

УДК 681.3.06

DOI <https://doi.org/10.32689/maup.it.2022.2.3>

Володимир БРОДКЕВИЧ

кандидат економічних наук, доцент кафедри комп'ютерних інформаційних систем та технологій, Інститут комп'ютерно-інформаційних технологій та дизайну Міжрегіональної Академії управління персоналом, вул. Фрометівська 2, Київ, Україна, індекс 03039 (v.brodkevych@gmail.com)

ORCID: 0000-0003-4282-8888

Валентин ЛЮДВІЧЕНКО

кандидат фізико-математичних наук, професор кафедри комп'ютерних інформаційних систем та технологій, Інститут комп'ютерно-інформаційних технологій та дизайну Міжрегіональної Академії управління персоналом, вул. Фрометівська 2, Київ, Україна, індекс 03039 (v.brodkevych@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-6704-1921

Volodymyr BRODKEVYCH

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Computer Information Systems and Technologies, Institute of Computer Information Technologies and Design of Interregional Academy of personnel management, 2 Frometivska str., Kyiv, Ukraine, postal code 03039 (v.brodkevych@gmail.com)

Valentin LIUDVICHENKO

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor at the Department of Computer Information Systems and Technologies, Institute of Computer Information Technologies and Design of Interregional Academy of personnel management, 2 Frometivska str., Kyiv, Ukraine, postal code 03039 (v.lydovichenko@gmail.com)

Бібліографічний опис статті: Бродкевич, В., Людвіченко, В. (2022). Штучний інтелект і машинне навчання в галузі охорони здоров'я: виклики і перспективи. *Інформаційні технології та суспільство*, 2 (4), 20–28. DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2022.2.3>

Bibliographic description of the article: Brodkevych, V., Liudvichenko, V. (2022). Shtuchnyi intelekt i mashynne navchannia v haluzi okhorony zdorov'ia: vyklyky i perspektyvy [Artificial Intelligence and machine learning in healthcare: challenges and trends]. *Informatsiini tekhnolohii ta suspilstvo – Information technology and society*, 2 (4), 20–28. DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2022.2.3>

**ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І МАШИННЕ НАВЧАННЯ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я:
ВИКЛИКИ І ПЕРСПЕКТИВИ**

Четверта індустріальна революція і процеси пов'язані з цим суспільним явищем зачіпають практично усі сфери і можна стверджувати, що шансів не бути причетними нема ні в якій галузі людської діяльності. Галузь охорони здоров'я теж охоплена процесами автоматизації в різних напрямках – від діагностики і обліку пацієнтів до розробки нових ліків і оперативних втручань за допомогою програмних додатків та програмно-апаратних роботизованих систем штучного інтелекту. В цій статті робиться огляд сучасного стану новаторських систем в світовій медичній галузі, існуючі запровадження, проблеми просування іновацій та аналізуються можливий їх подальший розвиток. **Метою статті** є дослідження проблеми розгортання штучного інтелекту в галузі охорони здоров'я та існуючі тенденції застосування; оцінка специфіки використання ШІ в клінічних умовах та оцінка успішних кейсів та перспектив іноваційних проєктів по впровадженні і отриманні позитивних результатів в медичній сфері; визначення перспективних напрямків для розвитку ШІ в галузі охорони здоров'я. Реалізація поставленої мети передбачає вирішення низки **завдань**, як-от: 1) розкриття сутності і перспектив запровадження технології ШІ в медицині; 2) аналіз стану розвитку ШІ в медичній сфері; 3) дослідження специфіки проведення оцінювання впливу ШІ на результати медичних процесів.

Наукова новизна. У статті розвиток сучасних технологій в медицині з застосуванням Штучного інтелекту розглядається як складна технологічна, організаційна і медична проблема, яка потребує зусиль різних категорій фахівців: інженерів, аналітиків даних, адміністраторів, медичних працівників різних рівнів і спеціалізацій. Вирішення цих проблем комплексне і надає значні переваги в оновленому лікувальному процесі та покращення його результатів. Значна увага приділяється питанням аналізу поточного стану ШІ на основі даних в області охорони здоров'я і оцінюються досягнення в галузі штучного інтелекту в охороні здоров'я. Як **висновок**, у статті наголошується, що новітні технології дозволяють по-новому визначити охорону здоров'я як індустріальну галузь, яка керується даними, в результаті будуть використовуватися переваги штучного інтелекту – його здатність постійно вдосконалюватися з все більшою кількістю даних. Ці досягнення відкривають сучасну медицину як медицину правди або доказову медицину.

Ключові слова: штучний інтелект, галузь охорони здоров'я, машинне навчання, глибоке навчання, медицина правди, доказова медицина, трансформація охорони здоров'я.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN HEALTHCARE: CHALLENGES AND TRENDS

The fourth industrial revolution and the processes associated with this social phenomenon affect almost all areas and it can be argued that there is no chance of not being involved in any field of human activity. The current state of innovator systems in the world medical industry, existing introductions, problems of promotion of innovations and their possible further development are analyzed. **The article is aimed** at studying the problem of deploying artificial intelligence in the field of healthcare and existing trends in application; assessing the specifics of the use of AI in clinical conditions and assessing successful cases and prospects of innovative projects for the implementation and obtaining positive results in the medical field; determining promising areas for the development of AI in the field of healthcare. The implementation of this goal involves solving a number of **problem**, such as: 1) revealing the essence and prospects for the introduction of AI technology in medicine; 2) analysis of the state of AI development in the medical field; 3) research of the specifics of the assessment of the impact of AI on the results of medical processes.

