

УДК 001.891– 616-089-059

DOI <https://doi.org/10.11603/m.2414-5998.2025.4.15857>

В. Г. Шевченко

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7849-4897>

П. Т. Муравйов

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7733-885X>

В. В. Колодій

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7344-9357>

Одеський національний медичний університет

ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В КЛІНІЧНЕ МИСЛЕННЯ ТА ХІРУРГІЧНУ ПРАКТИКУ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ПІДХОДІВ У ДОБУ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

V. H. Shevchenko, P. T. Muraviov, V. V. Kolodiy

Odesa National Medical University

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO CLINICAL THINKING AND SURGICAL PRACTICE: TRANSFORMING APPROACHES IN THE AGE OF DIGITAL TECHNOLOGIES

Анотація. У статті розглядається трансформація клінічного мислення хірурга в умовах стрімкого розвитку штучного інтелекту (ШІ) та зростання його ролі в діагностичних і лікувальних процесах. Детально проаналізовано сучасні рівні інтеграції ШІ в хірургічну практику – від допоміжних алгоритмів підтримки рішень до автономних систем, здатних виконувати окремі етапи оперативного втручання. Особливу увагу приділено тому, як такі технології змінюють когнітивну модель ухвалення клінічних рішень, перерозподіляючи фокус від суто інтуїтивного та досвідного підходу до комбінованого, у якому поєднуються знання хірурга та аналітичні можливості машинного навчання.

У роботі також висвітлено ключові етичні виклики, пов'язані з опорою на алгоритмічні рекомендації, питання відповідальності за результати лікування, прозорості роботи цифрових систем та необхідності збереження автономності лікаря. Окремо проаналізовано освітні аспекти, зокрема зміну компетентнісних вимог до майбутніх хірургів, важливість розвитку цифрової грамотності, критичного мислення та здатності до інтерпретації даних, що генерує ШІ.

На основі проведеного аналізу запропоновано комплекс рекомендацій щодо адаптації освітнього процесу, удосконалення підготовки хірургів і формування етичних стандартів доброчесного використання ШІ. Підкреслено необхідність гармонійного поєднання технологічних інновацій із фундаментальними принципами клінічної медицини для забезпечення безпеки пацієнтів та підвищення якості хірургічної допомоги.

Ключові слова: штучний інтелект; клінічне мислення; хірургічна практика; медицина та цифрові технології.

Abstract. The article examines the transformation of a surgeon's clinical thinking amid the rapid development of artificial intelligence (AI) and the growing role of AI tools in diagnostic and therapeutic processes. It provides a detailed analysis of the current levels of AI integration into surgical practice – from auxiliary decision-support algorithms to autonomous systems capable of performing individual stages of surgical procedures. Particular attention is given to how these technologies modify the cognitive model of clinical decision-making, shifting the focus from a purely intuitive and experience-based approach to a combined one that integrates the surgeon's expertise with the analytical capabilities of machine learning.

The article also highlights key ethical challenges associated with reliance on algorithmic recommendations, including issues of responsibility for treatment outcomes, transparency of digital systems, and the need to preserve the physician's autonomy. Educational aspects are examined separately, emphasizing evolving competency requirements for future surgeons, the importance of digital literacy, critical thinking, and the ability to interpret AI-generated data.

Based on the analysis, the article proposes a set of recommendations for adapting the educational process, improving surgical training, and shaping ethical standards for the responsible use of AI. It underscores the necessity of harmonizing technological innovation with the fundamental principles of clinical medicine to ensure patient safety and enhance the quality of surgical care.

Key words: artificial intelligence; clinical thinking; surgical practice; medicine and digital technologies.

Вступ. Клінічне мислення – одна з базових компетентностей лікаря-хірурга, яка визначає якість діагностики, планування лікування та безпосереднього виконання операцій. У XXI ст. впровадження штучного інтелекту (ШІ) у сферу медицини, зокрема хірургії, спричиняє кардинальні зміни у способі мислення фахівців. Замість виключно людського аналізу в дію вступають алгоритми, великі дані та візуальні симуляції. У цих умовах особливо актуальним постає питання: яким має бути мислення хірурга, що працює у середовищі машинної підтримки?

