorithms in ophthalmology. *Asia Pac. J. Ophthalmol. (Phila)*, 8(3): 264–272. doi: 10.22608/APO.2018479.
- Juarez-Orozco L.E., Knol R.J.J., Sanchez-Catasus C.A. et al. (2020) Machine learning in the integration of simple variables for identifying patients with myocardial ischemia. *J. Nucl. Cardiol.*, 27(1): 147–155. doi: 10.1007/s12350-018-1304-x.
- Chen J., See K. (2020) Artificial intelligence for COVID-19: rapid review. *J. Med. Internet. Res.*, 22: e21476. doi: 10.2196/21476.
- Saeed U., Shah S.Y., Ahmad J. et al. (2022) Machine learning empowered COVID-19 patient monitoring using non-contact sensing: An extensive review. *J. Pharm. Anal.*, 12(2): 193–204. doi: 10.1016/j.jpaha.2021.12.006.
- Ostaschenko T.M., Kozak N.D., Kozak D.O. (2021) Coordination aspects of pharmacovigilance system adjustment in terms of the global COVID-19 pandemic. *Ukr. J. Mil. Med.*, 2(4): 161–165. DOI: 10.46847/ujmm.2021.4(2)-161.
- Haymond S., McCudden C. (2021) Rise of the Machines: Artificial Intelligence and the Clinical Laboratory. *J. Appl. Lab. Med.*, 6(6): 1640–1654. doi: 10.1093/jalm/jfab075.
- Paranjape K., Schinkel M., Hammer R.D. et al. (2021) The value of artificial intelligence in laboratory medicine. *Am. J. Clin. Pathol.*, 155(6): 823–831. doi: 10.1093/ajcp/aqaa170.
- Dogan M.V., Grumbach I.M., Michaelson J.J. et al. (2018) Integrated genetic and epigenetic prediction of coronary heart disease in the Framingham Heart Study. *PLoS ONE*, 13: e0190549. doi: 10.1371/journal.pone.0190549.
- Hui A.T., Alvandi L.M., Eleswarapu A.S. et al. (2022) Artificial intelligence in modern orthopaedics: current and future applications. *JBJS Rev.*, 10(10). doi: 10.2106/JBJS.RVW.22.00086.
- Federer S.J., Jones G.G. (2021) Artificial intelligence in orthopaedics: A scoping review. *PLoS One.*, 16(11): e0260471. doi: 10.1371/journal.pone.0260471.
- Saygili A., Albayrak S. (2019) An efficient and fast computer-aided method for fully automated diagnosis of meniscal tears from magnetic resonance images. *Artif. Intell. Med.*, 97: 118–130. doi: 10.1016/j.artmed.2018.11.008.
- Carballido-Gamio J., Yu A., Wang L. et al. (2019) Hip fracture discrimination based on statistical multi-parametric modeling (SMPM). *Ann. Biomed. Eng.*, 47(11): 2199–2212. doi: 10.1007/s10439-019-02298-x.
- Ossowska A., Kusiak A., Świątlik D. (2022) Artificial intelligence in dentistry-narrative review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19(6): 3449. doi: 10.3390/ijerph19063449.
- Geetha V., Aprameya K.S., Hinduja D.M. (2020) Dental caries diagnosis in digital radiographs using back-propagation neural network. *Health Inf. Sci. Syst.*, 8: 1–14. doi: 10.1007/s13755-019-0096-y.
- Orhan K., Bayrakdar I.S., Ezhov M. et al. (2020) Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans. *Int. Endod. J.*, 53: 680–689. doi: 10.1111/iej.13265.
- Pauwels R., Brasil D.M., Yamasaki M.C. et al. (2021) Artificial intelligence for detection of periapical lesions on intraoral radiographs: Comparison between convolutional neural networks and human observers. *Oral. Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.*, 131: 610–616. doi: 10.1016/j.oooo.2021.01.018.
- Kim B.S., Yeom H.G., Lee J.H. et al. (2021) Deep learning-based prediction of paresthesia after third molar extraction: a preliminary study. *Diagnostics*, 11: 1572. doi: 10.3390/diagnostics11091572.
- Liu Z., Liu J., Zhou Z. et al. (2021) Differential diagnosis of ameloblastoma and odontogenic keratocyst by machine learning of panoramic radiographs. *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.*, 16: 415–422. doi: 10.1007/s11548-021-02309-0.