Scientific novelty. In the article, the development of modern technologies in medicine with the use of Artificial Intelligence is considered as a complex technological, organizational and medical problem that requires the efforts of various categories of specialists: engineers, data analysts, administrators, medical workers of different levels and specializations. Solving these problems is comprehensive and provides significant benefits in the updated treatment process and improving its results. Much attention is paid to the analysis of current state in AI based on data in the field of health care and is evaluated in the field of artificial intelligence in healthcare. As a **conclusion**, the article notes that the latest technologies will allow a new way to recognize healthcare as a data-driven industry, as a result, the benefits of artificial intelligence will be used – its ability to constantly improve with more and more data. These advances open up modern medicine as medicine in truth or evidence-based medicine.

Key words: artificial intelligence, healthcare industry, machine learning, deep learning, truth medicine, evidence-based medicine, healthcare transformation.

Метою статті є дослідження проблеми розгортання штучного інтелекту в галузі охорони здоров'я та існуючі тенденції застосування; оцінка специфіки використання ШІ в клінічних умовах та оцінка успішних кейсів та перспектив іноваційних проєктів по впровадженні і отриманні позитивних результатів в медичній сфері. Виходячи з аналізу ситуації автори визначають перспективні напрямки можливих майбутніх інвестиційних напрямків для розвитку ШІ в галузі охорони здоров'я та зазначають можливі напрямки розвитку та наукових досліджень на шляху вирішення існуючих проблем.

Виклад основного матеріалу. В подальшому ми будемо використовувати термінологію, що відноситься до тематики даної публікації. Уточнимо деякі основні терміни. Вікіпедія так пояснює термін **Наука про дані** (Data Science *англ.*) – «це міждисциплінарна галузь, яка використовує наукові методи, процеси, алгоритми та системи для отримання знань і ідей із зашумлених (з випадковими даними, що не відносяться до конкретного дослідження – *Автор*), структурованих і неструктурованих даних і застосування знань із даних у широкому діапазоні областей застосування».

Ми будемо розуміти під **Штучним Інтелектом** (ШІ) – термін, що використовується в науці про дані, який описує здатність комп'ютера прогнозувати результат за допомогою заданого набору даних; Наприклад, прогнозування смертності у даного пацієнта з використанням клінічних спостережень, життєвих показників, результатів лабораторних досліджень – як даних з врахуванням при цьому великої кількості аналогічних зовнішніх даних з досліджень інших пацієнтів.

Машинне навчання – це здатність комп'ютера вчитися, не будучи явно запрограмованим – можна розглядати як метод здійснення «Штучного Інтелекту»;

Глибоке навчання – це інструмент, який використовується в машинному навчанні.

Пандемія COVID19 в глобальному світі посилила наше розуміння та відчуття важливості власного здоров'я та крихкості світової систем охорони здоров'я. Все більше приходить усвідомлення, наскільки недосконалими та застарілими є багато процесів в системі охорони нашого здоров'я. Та, якщо ми дійсно до цього прагнемо, то рухатися в правильному напрямку світове співтовариство може досить швидко і ефективно. Цей тренд вже призводить до значного прискорення як інвестицій, так і застосування штучного інтелекту в екосистемах охорони здоров'я та медицини. На цьому зауважує Кай-Фу Лі [1].

Сьогодні ШІ лише зароджується в галузі охорони здоров'я – перші проєкти можна віднести до початку тисячоліття. Навіть у найрозвиненіших країнах це початковий етап, але ця технологія є перспективною для таких напрямків як діагностика, завдань, пов'язаних з комп'ютерним зором, обробка природної мови (NLP – Natural language processing *англ.*) також деяких завдань, пов'язаних з адміністративними процесами та обробкою даних в т. ч. персональних медичних карток або електронних медичних записів – ЕМЗ (EMR – Electronic Medical Records *англ.*) в медичних базах даних.

Сучасна медицина 21-го століття отримала користь від безпрецедентних наукових проривів, що призвело до покращення кожного аспекту сфери охорони здоров'я. В результаті очікувана тривалість життя людей згідно даними Вікіпедії зросла з 31 (47,3 – США) в 1900 році до 72 (78,7 – США) у 2018 році – рис. 1.