Хірургія завжди була сферою, де швидко ухвалення рішень та висока точність дій визначають результат. У XXI ст. розвиток цифрових технологій: роботизованих систем, медичних інформативних платформ, віртуальної та доповненої реальності змінює саму природу клінічного мислення.

Сьогодні хірург мислить не лише в площині анатомії та фізіології, а й у контексті аналізу даних цифрової навігації та алгоритмізованих рекомендацій. Клінічне мислення хірурга – це багатовимірний процес, що поєднує аналітичне мислення, емпіричний досвід і глибокі моральні засади. У сучасній хірургії етичний компонент цього мислення стає дедалі важливішим через упровадження нових технологій, підвищення правової відповідальності та зростання інформованості пацієнтів.

Мета дослідження полягає у необхідності інтеграції штучного інтелекту в клінічне мислення та хірургічну практику лікаря-клініциста, порозумінні живого розуму та алгоритмічного мислення для більш ефективного лікування пацієнтів.

Методи дослідження.

У традиційному підході клінічне мислення поєднує такі елементи: 1. Збір та аналіз даних (анамнез, фізикальне обстеження, результати лабораторних та інструментальних досліджень). 2. Формулювання діагнозу (на основі досвіду та патернів). 3. Планування лікування (з урахуванням ризиків, стандартів і доступних ресурсів). 4. Інтуїція («клінічне чуття» відіграє важливу роль у складних або нетипових випадках) (Bini, 2018).

Таке мислення формувалося десятиліттями клінічної практики, спостереження та навчання «біля ліжка пацієнта».

Із появою ШІ мислення хірурга переходить у фазу гібридної взаємодії: алгоритми аналізу даних допомагають виявляти патології (наприклад, на КТ чи МРТ); системи підтримки клінічного рішення (Clinical Decision Support Systems) пропонують варіанти діагнозу; роботизовані хірургічні платформи дають змогу виконувати точні маніпуляції з мінімальним утручанням;

віртуальні тренажери навчають студентів без ризику для пацієнтів. Такі інструменти сприяють об'єктивізації процесу прийняття рішень, але водночас потребують нових форм клінічного мислення (Davenport, Kalakota, 2019).

Сучасне мислення хірурга характеризується:

- інтерпретанційністю (лікар аналізує, уточнює та оцінює рекомендації ШІ);
- цифровою компетентністю (уміннями працювати з медичними алгоритмами, базами даних, симуляторами);
- етичною самосвідомістю (розумінням меж відповідальності людини та машини);
- метакогнітивністю (здатністю рефлексувати над власним процесом мислення та рішеннями ШІ).

Таке мислення має бути не технократичним, а критичним, щоб уникати сліпого слідування рекомендаціям алгоритмів (World Health Organization, 2021).

Сьогодні хірург працює з великими обсягами цифрових даних – від КТ та МРТ зображень у 3D-форматі до статистичних прогнозів розвитку. ШІ все частіше виступає «другим консультантом».

ШІ та роботизовані хірургічні системи змінюють не лише технічні навички, а й когнітивні патерни підтримки прийняття рішень (алгоритми пропонують діагнози, плани втручання, прогнозують ризики), розширення можливостей вибору мінімально інвазивних процедур із високою точністю, етичні дилеми відповідальності й потреби у «метакогнітивних» навичках (оцінки обґрунтованості та достовірності алгоритмічних рішень). Окрім того, телемедицина розширює межі операцій, надаючи можливості дистанційного консультування колег у реальному часі, проведення операцій через роботизовані системи на відстані, навчання студентів і молодих лікарів у віртуальних операційних. Водночас це вимагає нової цифрової грамотності, кібербезпеки та навичок комунікації у віртуальному середовищі (Zagozdzon, Zaborski, 2022).

Мислення хірурга вимагає високої концентрації, швидкого оброблення інформації та здатності діяти у невизначеності.

