

UDC 616-71:004.8

СИНЕРГІЯ БІОМЕДИЦИНИ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: РОЛЬ ЧАТ-БОТІВ У ТРАНСФОРМАЦІЇ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ДОГЛЯДУ ЗА ПАЦІЄНТАМИ

Масюк Іван Віталійович
yavolan@gmail.com

Богомолів Микола Федорович
mfbogomolov@gmail.com

кафедра біомедичної інженерії

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

м. Київ, Україна

Анотація - З швидким розвитком цифрових технологій та збільшенні потоків медичної інформації існує потреба в поліпшенні ефективності опрацювання даних та пришвидшенні прийняття рішень. Можливість інтеграції штучного інтелекту (ШІ) в сферу охорони здоров'я є можливим шляхом вирішення цих проблем. Метою даної роботи є аналіз впливу штучного інтелекту на галузь медицини та його потенційні переваги та виклики. ШІ виявляє значний потенціал для автоматизації процесів діагностики, лікування та управління медичною інформацією, забезпечуючи прискорення та покращення якості медичних послуг. Однак існують ризики та виклики, такі як недостатня прозорість алгоритмів, етичні питання та обмежені можливості розуміння контексту. Існують серйозні проблеми щодо конфіденційності особистих даних, етичності вирішень та відповідальності за прийняття рішень, які виникають з використанням ШІ в медицині. Неприятливі впливи на автономію, невідповідність та конфіденційність особистих даних розглядаються як серйозні етичні виклики, які потребують уважного вирішення. Попри потенційні обмеження, ШІ може стати значущим інструментом для вдосконалення медичної практики, але досягнення повного потенціалу вимагає подальших зусиль у вирішенні етичних та безпекових питань.
Ключові слова: штучний інтелект, системи підтримки прийняття рішень, клініка, діагностика, машинне навчання, обробка природної мови

I. ВСТУП

Діагностика захворювання – це виявлення проблеми зі здоров'ям, хвороби, розладу чи іншого стану, який може мати людина. Для ідеальної діагностики потрібні численні джерела медичних даних [1].

Діагностика визначається як метод ідентифікації захворювання за його ознаками та симптомами для висновку про його патологію. Діагностику також можна визначити як метод визначення захворювання на основі індивідуальних

симптомів і ознак (рис.1) [2]. На першому кроці діагностики відбувається ознайомлення з історією хвороб пацієнта. На наступному кроці лікар проводить фізичний огляд пацієнта. На третьому кроці лікар проводить діагностичні тести – процедуру, яка проводиться з метою виявлення, діагностики або моніторингу захворювань, хворобливих процесів, сприйнятливості. Після збору анамнезу та скарг пацієнта, на останньому кроці, лікар

робить висновок, ставить діагноз та призначає лікування [2].

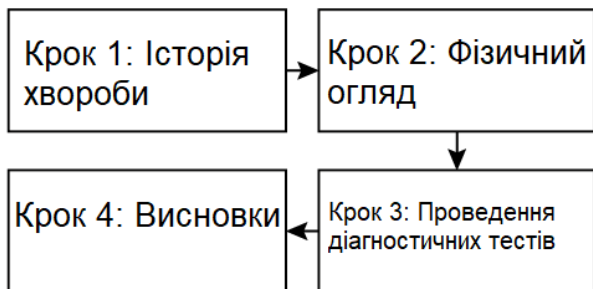


Рис. 1. Блок-схема процесу діагностики [2]

Використання методів прогнозування штучного інтелекту (ШІ) дозволяє проводити автоматичну діагностику та зменшує помилки виявлення порівняно з ексклюзивним досвідом людини [1].

Для автоматизованої системи діагностики потрібно поєднати точність машини з перевагами людської експертизи. Для правильних результатів діагностики за менших витрат необхідна система підтримки прийняття рішень. В сучасний час в медицині застосовуються різноманітні методи штучного інтелекту для точної діагностики захворювань. Штучний інтелект є ключовою складовою інформатики, яка робить комп'ютери розумнішими, використовуючи методи навчання, такі як глибоке навчання та машинне навчання [3].