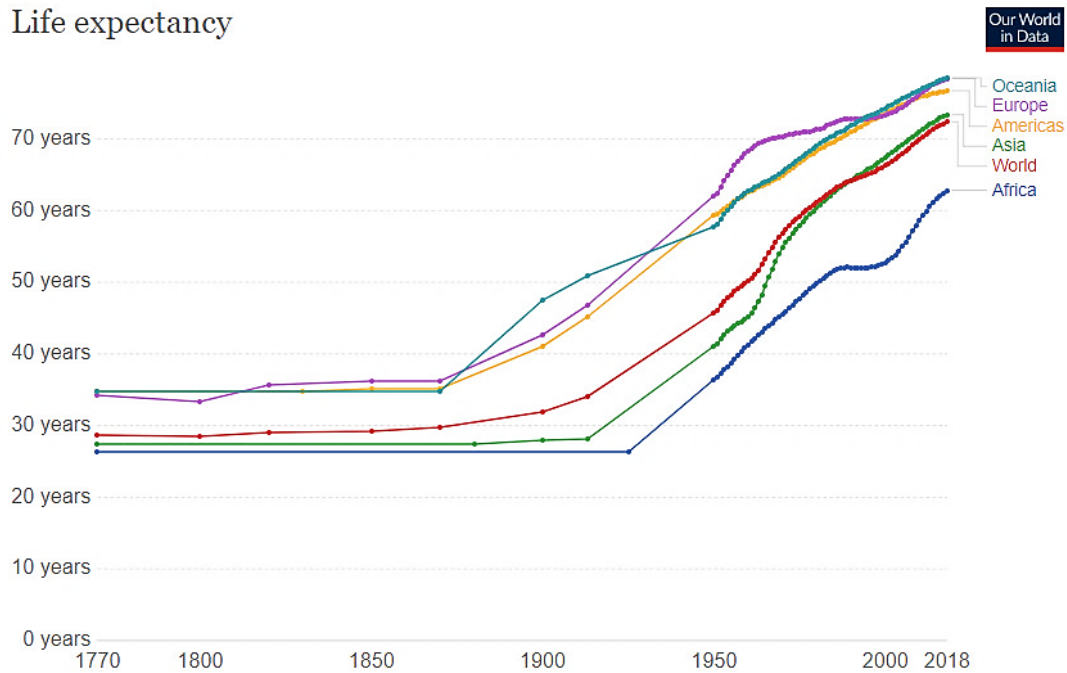


Рис. 1. Тривалість життя за частинами світу, з 1770 по 2018 рік (https://en.wikipedia.org/wiki/Life_expectancy)

Як зазначає М. Абадіціо [4] впровадження штучного інтелекту в медичних установах відстає від того, що можна було б очікувати, враховуючи фінансування венчурного капіталу, що надходить у медичні фірми, пов'язані з штучним інтелектом, і величезну кількість медичних стартапів у всьому світі.

Статистичні дані свідчать, що у 2017 році найбагатші країни світу витрачали в медичну сферу охорони здоров'я від 4246 до 10 224 доларів на душу населення без безпосередніх витрат на охорону здоров'я. У випадку зі США дослідження показують, що адміністративні витрати призвели до дуже високої вартості медичної допомоги. Деякі аналітики в галузі охорони здоров'я в т. ч. Бен Діксон [2] вважають, що штучний інтелект може зменшити неефективність, характерну для адміністрування медицини, у наданні допомоги.

Технології ШІ в галузі Охорони здоров'я. Досягнення в галузі штучного інтелекту відкривають сучасну медицину правди (доказову)

Оцифрування зображень. Потужний ШІ може забезпечити важливий елемент обробки даних в медичних закладах – оцифрування зображень.

У секторі охорони здоров'я відбувається масова оцифрування всього – від записів пацієнтів і рентгенологічних даних до носимих комп'ютерів і мультиоміки. Це по-новому визначить охорону здоров'я як індустрію, яка керується даними, і коли це станеться, вона використовуватиме силу штучного інтелекту – його здатність постійно вдосконалюватися з більшою кількістю даних.

Коли є достатньо даних, ШІ може виконувати набагато точнішу роботу з діагностики та лікування, ніж лікарі-люди, поглинаючи й перевіряючи мільярди випадків та результатів. ШІ може враховувати дані кожного, щоб відповідно персоналізувати лікування або йти в ногу з величезною кількістю нових ліків, методів лікування та досліджень. Зробити все це якісно і за короткий час виходить за межі людських можливостей.

Програмне забезпечення для медичних операцій було другим за поширеністю додатком штучного інтелекту, які розробляються в сотнях медичних компаній зі штучним інтелектом. Це те, що ми бачимо, як компанії отримують високі прибутки, і це здобуде набагато більше уваги в умовах медичних закладів, ніж діагностична технологія. Причина цього є набагато менші загрози і менша складність. З іншого боку, є очевидні фінансові та оперативні переваги для підвищення ефективності виконання таких завдань, як планування пацієнтів та фінансові операції. Це означає, що у програмному забезпеченні на основі штучного інтелекту для управління медичними установами є багато перспектив.

Автори вважають, що для машинного навчання, ми зможемо отримати більший прогрес тут, ніж у діагностиці в найближчій перспективі в закладах та установах сфери охорони здоров'я.

Діагностика на основі штучного інтелекту. За оцінками аналітиків компаній, які отримують прибутки і у сфері охорони здоров'я, діагностика, за великим рахунком, є найпопулярнішою. Варто зазначити, що діагностичні технології, які розробляються та надаються як «програмне забезпечення як послуга» (Software as a Service), є багатообіцяючими. Варто також зазначити, що машинний зір для обробки медичних зображень (рентгенографія, МРТ, КТ та ін.) є надзвичайно поширеним з точки зору нових додатків ШІ і може стати вартісним товаром. Очікується, що діагностичний ШІ перевершить усіх, крім можливо, найкращих лікарів, у наступні 20 років. Дослідження показали, що штучний інтелект, підготовлений на основі великої кількості відповідних даних, може перевершити лікарів у кількох областях медичної діагностики щодо пухлин мозку, захворювань очей, раку грудей, хвороби шкіри та легенів. Потрібні подальші випробування, але оскільки ці технології впроваджуються і при цьому збирається все більше даних, ШІ починає перевершувати можливості лікарів.

Досягнення будуть поступово охоплювати всі діагнози. Це дозволить отримати діагностичний ШІ для лікарів загальної практики, по конкретній хворобі. В подальшому ШІ може стати лікарем загальної практики або сімейним лікарем. В процесі розвитку ШІ і співпраці з лікарем коли ШІ бере на себе діагностику, більшість лікарів може переходити на роль, схожу на опікунів, при цьому може бути досягнутим симбіоз людини та ШІ.

Трансформація охорони здоров'я через ШІ в напрямку профілактики. Інші аспекти охорони здоров'я окрім діагностики, також можуть трансформуватись під впливом систем ШІ. Інтернет речей в складі ШІ використовується для створення розумних кімнат з датчиками температури, розумними туалетами, ліжками, та іншими видами невидимих гаджетів, які будуть регулярно аналізувати життєві показники та інші дані пацієнтів з метою виявляти можливі кризи здоров'я. Агреговані дані від носних пристроїв дозволять точно визначити стан та перебіг серйозних захворювань, будь то серцево-судинного напрямку, або лихоманки, апное, легеневі захворювання, асфіксія, падіння пацієнтів поза межами контролю, або травми від падіння. Раптові зміни стану можуть викликати сповіщення про пацієнтів, до найближчих родичів або викликати швидку допомогу.