У цифровому середовищі додаються нові когнітивні виклики:

1. інтеграція мультимодальних даних (КТ, МРТ, 3D-реконструкції, дані з датчиків);
2. мультизадачність (одночасна взаємодія з операційною командою, апаратурою та моніторинг цифрових потоків даних);
3. когнітивне перевантаження (надлишок інформації знижує якість рішень, якщо відсутні ефективні фільтри пріоритизації);
4. ризик «автоматизаційного зсуву» (схильність безкритично приймати рекомендації алгоритмів).

Етичний фундамент сучасної хірургії ґрунтується на чотирьох класичних принципах біоетики: автономія, благодіяння, «не шкодь» та справедливість. У клінічній практиці вони реалізуються через ретельне інформування пацієнта та його родини, обґрунтування операційної тактики, уникнення непотрібних чи експериментальних втручань без належної згоди, розподіл медичних ресурсів з урахуванням соціальної справедливості (Vizniuk et al., 2021).

Ключовими принципами етичних аспектів та доброчесності мають бути:

А – відкритість алгоритмів, тобто зрозумілість процесу прийняття рішень;

В – конфіденційність даних пацієнтів, відповідальність та чітке розуміння, що ІІІ є лише інструментом, остаточне рішення – за лікарем;

С – інформована згода – пацієнт має знати про використання ІІІ в процесі лікування.

Професійна доброчесність хірурга – це готовність діяти чесно навіть тоді, коли порушення правил могло б принести особисту вигоду. Важливими є прозорість у веденні документації, відмова від маніпуляцій зі статистикою чи результатами, взаємоповага в колективі, готовність визнавати власні помилки (Abbadia).

Сучасними викликами цифрової трансформації хірургічного мислення є:

– перевантаження інформацією, що призводить до ризику втрати фокусу через надмір цифрових сигналів;

– алгоритмічна упередженість – небезпека сліпої довіри до результатів ІІІ без клінічного аналізу;

– етичні дилеми щодо збереження автономії лікаря у світі, де рішення можуть пропонуватися автоматично;

– необхідність постійного навчання внаслідок того, що технології оновлюються швидше, ніж класичні хірургічні методики.

У багатьох клініках світу вже впроваджено розумні системи навігації, що допомагають у лапароскопічних операціях. Наприклад, платформи з доповненою реальністю дають хірургу змогу «бачити» органи крізь тканини ще до розрізу. Штучний інтелект також здатний оцінювати в режимі реального часу життєві показники пацієнта й попереджати про ризик ускладнень. У Японії та Південній Кореї вже проводяться експериментальні втручання з повною участю автономних роботизованих систем під наглядом лікаря (Marienko & Kovalenko, 2023).

Отже, важливим завданням є оновлення медичної освіти. Серед пріоритетів:

1. включення ІІІ в навчальні програми для майбутніх хірургів;

2. моделювання клінічних ситуацій із використанням ІІІ (віртуальні пацієнти, симуляційні тренажери);

3. формування етичної культури взаємодії з технологіями;

4. оцінка рішень не лише за правильністю, а й за обґрунтованістю.

Таким чином, освіта має бути спрямована не на навчання використанню ІІІ як магічного інструмента, а й на розуміння його сутності, обмежень та ризиків.

Інтеграція ІІІ не лише технічно змінює роботу лікаря, а й торкається його самоідентичності. Відчуття втрати контролю або надмірна залежність від алгоритмів можуть викликати емоційне вигорання, сумніви у власній компетентності. Новий тип мислення передбачає баланс між довірою до ІІІ і збереженням внутрішньої автономії лікаря як відповідальної особи.

Юридичне поле ще не встигає за темпами розвитку технологій. Відкритим залишається питання відповідальності у разі ускладнень під час використання рекомендацій ІІІ. Чи буде відповідальним лікар, який скористався порадою ІІІ, якщо вона виявилася хибною? Тому важливим є створення законодавчої бази, яка б визначала межі відповідальності, а також обов'язкову сертифікацію медичних алгоритмів (Kabinet Ministriv Ukrainy, 2020, December 28).

Попри високі очікування від технологій, майбутнє медицини – за людиноцентричним підходом. Штучний інтелект має бути інструментом, що підсилює людські здібності, а не замінює їх. Перспективним є розвиток інтерфейсів «мозок – комп'ютер», які дають змогу лікарю ще глибше контролювати цифрові інструменти, зберігаючи суб'єктність і відповідальність.

