

ГЕНЕРАТИВНИЙ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У СВІТОВІЙ СФЕРІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я: СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ, ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. *Генеративний штучний інтелект (ШІ) швидко трансформує системи охорони здоров'я з моменту появи OpenAI у 2022 році. Він охоплює клас методів машинного навчання, призначених для створення нового контенту, і класифікується як моделі великих мов (LLM) для генерації тексту та моделі генерації зображень для створення або покращення візуальних даних. Ці генеративні моделі ШІ продемонстрували широке застосування в клінічній практиці та дослідженнях. Такі застосування варіюються від медичної документації та діагностики до комунікації з пацієнтами та розробки ліків. Ці моделі здатні генерувати текстові повідомлення, відповідати на клінічні запитання, інтерпретувати зображення КТ та МРТ, допомагати в рідкісних діагнозах, забезпечувати медичну освіту та навчання. Ранні дослідження показують, що генеративні моделі ШІ можуть підвищити ефективність, зменшити адміністративне навантаження та покращити залученість пацієнтів, хоча більшість висновків є попередніми та потребують ретельної перевірки. Однак, ця технологія також викликає серйозні занепокоєння щодо точності, упередженості, конфіденційності, етичного використання та клінічної безпеки. Також академічні установи та організації охорони здоров'я наголошують на необхідності прозорості, нагляду та впровадження на основі доказів. Генеративний штучний інтелект не є заміною медичних працівників, а потенційним партнером, який покращує процес прийняття рішень, оптимізує комунікацію та підтримує персоналізований догляд. Його відповідальна інтеграція в охорону здоров'я може ознаменувати зміну парадигми в бік більш проактивних, точних та орієнтованих на пацієнта систем.*

Ключові слова: генеративний штучний інтелект; моделі великих мов (LLM); інтерпретація; прозорість; діагностика; моделі штучного інтелекту; світова система охорони здоров'я.

Abstract. *Generative artificial intelligence (AI) has been rapidly transforming healthcare systems since the emergence of OpenAI in 2022. It encompasses a class of machine learning methods designed to generate new content and is categorized as large language models (LLMs) for text generation and image generation models for creating or enhancing visual data. These generative AI models have demonstrated broad applications in clinical practice and research. Such applications range from medical documentation and diagnostics to patient communication and drug development. These models are capable of generating text messages, answering clinical questions, interpreting CT and MRI images, assisting with rare diagnoses, and providing medical education and training. Early studies suggest that generative AI models can increase efficiency, reduce administrative burden, and improve patient engagement, although most findings are preliminary and require careful validation. However, this technology also raises serious concerns about accuracy, bias, privacy, ethical use, and clinical safety. Academic institutions and healthcare organizations also emphasize the need for transparency, oversight, and evidence-based implementation. Generative AI is not a replacement for healthcare professionals, but a potential partner that improves decision-making, optimizes communication, and supports personalized care. Its responsible integration into healthcare could mark a paradigm shift toward more proactive, accurate, and patient-centered systems.*

Keywords: generative artificial intelligence; large language models (LLM); interpretation; transparency; diagnostics; artificial intelligence models; global healthcare system.

Генеративний штучний інтелект (ШІ) створює новий контент за допомогою алгоритмів, які генерують текст і зображення, а також аудіо та синтетичні дані, що нагадують створені людиною результати. Протягом останніх кількох років він швидко привернув медичну увагу після запуску OpenAI ChatGPT 4.5 наприкінці 2022 року. Ці моделі, навчені на величезних біомедичних та загальних наборах даних, продемонстрували можливості, які, за прогнозами багатьох експертів, трансформують надання медичної допомоги та дослідження [1]. ChatGPT продемонстрував майже ідеальні результати на іспиті на медичну ліцензію США (USMLE) без будь-якого навчання в медичних галузях. Медична спільнота з подивом відреагувала на це досягнення, оскільки воно продемонструвало виняткову здатність ШІ обробляти складні медичні запити [2]. Тому розпочалося швидке впровадження та експерименти з доступними інструментами генеративного ШІ, включаючи ChatGPT. Ці інструменти

продемонстрували потенціал для покращення надання медичної допомоги [3]. Медична галузь визнає як потенційні переваги генеративного ШІ, так і необхідність ретельного клінічного тестування цих систем. Галузь охорони здоров'я продовжує стикатися з постійними викликами, включаючи високі витрати, затримки в процесах розробки ліків, виснаження медичного персоналу та нерівномірне надання медичної допомоги, які генеративні системи штучного інтелекту мають потенціал вирішити [1]. Інструменти штучного інтелекту мають потенціал зменшити навантаження на постачальників медичних послуг та пацієнтів завдяки своїй здатності автоматизувати завдання документування, пришвидшити пошук терапії та покращити підтримку клінічних рішень, як показано на рисунку 1.