ШІ та персональна і точна медицина. Вище перелічені і інші досягнення ШІ також дозволять проводити огляди здоров'я пацієнтів, які можуть включати МРТ всього тіла, аналізи крові та генетичне секвенування. Як науку даних ШІ можна використовувати, щоб порівняти ці дані з мільярдами інших випадків і рекомендувати персоналізовані зміни в способі життя, сні, їжі, поживних речовинах і ліках, щоб зберегти і покращити здоров'я кожного пацієнта. Точна медицина стає все більш доступною, оскільки стає доступною більше інформації. ШІ також може використовувати великі дані та індивідуальні дані, щоб забезпечити «точне довголіття», готуючи персоналізовані плани харчування, добавок, вправ, сну, ліків і терапії. Біотехнологія омолодження більше не буде обмежуватися виключно для багатих, а стане доступною для всіх.

Розробка і створення нових ліків з допомогою ШІ. Виробництво нових лікарських препаратів на основі розробок ШІ є набагато менш суперечливими ніж лікарі-ШІ. Для отримання успішного препарату чи вакцини сьогодні необхідно фінансування кількох мільярдів доларів а час розробки займає кілька років. Виявляючи закономірності в даних і пропонуючи найбільш достовірних кандидатів моделі штучного інтелекту можуть звузити необхідні ресурси розробки та пошуку нових ліків. В своїх дослідженнях вчені можуть використовувати ці інструменти, що може значно знизити витрати на розробку нових ліків. У 2021 році біотехнологічна компанія Insilico Medicine оголосила про перший відкритий AI препарат для лікування ідіопатичного фіброзу легенів. ШІ Insilico заощадив 90 % вартості двох основних кроків у відкритті ліків.

За даними наукових видань компанія Insilico Medicine розпочинає перше випробування на людях розробленого штучним інтелектом препарату для лікування легеневого фіброзу [7].

Окрім вищезгаданого підходу "in silico" до виготовлення ліків, експерименти компанії проходять "in vitro" у вологих лабораторіях, які включають тестування запропонованих ліків на людських клітинах у чашках Петрі. Цей підхід також може прискорити розробку лікарських препаратів. Вказані експерименти тепер можна проводити більш ефективно з використанням робототехніки, замість з лаборантів. Це дозволяє генерувати величезні обсяги даних. Ці роботи можуть бути запрограмовані вчений з даних на повторення серії експериментів 24/7 без участі людини і отримання необхідних масивів даних. Це значно прискорить розробку ліків.

Роботи для хірургії та нанороботи. Навіть складні операції, які покладаються на витончене рішення та спритні руки, з часом будуть все більш автоматизованими. Робото-технічні операції зросли з 1,8 % усіх операцій у 2012 році до 15,1 % у 2018 році. Вже тепер роботи під наглядом лікаря можуть виконувати напівавтономні хірургічні завдання, такі як колоноскопія, накладення швів, кишковий анастомоз та імплантація зубів,

Оскільки AI навчається на великих даних, роботизовані операції можуть перейти від хірурга-людини, який керує роботом, до хірурга, який наглядає за роботом і делегує деякі завдання. Це в кінцевому підсумку може привести до повністю автономних хірургічних роботів. Екстраполюючи цю тенденцію, ми можемо очікувати, що в усіх операціях за 20 років буде задіяна певна частина за участю роботів. Очікується, що більшість хірургічних операцій становитимуть повністю автономні роботизовані операції.

Нарешті, поява медичних нанороботів запропонує численні можливості, які перевершують людських хірургів. Ці мініатюрні (від 1 до 10 нанометрів) боти можуть відновлювати пошкоджені клітини, боротися з раком, виправляти генетичні недоліки та замінювати молекули ДНК, щоб знищити хворобу.

Стан ШІ в сфері охорони здоров'я

Проблемні сфери. Впровадження ШІ, що пов'язано з процесами автоматизації та використанням робототехніки вимагає вирішення багатьох серйозних проблем. Серед них – юридичні, етичні і моральні питання. Деяким людям буде морально неприємно, щоб машини коли-небудь ухвалювали рішення, які впливають на здоров'я та життя людей, навіть якщо медична допомога на основі штучного інтелекту може з часом врятувати мільйони життів.

За усталеної сьогодні практики, коли лікар або хірург спричиняють смертельні випадки, вони відповідають за судовими та нормативні процеси, які вирішують, чи вони діяли належним чином, і, якщо ні, визначають відповідальність та наслідки. Але що станеться, якщо ШІ спричинить смерть? Чи може ШІ пояснити своє прийняття рішень зрозумілим, юридично та морально виправданим способом?

Нещасний випадок або смертельний результат, пов'язаний із ШІ, призведе до необхідності розслідування, щоб визначити хто несе відповідальність і в якій мірі? Це може стосуватися виробників обладнання або постачальників алгоритму ШІ. Відповідальними можуть бути і компанія з розробки програмного забезпечення, що написала та поставила коди алгоритму або лікар, який здійснює нагляд. Необхідно розробити закони та нормативні акти, які закріплюють відповідальність і захищають людей від небезпечного програмного забезпечення. Важливо при цьому також забезпечити, щоб не зупинилося технологічне вдосконалення через надмірні обмеження та відшкодування.