Висновки. Клінічне мислення хірурга в умовах розвитку штучного інтелекту змінюється з інтуїтивно-евристичного на аналітично-цифрове. Проте ключовими залишаються етичні стандарти, критичне мислення та відповідальність. Штучний інтелект має бути інтелектуальним партнером хірурга, а не його заміником. Тому майбутнє хірургії – у поєднанні технологічної точності з гуманістичними засадами медицини.

Таким чином, еволюція клінічного мислення хірурга в умовах ІІІ – це не лише технічна адаптація, а й глибока культурна та професійна трансформація. Потрібна комплексна стратегія: освітня, етична, правова, щоб ІІІ став союзником лікаря, а не його викликом. Ця стратегія має об'єднувати науку, суспільство й інституції, що формують медичну спільноту.

Перспективи подальших досліджень. Створення національних стандартів цифрової компетентності хірурга, упровадження етичних модулів у програми з роботизованої та ІІІ-підтримуваної хірургії, дослідження впливу цифрових технологій на довгострокову клінічну автономність лікаря, міжнародна співпраця для обміну протоколами та навчальними ресурсами.

References

1. Bini, S. A. (2018). Artificial intelligence, machine learning, and cognitive computing: What do these terms mean and how will they impact health care? *The Journal of Arthroplasty*, 33(8), 2358–2361. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.02.067>
2. Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthcare Journal*, 6(2), 94–98. <https://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-94>
3. World Health Organization. (2021). Ethics and governance of artificial intelligence for health. WHO Press. Retrieved from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>
4. Zagazdzon, P., & Zaborski, L. (2022). Artificial intelligence in surgery: The next revolution. *International Journal of Surgery*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/389004322_Artificial_Intelligence_-_The_Next_Revolution
5. Abbadia, D. (n.d.). Vyvchennia roli sztuchnoho intelektu v akademichnykh doslidzhenniakh [Exploring the Role of Artificial Intelligence in Academic Research]. Retrieved from: <https://mindthegraph.com/blog/uk/ai-in-academic-research/> [in Ukrainian].
6. Vizniuk, I., et al. (2021). Vykorystannia sztuchnoho intelektu v osviti [The Use of Artificial Intelligence in Education]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy – Modern Information Technologies and Innovative Teaching Methods in Training Specialists: Methodology, Theory, Experience, Problems*, 59, 14–22. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-14-22> [in Ukrainian].
7. Bidniuk, V. V., Prybolovets, K. O., Varava, S. V., et al. (2023, April 27–28). Vykorystannia elementiv sztuchnoho intelektu (ShI) v medychnii praktytsi [Use of Artificial Intelligence (AI) Elements in Medical Practice]. In *Naukovo-praktychna konferentsiia z mizhnarodnoi uchastiu, prysviachena 95-richchiu z dnia narodzhennia L. V. Prokopovoi «Suchasni teoretychni ta praktychni aspekty klinichnoi medytsyny»* [Scientific and Practical Conference with International Participation Dedicated to the 95th Anniversary of L. V. Prokopova «Modern Theoretical and Practical Aspects of Clinical Medicine»] p. 31. Odesa. Retrieved from: <https://repo.odmu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/13322> [in Ukrainian].
8. Marienko, M., & Kovalenko, V. (2023). Shtuchnyi intelekt ta vidkryta nauka v osviti [Artificial Intelligence and Open Science in Education]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(1), 48–53. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007> [in Ukrainian].
9. Kabinet Ministriv Ukrainy. (2020, December 28). Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku elektronnoi okhorony zdorovia: Rozporiadzhennia vid 28 hrudnia 2020 r. № 1671-r [On Approval of the Concept of E-Health Development: Ordinance of December 28, 2020 No. 1671-r]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1671-2020-%D1%80#Text> (accessed January 15, 2022). [in Ukrainian].

Електронна адреса для листування: sujo22101984@gmail.com

Стаття надійшла 14.10.2025

Статтю прийнято 01.11.2025

Стаття опублікована 30.12.2025