Штучний інтелект (ШІ), симуляція людського інтелекту в машинах, уже відіграє важливу роль у повсякденному житті, включаючи охорону здоров'я. Обробка природної мови (*NLP – natural language processing*) є областю ШІ та відіграє ключову роль у системах підтримки клінічних рішень (*CDS – clinical decision support*). Одним із найпомітніших прикладів таких моделей *NLP* є модель *Generative Pretrained Transformer (GPT)* [4].

Відповідно до загальноприйнятих поглядів в метасемантиці, результати чат-ботів та інших штучних генераторів тексту

повинні бути беззмістовними. Вони не створюються з комунікативними намірами, і системи, що їх виробляють, не дотримуються лінгвістичних конвенцій. Однак чат-боти відіграють важливу роль у обслуговуванні клієнтів та охороні здоров'я [5].

Наприклад, з'явилися системи *CDS*, які можуть відповідати на запитання. Особливо в клінічній медицині корисність інтелектуальних систем сортування також була продемонстрована під час пандемії *COVID-19*. Крім того, були розроблені системи *NLP*, які виділяють симптоми хвороби з клінічних текстів [4].

Останнім часом особливу увагу стали приділяти вирішенню проблем з психологічним здоров'ям у населення. Оскільки доступ до смартфонів та Інтернету продовжує зростати, цифрові рішення для охорони психічного здоров'я є важливим шляхом вирішення проблем доступності до традиційного особистого догляду [6].

Догляд за пацієнтами також зазнає революції завдяки впровадженню ШІ. Віртуальні медичні асистенти та чат-боти змінюють взаємодію з пацієнтами, надаючи своєчасну та актуальну інформацію про здоров'я, сприяючи кращому спілкуванню між пацієнтами та постачальниками медичних послуг. Дистанційне спостереження за пацієнтами за допомогою штучного інтелекту дозволяє безперервно відстежувати стан здоров'я пацієнта поза традиційними медичними закладами, сприяючи ранньому втручання та проактивному управлінню доглядом [7].

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Аналітичний огляд практичного застосування штучного інтелекту в діагностиці та лікуванні за допомогою алгоритмів машинного навчання.

III. ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В ДІАГНОСТИЦІ

Медична діагностика є критично важливим аспектом сучасної охорони здоров'я, яка надає важливу інформацію для виявлення захворювань, діагностики та планування лікування. З появою високопродуктивних технологій у біоінформатиці обсяг і складність біомедичних даних зросли експоненціально. У відповідь на цей потік даних з'явилися методи машинного навчання як потужні інструменти для вилучення значущих шаблонів і розуміння з різноманітних наборів даних [8].

Процес створення мультимодальних алгоритмів машинного навчання включає наступні ключові етапи:

1. Підготовка та попередня обробка даних. Цей крок передбачає підготовку та попередню обробку наборів даних із різних медичних діагностичних джерел, таких як ЕКГ, МРТ, вираз обличчя та положення тіла. Важливо переконатися, що дані повні та мають високу якість для кращих результатів у ситуаціях тестування.

2. Виділення ознак. Вилучення релевантних ознак із різних типів медичних даних має вирішальне значення для мультимодальних моделей машинного навчання. Наприклад, під час ідентифікації пухлин головного мозку такі алгоритми, як нечіткі *s*-середні та модель загальної лінійної відповідності (*GLCM* – *general linear correspondence mode*), використовуються для виділення важливих частин із зображень. Алгоритм нечітких *s*-середніх, найбільш відомий і часто вживаний метод мінімізації критерію розкиду, в основу якого покладено метод невизначених множників Лагранжа. Алгоритм дозволяє знайти локальний оптимум, тому виконання алгоритму з

різних початкових точок може призвести до різних результатів.