Технологічні і організаційні проблеми. З точки зору керівників компаній постачальників штучного інтелекту, які займаються продажами у сфері охорони здоров'я, головні причини повільного впровадження ШІ в охорону здоров'я є:

- а) не впевненість покупців в рентабельності інвестицій та
- б) нестаток технологічних талантів і ресурсів для впровадження ШІ.

По відношенні до першої причини зрозуміло, що важко виміряти рентабельність інвестицій у сфері охорони здоров'я: рентабельність інвестицій може оцінюватися різними зацікавленими сторонами по-різному. Нове діагностичне програмне забезпечення з підтримкою штучного інтелекту може допомогти адміністрації закладу зекономити кошти. Проте це оновлення повинно бути таким, що лікарі можуть та готові використовувати. Крім того молодший персонал – медсестри це можуть навчитися розуміти. При цьому його вплив на результати роботи з пацієнтами має бути зрозумілим і мати потенційний вимір.

Питанням є і те, що ми вимірюємо. Це може бути:

- фінансові кошти заощаджені медичним закладом,
- заощадження особистих витрат для пацієнта,
- оцінка результатів здоров'я пацієнтів.

Якщо критерій є результати здоров'я пацієнтів, то необхідно вирішити питання: – які показники мають використовуватись?

Дефіцит талантів ШІ та перспективи їх залучення. Медичні заклади, лікарні і медичні фірми не завжди мають можливість дозволити собі залучити високоякісний талант ШІ, щоб допомогти інтегруванню та впровадженню технології ШІ. Фармацевтичні фірми, разом з тим, витрачають великі суми в дослідженнях і розробках і можуть залучити талановитих спеціалістів з найкращих шкіл, в той час як більшість лікарень або лікарняних мереж не в змозі дозволити собі – або не в змозі утримати – найкращий талант у галузі науки про дані. При наявності достатнього фінансування у медичних закладів і установи для залучення талантів необхідні зміни в самій структурі медичної галузі. Щоб наймати висококваліфікованих спеціалістів, необхідно б помістили цих професіоналів у середовище, готове до трансформації ШІ. На теперішній момент – це світ із жахливою інфраструктурою даних, у якому дуже мало спеціалістів, які можуть говорити мовою науки про дані. Крім того кандидати зустрінуться також з правилами та питаннями дотримання особливих вимог на кожному кроці.

Як претендент на вирішення дефіциту талантів в ШІ медичної галузі може розглядатись екосистема стартапів ШІ. Ця екосистема стартапів ШІ в медичній галузі все ще лише зароджується. Дослідження

показують, що на даний час можливо лише третина компаній з існуючих хоч якимсь чином застосовують ШІ і тільки. Це означає, що менше ніж 1 з 8 або 9 компаній зі штучним інтелектом, які володіють талантом і досвідом у сфері штучного інтелекту, можуть мати реальний прогрес в більш-менш значущий спосіб. У 2018 році ці цифри були схожі на 1 до 10, тож, хоча ми спостерігали загальне покращення поступу ШІ при цьому цей поступ був повільним та напруженим [6].

Оцінка проблем та впровадженнь ШІ в галузі охорони здоров'я і можливі рішення. Серед важливих проблем використання ШІ в медичній галузі є проблеми розгортання систем штучного інтелекту в медичній галузі та існуючі тенденції застосування в медичних закладах. В цьому аспекті можна виділити декілька проблемних напрямків:

Проблеми з програмними додатками ШІ при використанні в умовах медичних установ і лікарень

Проблема «чорної скриньки». Перші системи ШІ середини минулого століття, які дозволяли приймати рішення або передбачити розвиток подій на основі експертних оцінок, та алгоритмів з використанням бінарної логіки і використанням операторів умови з розгалуженням типу "If-Then-Else" замінені в новому трактуванні ШІ системами Машинного Навчання. Перехід до концепцій «навчання» програмного забезпечення за допомогою машинного навчання або принципів глибокого навчання, що включає в себе використання принципу багаторівневих нейронних мереж з встановленням ряду вузлів для виявлення шаблонів і фільтрацію їх за допомогою розпізнаних позначених прикладів (labeled examples) до точки, коли система може передбачити вихід на основі вхідних даних. Для лікарів і медичного персоналу, що є користувачами результатів роботи ШІ сприйняття і розуміння алгоритму на принципах "If-Then-Else" є набагато легшим ніж розуміння алгоритмів на базі машинного навчання. Оскільки перші базувалися на класичному науковому методі дедукції що заснований на усталеній людській логіці, і може зводитись до консенсусного процесу. Наприклад групи експертів з встановлення діагнозу може бути аналогом роботи алгоритму ШІ першого покоління що дає розуміння, як програмне забезпечення поставило конкретний діагноз. Однак у версії ML того ж сценарію не було б легко зрозуміти умов "If-Then-Else". Програмне забезпечення алгоритму МН, в ідеалі, збирало б дані мільйонів пацієнтів і виявляло б закономірності в їхній історії хвороби, способі життя, віку, професії, етнічної приналежності тощо, щоб встановити можливі діагнози для конкретного пацієнта. Це є проблема «чорної скриньки», яким постає ШІ в сценарії МН.

У лікарів можуть бути різні думки щодо точності діагнозів, але навіть якщо вони погодяться з ними, вони не зможуть пояснити, як працює алгоритм. Як лікарю, важко справді лікувати людей, не маючи змоги придумати пояснення їх діагнозу, не вдаючись до складних питань. У результаті лікарі не бажають використовувати системи штучного інтелекту, не розуміючи їхньої логіки, навіть якщо ці системи можуть статистично поставити кращі діагнози, ніж самі лікарі.