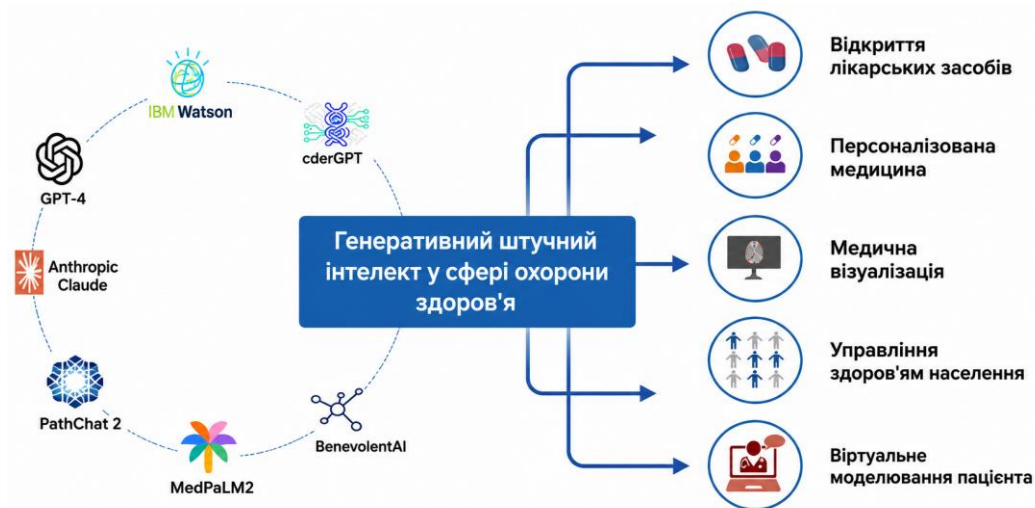


Рисунок 1 – Різні інструменти генеративного штучного інтелекту та їх застосування в охороні здоров'я

Водночас, ризики передчасного впровадження є значними: генеративні моделі можуть створювати неправильну або сфабриковану інформацію («галюцинації»), яка може бути шкідливою в медичних умовах [4]. Забезпечення безпеки пацієнтів та підтримка довіри вимагатимуть ретельної перевірки цих технологій у реальних умовах. Цей огляд надає всебічний огляд генеративного ШІ в охороні здоров'я, зосереджуючись на практичному застосуванні для клініцистів та дослідників. Крім того, огляд охоплює останні досягнення, поточні застосування в різних клінічних галузях, нові дані випробувань та виклики, які необхідно подолати для безпечної інтеграції генеративного ШІ в медицину. Мета полягає в тому, щоб надати клініцистам, дослідникам та розробникам політики охорони здоров'я глибоке розуміння того, як генеративний ШІ застосовується на практиці сьогодні та які майбутні напрямки очікуються.

Генеративний ШІ охоплює клас методів машинного навчання, призначених для створення нового контенту, статистично подібного до даних, на яких вони були навчені. Це контрастує з дискримінативними системами ШІ, які в основному роблять прогнози або класифікують. Ключові досягнення останніх років призвели до появи генеративних моделей, здатних до високоякісних результатів. Загалом, два сімейства генеративних моделей є найбільш актуальними в охороні здоров'я: моделі з великою мовою (LLM) для генерації тексту та моделі, що генерують зображення, для створення або покращення візуальних даних (Рисунок 2).

На рисунку 2 описано, що LLM підтримують текстові програми, такі як клінічна документація, формулювання діагнозів, синтез медичної літератури та відповіді на клінічні питання на основі доказів, а IGM покращують завдання візуалізації, включаючи перетворення зображень на зображення, синтез медичних зображень, покращення зображень та генерацію синтетичних даних МРТ, підкреслюючи подвійну роль генеративного штучного інтелекту в розвитку як текстових, так і візуальних вимірів охорони здоров'я.