3. Навчання та об'єднання моделей. Набори даних із різних джерел перетворюються та об'єднуються в єдиний шаблон. Як традиційні моделі машинного навчання (наприклад, опорна векторна машина, логістична регресія), так і моделі глибокого навчання широко використовуються в мультимодальному навчанні. Вибір моделі залежить від розміру та кількості наборів даних.

4. Оцінка та застосування. Після навчання мультимодальних моделей машинного навчання оцінюється їх ефективність у медичній діагностиці. Потім моделі застосовуються до завдань класифікації в реальному житті, таких як виявлення захворювань, щоб оцінити їхню ефективність [9].

Процес моделювання мультимодального машинного навчання зазвичай включає три основні підходи: ранній, проміжний та пізній синтез.

1. Ранній синтез (рис. 2). У цьому підході функції з різних модальностей поєднуються на вхідному рівні перед подачею в модель навчання. Блоки даних представляють собою різні типи даних, які використовуються для тренування моделі машинного навчання. Ці дані можуть бути текстом, зображеннями, аудіо або відео. Блок «Модель машинного навчання 1» представляє модель машинного навчання, яка тренується на даних. Блок «Класифікація» використовує модель машинного навчання для класифікації нових даних.

Цей метод спрямований на створення єдиного представлення, яке фіксує інформацію з усіх модальностей одночасно [9].

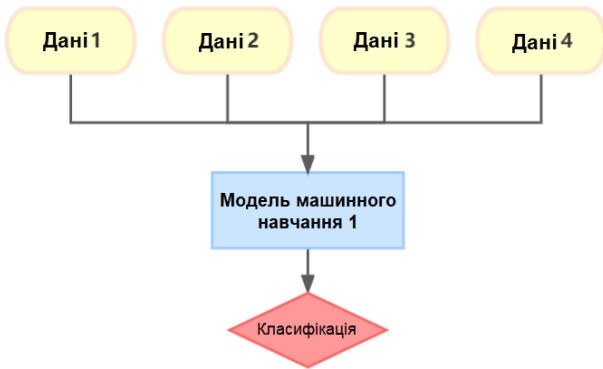


Рис. 2. Структура раннього синтезу [9]

2. Проміжний синтез (рис. 3). Передбачає навчання окремих моделей для кожної модальності («Модель машинного навчання 1» тренується на трьох наборах даних, «Модель машинного навчання 2» тренується на одному наборі), а потім об'єднання їхніх результатів на проміжному рівні. Потім результати цих окремих моделей використовуються як вхідні дані для моделі вищого рівня, яка приймає остаточне рішення на основі об'єднаної інформації (блок «Класифікація») [9].

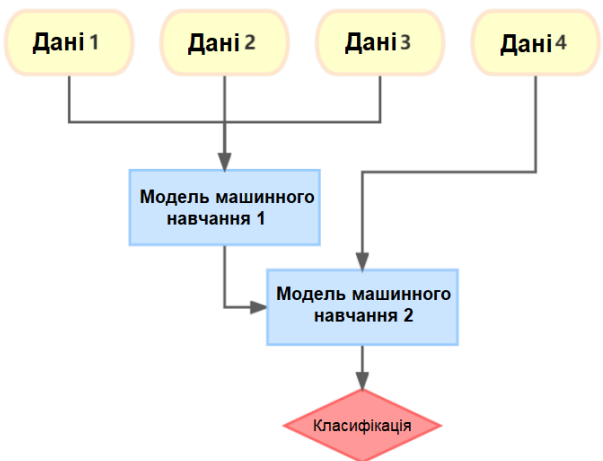


Рис. 3. Структура проміжного синтезу [9]

3. Пізній синтез (рис. 4). Відбувається на стадії прийняття рішень, коли результати окремих модально-специфічних моделей об'єднуються на пізнішому етапі, часто за допомогою середньозваженого або механізму голосування. На цьому етапі

відбування навчання окремих моделей машинного навчання окремими індивідуальними наборами даних («Модель машинного навчання 1» використовує лише перший набір даних, «Модель машинного навчання 2» використовує лише другий тощо). Цей підхід дозволяє здійснювати незалежну обробку модальностей перед об'єднанням їхніх результатів [9].