При вирішенні проблеми чорної скриньки експертами висловлюється кілька практичних поглядів. Стівен Гулланс з Excel VM є венчурним інвестором і є одним із десятків опитаних інвесторів, щодо певних програм штучного інтелекту в галузі охорони здоров'я [4]. З опитування видно, існування віри, що з точки зору машинного навчання, проблема чорної скриньки відносно діагностики та лікування може бути не першою областю, якою машинне навчання повинно займатись.

З опитувань випливає також, що ШІ краще використовувати в програмах, не пов'язаних з діагностикою або плануванням лікування, таких як:

- Дослідження та розробка нових ліків.
- Управління групами пацієнтів та призначеннями лікування.
- Використання передового досвіду роботи лікарні.

Проблема складних відносин між зацікавленими сторонами при інтеграції технології штучного інтелекту в медичні галузі. Іншою проблемою, притаманною лікувальним закладам та медичним установам, є складні стосунки між зацікавленими сторонами, що долучені до проєкту. В індустрії послуг лікарня не є аналогом послуг в інших сферах. Її не варто порівнювати з роботою компаній подібних як Amazon. Паралелей між ними дуже мало, коли йдеться про вплив ШІ на зацікавлених сторін. Наприклад, при впровадженні Amazon ШІ для покращення рекомендацій щодо продуктів, компанія платить за технологію, яка дозволяє клієнтам отримати кращий досвід роботи на платформі Amazon. В результаті це спонукає клієнтів витратити більше грошей на платформу, що дає позитивний ефект для всіх членів команди Amazon. Їх стимулюють використовувати ШІ для підвищення доходу та/або прибутку, навіть якщо це трохи важко налаштувати.

З іншого боку, коли лікарня застосовує технологію штучного інтелекту для покращення МРТ (Магнітно – резонансна томографія) і КТ (комп'ютерна томографія), пацієнт може навіть не усвідомлювати,

що використовується ШІ. Інвестування в штучний інтелект не має жодних переваг з точки зору задоволеності пацієнтів. Навіть якщо ця технологія призведе до кращих результатів для пацієнтів і зниження витрат, зараз не буде конкретного способу оцінити це.

Проблема адаптації персоналу. Інтеграція технології штучного інтелекту в медзаклади також вимагає від лікарів, медсестер і медичних техніків навчитися її використовувати, і в більшості випадків вони можуть не отримувати гроші за свої зусилля. Крім того, вони можуть відчувати загрозу, що технологія штучного інтелекту захопить їх роботу, тому у них взагалі немає стимулів використовувати ШІ.

Активний опір зрозумілий у ситуаціях, коли машини можуть перевершити людей. Лікарі, зокрема, можуть бути емоційно чутливими до того, щоб їх замінила машина після всього часу, проведеного в медичній школі.

Найкращий спосіб подолати це тертя щодо впровадження штучного інтелекту в лікарнях – це те, щоб компанії, що займаються штучним інтелектом, узгодили стимули з усіма зацікавленими сторонами та залучили їх до ідеї ШІ. Це може включати:

- забезпечення значного покращення та оприлюднення результатів для пацієнтів на основі досліджень, щоб продемонструвати конкретну рентабельність інвестицій;
- позиціонування ШІ в основному для виконання завдань, яких лікарі, медсестри та медичні техніки взагалі не хочуть виконувати;
- розвивати спеціалізований ШІ, щоб доповнити навички лікарів загальної практики за межами лікарень великого міста, оскільки це буде становити меншу загрозу розвитку.

Адаптація іновачій ШІ в медицині. Ажіотаж навколо штучного інтелекту приводить керівників різних галузей до хибної віри в те, що їхні колеги жадібно впроваджують ШІ і що вони відстають. Хоча реалістичне розуміння штучного інтелекту і довгострокове бачення цифрової трансформації, яке базується на цьому розумінні – є важливі. Але це не означає, що керівники сфери охорони здоров'я повинні прагнути бути «новаторами» або «ранніми впроваджувачами» штучного інтелекту.

За даними М. Абадіціо (2020) в життєвому циклі іновачій в сфері ШІ в галузі охорони здоров'я ранні іноватори сягають лише до 13,5 % (рис. 2). В той же час більшість впроваджень, майже 68 %, займають часовий сегмент не надто раннього, поміркованого характеру.

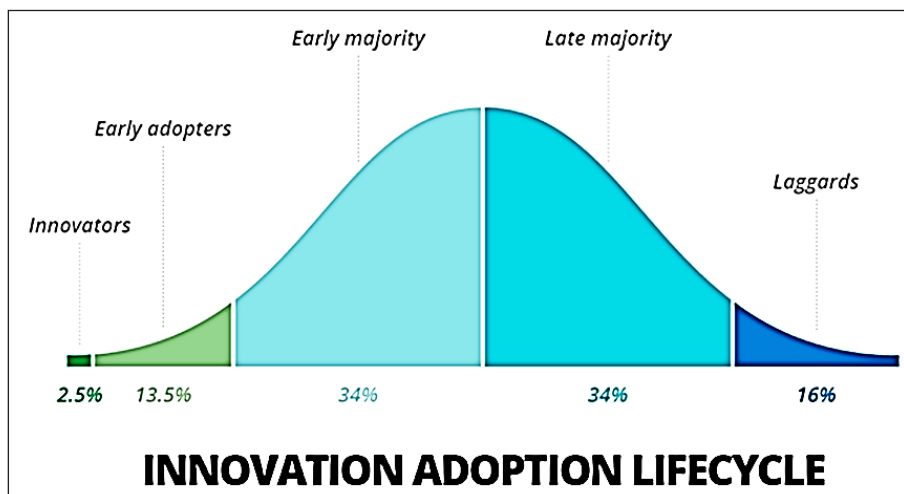


Рис. 2. Життєвий цикл іновачій ШІ в Медичній галузі

Передумови для ШІ, як успішної науки про дані. Аналітики даних разом з фахівцями медичних галузей вдосконалюють і розробляють новітні технології, що покращують машинне навчання та аналіз даних в охороні здоров'я.