## Development of artificial intelligence in modern medicine

A.A. Vysotskyi<sup>1</sup>, O.O. Surikov<sup>2</sup>, S.V. Vasyliuk-Zaitseva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pylyp Orlyk International Classic University, Mykolaiv, Ukraine

<sup>2</sup>National Pharmaceutical University, Kharkiv, Ukraine

<sup>3</sup>State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine

**Abstract.** The article provides an overview of the current state and development of artificial intelligence in the medical industry, existing implementations, and shows the need for

implementation in medical institutions. **Aim:** to research and highlight the current development of artificial intelligence in healthcare. **Results.** The historical aspects, the current state of the development of artificial intelligence, its methods and tools in various fields of medicine, namely cardiology, orthopedics, ophthalmology, and laboratory diagnostics, are considered. **Conclusion.** The article shows the relevance of introducing artificial intelligence into the healthcare sector to improve the accuracy of diagnosis, correct treatment and quality of patient care, as well as reduce the workload of medical specialists.

**Key words:** artificial intelligence, healthcare, machine learning, neural networks.

### Відомості про авторів:

Висоцький Антон Анатолійович — кандидат медичних наук, доцент кафедри охорони здоров'я Міжнародного класичного університету імені Пилипа Орлика, Миколаїв, Україна. [orcid.org/0000-0002-9694-262X](https://orcid.org/0000-0002-9694-262X)

Суріков Олександр Олександрович — кандидат фармацевтичних наук, доцент, завідувач кафедри фармацевтичних технологій та забезпечення якості ліків Інституту підвищення кваліфікації спеціалістів фармації Національного фармацевтичного університету, Харків, Україна. [orcid.org/0000-0003-2134-1595](https://orcid.org/0000-0003-2134-1595)

Василіук-Зайцева Світлана Вікторівна — магістр філософії у фізиці, старший викладач кафедри вищої математики Інституту інформаційних технологій Державного університету телекомунікацій, Київ, Україна. [orcid.org/0000-0002-0875-462X](https://orcid.org/0000-0002-0875-462X)

### Адреса для кореспонденції:

Висоцький Антон Анатолійович  
54001, Миколаїв, вул. Котельна, 2  
E-mail: [a25antonio@gmail.com](mailto:a25antonio@gmail.com)

### Information about the authors:

Vysotskyi Anton A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Health Care, Pylyp Orlyk International Classic University, Mykolaiv, Ukraine. [orcid.org/0000-0002-9694-262X](https://orcid.org/0000-0002-9694-262X)

Surikov Oleksandr O. — Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Pharmaceutical Technologies and Drug Quality Assurance, Institute of Advancement of Pharmacy Specialists, National Pharmaceutical University, Kharkiv, Ukraine. [orcid.org/0000-0003-2134-1595](https://orcid.org/0000-0003-2134-1595)

Vasyliuk-Zaitseva Svitlana V. — Master of Philosophy in Physics, Senior lecturer of the Department of Higher Mathematics, Institute of Information Technologies of the State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine. [orcid.org/0000-0002-0875-462X](https://orcid.org/0000-0002-0875-462X)

### Address for correspondence:

Anton Vysotskyi  
54001, Mykolaiv, Kotelna str., 2  
E-mail: [a25antonio@gmail.com](mailto:a25antonio@gmail.com)

Надійшла до редакції/Received: 05.04.2023

Прийнято до друку/Accepted: 12.04.2023