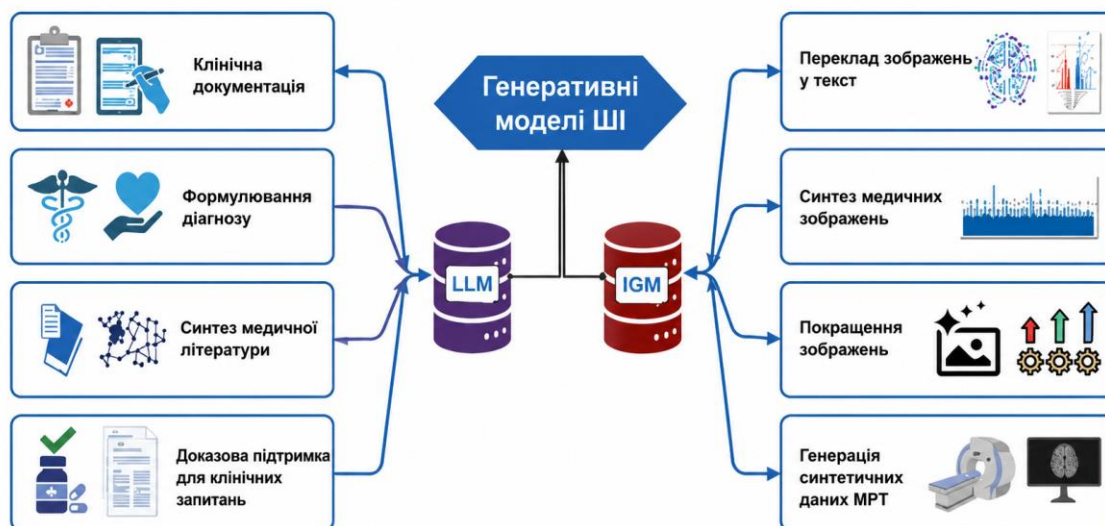


Рисунок 2 – Моделі генеративного штучного інтелекту, включаючи моделі великої мови програмування (LLM) та моделі генерації зображень (IGM), трансформують клінічні робочі процеси

Моделі великих мов (LLM): LLM – це нейронні мережі, навчені на величезних корпусах тексту для прогнозування та генерації мови. Сучасні LLM, такі як GPT-3.5 та GPT-4 (від OpenAI), PaLM 2 (від Google) та LLaMA (від Meta), побудовані на архітектурі трансформатора та містять мільярди параметрів. За наявності підказок ці моделі можуть складати відповіді природної мови, подібні до людських. У медичному контексті LLM можуть складати клінічні нотатки, узагальнювати історії пацієнтів, відповідати на запитання або навіть брати участь у діалогах, імітуючи міркування клініциста. Важливо, що однією з найперших ознак медичного потенціалу LLM було дослідження, в якому ChatGPT (GPT-3.5) було протестовано на питаннях USMLE: воно показало точність понад 50% на всіх етапах іспиту та навіть перевищило приблизний поріг складання (близько 60%) у деяких аналізах [3]. Ця продуктивність показала, що універсальний LLM, без спеціалізованої медичної адаптації, може запам'ятовувати та міркувати з широкого кола медичних знань, порівнянного з лікарем-початківцем. Слідуючи за цими висновками, були розроблені LLM, спеціалізовані на медицині. Наприклад, Med-PaLM 2 від Google, LLM, налаштований на дані медичної області, досяг точності близько 85–90% на питаннях медичного іспиту експертного рівня, перевершивши прохідний бал і наблизившись до продуктивності лікарів [5]. Такі результати, опубліковані у 2023–2024 роках, знаменують собою проривний момент, коли системи штучного інтелекту можуть демонструвати компетентність «експертного» рівня в письмових оцінках медичних знань [5]. Ці моделі не тільки запам'ятовують факти, але й можуть інтерпретувати клінічні віньєтки та надавати міркування. На практиці це відкриває можливості для помічників ШІ підтримувати клініцистів, синтезуючи медичну літературу, формулюючи диференціальні діагнози на основі описів випадків або пропонуючи відповіді на клінічні питання, засновані на доказах. Однак, слід наголосити, що результати іспитів є недосконалим показником клінічної кмітливості; прийняття рішень у реальному світі включає нюанси, які виходять за рамки знань з підручників [6]. Тим не менш, швидке вдосконалення можливостей LLM лише за останні три роки є визначним прогресом, і поточні дослідження вивчають шляхи подальшого узгодження цих моделей з клінічним мисленням та сучасними медичними знаннями.