Д. Чен (Google Cloud) і група дослідників розглядаючи питання успішного використання і впровадження систем ШІ на базі науки даних в медичну галузь, зазначають основні передумови, що є необхідні для цього:

- достатня кількість чистих, неупереджених даних,
- розширена аналітика/методи штучного інтелекту,
- публічне застосування та розгортання в реальних умовах в потрібному місці.

Розшифровуючи більш детально ці передумови, необхідно визначити, що потрібно насправді мати інформацію, яка необхідна для вирішення проблеми, яку ви вирішуєте.

Виходячи з того, що алгоритми МН принципово стосуються трансформації інформації, не можливо створити інформацію за відсутності даних. Отже, якщо інформації, яка подається в алгоритм типу машинного навчання, насправді не включає достатньо багато даних про те, що ми намагаємося зрозуміти, то неможливо буде досягти бажаного результату. Це також вимагатиме розширеної аналітики та методів штучного інтелекту.

Алгоритми, які застосовуються до сьогоденних проблем, набагато складніші, ніж ті, що використовувались в минулому.

Глибоке навчання (ГН), як розвиток машинного [10] реально вийшло на перший план для візуалізації з 2012 року.

Можна стверджувати, що за кілька років до цього ГН вийшло на перший план для розпізнавання мови і перекладів.

На теперішній час, зауважуючи про те, щоб дійсно використовувати дані сучасними способами, ми називаємо ці передові методи аналітики та штучного інтелекту.

І третій, важливий аспект, це те, що доводиться визначати насправді правильні виходи в потрібне місце. Необхідно насправді подумати про те, яким чином ви розгортаєте свою аналітику та свою статистику. Щоб від алгоритмів машинного навчання результат був отриманий в тому місці, де воно насправді може бути ефективним.

Технології, що покращують машинне навчання та аналіз даних в охороні здоров'я. Можна виокремити чотири ключові технології, які, доступні зараз, і будуть розвиватися протягом, наступних років чи десятиліть. Ці технології будуть дійсно ефективними в питанні вирішення деяких проблем в у сфері охорони здоров'я і пов'язані з використанням машинного навчання та аналітики даних. До них можна віднести Масштабне зберігання та аналітику даних. Питання в тому, як насправді отримувати дані з багатьох пунктів в одне місце, щоб мати можливість загальної аналітичної обробки. З всіма даними необхідно зробити те ж саме і не мати при цьому розпорошення зусиль на невеликі обсяги даних в різних локаціях.

Сенсорні мережі та персональні обчислення – технології, які ми використовуємо, щоб насправді робити більш точні вимірювання та робити їх більше.

Також технологія використання обчислювальних пристроїв, в т. ч. мобільних, які пацієнти можуть або носити з собою, щоб підвищити нашу здатність розуміти, що відбувається.

У сфері машинного інтелекту, є багато проблем, які ще потрібно вирішити і виконати дослідження над фундаментальними прийомами глибокого навчання. особливо вивчаючи інші машинні техніки і технології.

Однією з ключових проблем, з якою зараз стикаються багато з цих методів, є те, що багато з них є жадібними до даних. Для отримання результату вони вимагають набагато більше даних, ніж ті, до яких можна мати доступ.

І тому потрібно розробити алгоритми, які все ще можуть надавати точні уявлення, використовуючи при цьому меншу кількістю прикладів.

Ілюстративно, це означає, якщо для алгоритму потрібно мільярд прикладів людей з певною хворобою, то цього практично неможливо отримати, тому що це вимагає, мільярд людей заражених цією хворобою, особливо якщо це рідкісне захворювання.

Якщо реально вимагається стільки прикладів, то цього просто не вдасться отримати. Тому необхідно зрозуміти шлях, як отримати те, що потрібно, маючи лише обмежені дані від кількості людей, які трапляються з певною хворобою, або кількість людей, до даних яких ви випадково маєте доступ.

Публічні хмарні обчислення або публічна хмара – це один із способів. Це один із видів технологій, який дійсно допомагає вирішувати проблеми в цій галузі. Насправді, в кожній з ключових технологій, що використовуються, задіяні хмарні технології. І тому однією з яких є стає сама хмарна технологія. Як підсумок в цьому питанні можна констатувати наступне:

Для забезпечення роботи і використання ШІ необхідне відповідне апаратне та програмне забезпечення.

Необхідно докладати зусилля для скорочення «жадібних до даних» методів машинного навчання там, де достатньої кількості даних обмаль. Мета полягає в тому, щоб створити точні і надійні моделі ШІ з алгоритмами, що працюють з урахуванням менших наборів даних.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Дослідження 2019 року [4] показує, що ринки медичних послуг з штучним інтелектом зростатимуть на 41,7 % щорічно до 13 мільярдів доларів до 2025 року в таких сферах, як робочий процес у лікарні, носні пристрої, обробка медичних зображення та діагностика, планування терапії, віртуальні помічники та, що особливо важливо, розробка ліків. Прискорення та зростання темпів цих процесів надає пандемія COVID-19. ШІ започатковує епоху сучасної медицини правдивої та доказової.

Не потрібно розглядати охорону здоров'я з штучним інтелектом як просто ринок. Насправді – це хвиля перетворень, які змінять всю галузь. Охорона здоров'я на основі штучного інтелекту надає перспективу, людському суспільству мати здоровіше і довше життя.

Світові експерти в галузі Штучного Інтелекту оцінюючи стан і темпи розвитку ШІ приходять до висновку, що через 20 років ШІ зможе вимірювати та покращувати здоров'я людей, а також допомагати нам отримувати більше щасливих моментів в життєвому циклі кожної людини.

Разом з тим подальше впровадження ШІ в медичну сферу має ряд актуальних проблем, Серед них важливими є Проблеми з програмними додатками ШІ при використанні в умовах медичних установ і лікарень. Це проблема відповідальності і відповідності результатів – «чорна скринька». Також проблема впровадження прикладних досліджень за наявності досвіду, якого не вистачає – «проблема курки та яйця». А також складні відносини між зацікавленими сторонами досліджень і впровадження ШІ. Ці проблеми не є короточасними і потребуватимуть рішення в досить довій перспективі. Аналіз наукових досліджень і практики свідчить про те, що конкурентність на ринку медичних послуг, фінансові та інші економічні важелі, нові відкриття а також нарощування великих масивів медичних даних дають оптимістичні оцінки вирішення цих проблем і невідповідності розвитку ШІ в сфері охорони здоров'я.

Список використаних джерел:

1. Кай-Фу Лі. Наступна революція в галузі охорони здоров'я матиме в своєму центрі ШІ. (2021). URL: <https://kaifulee.medium.com/the-next-healthcare-revolution>
2. Бен Діксон. ШІ може допомогти зменшити адміністративні витрати на охорону здоров'я. URL: <https://venturebeat.com/2018/04/08/ai-could-help-reduce-the-administrative-costs-of-health-care/>
3. Кай-Фу Лі, Чень Цюфань. AI 2041: Десять візій для нашого майбутнього. (2021). URL: <https://techcrunch.com/2021/09/20/the-next-healthcare-revolution-will-have-ai-at-its-center/>
4. Абадіціо М. ШІ в умовах лікарні (2017). URL: <https://emerj.com/author/>
5. Тривалість життя за частинами світу. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Life_expectancy
6. Даніель Фагелла. (2020) ШІ Шукає аплікантів на відповідність, контракти та людські ресурси. URL: <https://emerj.com/partner-content/ai-search-applications/>
7. Конон Хейл. Фармкомпанія Insilico починає перше випробування на людях свого препарату, розробленого штучним інтелектом, для лікування при фіброзі легенів. URL: <https://www.fiercebiotech.com/medtech/insilico-medicine-begins-first-human-trial-its-ai-designed-drug-for-pulmonary-fibrosis>
8. Даніель Фагелла. (2019). Програми машинного навчання – для розробки нових ліків – Pfizer, Roche, GSK тощо. URL: <https://emerj.com/ai-sector-overviews/machine-learning-drug-discovery-applications-pfizer-roche-gsk/>
9. Лін З., Го Р, Ван І, Ву Б., Чен Т, Ван, Ван, (2018) (in English) Структура для виявлення діабетичної ретинопатії на основі виявлення протишумів та синтезу на основі уваги. Міжнародна конференція з обчислення медичних зображень та комп'ютерної підтримки.
10. Бродкевич В. М., Ремесло В. Я. Алгоритми Машинного Навчання (МН) та Глибокого Навчання (ГН) і їх використання в прикладних додатках. (2018) Міжнародний науковий журнал «Інтернаука» № 11 (51) 1т.

References:

1. Kai-Fu, Lee (Dec 24, 2021). The Next Healthcare Revolution Will Have AI at Its Center. (Dec 24, 2021). Retrieved from: <https://kaifulee.medium.com/the-next-healthcare-revolution> [in English]
2. Ben Dickson. (2018) AI could help reduce the administrative costs of health care. URL: <https://venturebeat.com/2018/04/08/ai-could-help-reduce-the-administrative-costs-of-health-care/> [in English]
3. Kai-Fu, Lee, Chen, Qiufan. (2021) AI 2041: Ten Visions for Our Future. URL: <https://techcrunch.com/2021/09/20/the-next-healthcare-revolution-will-have-ai-at-its-center/> [in English]
4. Abadicio M. (2019) AI in the Hospital Setting. URL: <https://emerj.com/author/> [in English]
5. Life_expectancy. Wikipedia (2022). URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Life_expectancy [in English]
6. Daniel Faggella. (2020) AI Search Applications for Compliance, Contracts, and Human Resources. URL: <https://emerj.com/partner-content/ai-search-applications/> [in English]
7. Conon, Hale. (2021). Insilico Medicine begins first human trial of its AI-designed drug for pulmonary fibrosis. URL: <https://www.fiercebiotech.com/medtech/insilico-medicine-begins-first-human-trial-its-ai-designed-drug-for-pulmonary-fibrosis> [in English]
8. Daniel, Faggella. (2019) Machine Learning Drug Discovery Applications – Pfizer, Roche, GSK, and More. URL: <https://emerj.com/ai-sector-overviews/machine-learning-drug-discovery-applications-pfizer-roche-gsk/> [in English]
9. Lin, Z., Guo, R., Wang, Y., Wu, B., Chen, T., Wang, W. (2018) A framework for identifying diabetic retinopathy based on anti-noise detection and attention-based fusion. International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted. [in English]
10. Brodkevych, V. M., Remeslo, V. Y. (2018). Alhorytmy Mashinnogo Navchannja (MN) ta Glybokogo Navchannja (GN) i ih vykorystannja v prykladnyh dodatkah [Algorithms of Machine Learning (MN) and Deep Learning (GN) and their use in applied applications]. Miznarodnyi naukovyi zurnal "Internauka" – International scientific journal "Internauka". No. 11 (51) 1t. [in Ukrainian]