Висновки

Генеративний ШІ, ймовірно, стане життєво важливою частиною охорони здоров'я у 21 столітті. Хоча спостерігається вражаючий прогрес, його використання в реальних клінічних умовах тільки починається, подібно до ранніх днів доказової медицини або медичної візуалізації. У майбутньому його успіх залежатиме від ґрунтовних досліджень та ретельного використання. Як зазначається, численні застосування в клінічній документації, спілкуванні з пацієнтами, діагностиці, візуалізації,

розробці ліків тощо активно досліджуються, зі зростанням доказів користі в деяких сферах (наприклад, ефективність документування).

Хоча генеративний ШІ є перспективним у покращенні охорони здоров'я, його використання має керуватися обережністю, етичними стандартами та практикою, заснованою на доказах. Клініцисти повинні взаємодіяти зі ШІ вдумливо, не будучи ні надмірно довірливими, ні надмірно зневажливими, надаючи зворотний зв'язок та дослідження для формування його розвитку. Правильне використання ШІ може підтримувати клініцистів, виконуючи рутинні завдання, дозволяючи їм зосередитися на людських, етичних та складних аспектах догляду, які ШІ не може замінити. Очікується, що протягом наступного десятиліття генеративний ШІ перейде від пілотних проектів до рутинного використання в охороні здоров'я, що може підвищити ефективність, зменшити обсяг паперової роботи та забезпечити більш персоналізований, проактивний догляд [1,2]. Однак для реалізації цих переваг потрібні такі запобіжні заходи, як людський нагляд, постійна перевірка та рівний доступ.

Список використаної літератури

1. Zhang K., Meng X., Yan X., Ji J., Liu J., Xu H., Zhang H., Liu D., Wang J., Wang X. та ін. Revolutionizing Health Care: The Transformative Impact of Large Language Models in Medicine // *Journal of Medical Internet Research*. — 2025. — Vol. 27. — Art. e59069. — DOI: 10.2196/59069.
2. Hacking S. ChatGPT and Medicine: Together We Embrace the AI Renaissance // *JMIR Bioinformatics and Biotechnology*. — 2024. — Vol. 5. — Art. e52700. — DOI: 10.2196/52700.
3. Kung T. H., Cheatham M., Medenilla A., Sillos C., De Leon L., Elepaño C., Madriaga M., Aggabao R., Diaz-Candido G., Maningo J. та ін. Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-Assisted Medical Education Using Large Language Models // *PLoS Digital Health*. — 2023. — Vol. 2, No. 2. — Art. e0000198. — DOI: 10.1371/journal.pdig.0000198.
4. Allaway R. J. Science & Tech Spotlight: Generative AI in Health Care 2024 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.gao.gov/products/gao-24-107634> (дата звернення: 30.04.2025).
5. Singhal K., Tu T., Gottweis J., Sayres R., Wulczyn E., Amin M., Hou L., Clark K., Pfohl S. R., Cole-Lewis H. та ін. Toward Expert-Level Medical Question Answering with Large Language Models // *Nature Medicine*. — 2025. — Vol. 31. — P. 943–950. — DOI: 10.1038/s41591-025-03539-7.
6. Torous J., Blease C. Generative Artificial Intelligence in Mental Health Care: Potential Benefits and Current Challenges // *World Psychiatry*. — 2024. — Vol. 23, No. 1. — P. 1–2. — DOI: 10.1002/wps.21283.

Павлов Сергій Володимирович – д.т.н., професор, професор кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: psv@vntu.edu.ua.

Пилипець Юлія Олександрівна - аспірантка кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: hopanchuk19@gmail.com

Pavlov Serhii V. – Dr. Tech. Sc., Professor, Professor at the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: psv@vntu.edu.ua.

Pylypets Yulia O. – post-graduate student of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: hopanchuk19@gmail.com