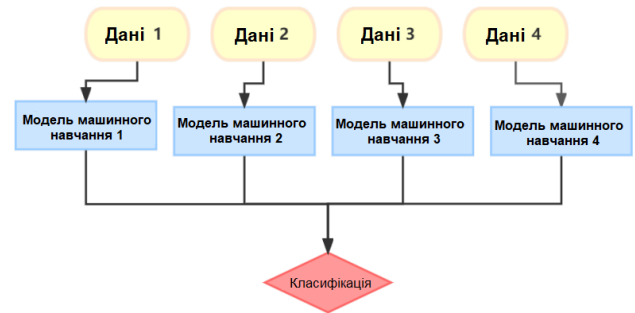


Рис. 4. Структура пізнього синтезу [9]

З використанням алгоритмів, які можуть навчатися на основі даних і визначати патерни, техніки машинного навчання мають потенціал покращити точність, ефективність та об'єктивність медичних діагнозів. Основні області, які відзначають роль машинного навчання в розвитку медичної діагностики, включають розпізнавання та аналіз зображень, а також раннє виявлення захворювань. Алгоритми машинного навчання успішно можуть впоратись з інтерпретацією та аналізом медичних зображень, а також дозволяють виявляти ранні ознаки хвороб, що дозволяє вчасно втручатися та покращувати результати лікування [10].

Алгоритми машинного навчання можуть інтегрувати генетичні та молекулярні дані з клінічною інформацією для надання персоналізованих рекомендацій щодо лікування. Використання машинного навчання покращує точність діагностики і підвищує ефективність та безпеку лікування, зокрема у випадках, таких як пневмонія у дітей. Моделі машинного

навчання можуть також оцінювати ризик розвитку певних хвороб, а також використовуватися для автоматизації обробки клінічних нотаток та звітів лікарів за допомогою технік *NLP*. Крім того, алгоритми машинного навчання відіграють важливу роль у розробці нових ліків, оцінці їх ефективності та у вивченні побічних ефектів. Ці технології також застосовуються у телемедицині та моніторингу пацієнтів, забезпечуючи реальний аналіз даних і забезпечуючи покращений доступ до охорони здоров'я та догляду за пацієнтами [10].

Багато алгоритмів вже показали хороші результати в діагностиці захворювань очей, такими як глаукома, діабетична ретинопатія, катаракта і макулярний набряк. Використання глибокого навчання демонструє високу ефективність в діагностиці захворювань очей, незалежно від використаного набору даних і методу. Застосування глибокого навчання дозволяє досягати найнижчої точності на рівні 75% і досягати максимальної точності до 99% [11].

Алгоритми машинного навчання можуть бути ефективними у класифікації медичних даних, з потенціалом сприяти розробці більш точних і ефективних інструментів для діагностики. Так, використання алгоритмів машинного навчання, *LR (logistic regression)* і *RF(random forest)*, для класифікації хвороби на основі *Breast Cancer Wisconsin Dataset* показали ефективність в класифікації даних, причому алгоритм *LR* досягає рівня точності від 96% до 97%, а алгоритм *RF* – від 96% до 98%. При цьому, важливо акцентувати увагу на важливості попередньої обробки даних та вилучення ознак при підготовці даних для завдань машинного навчання [12].

IV. РОЛЬ ЧАТ-БОТІВ У ПОКРАЩЕННІ ДОГЛЯДУ ЗА ПАЦІЄНТАМИ

Чат-боти — це системи, які можуть спілкуватися з людьми природною мовою. Чат-боти використовуються в багатьох сферах, таких як медицина, розваги та техніка. Основний напрямок у клінічній практиці полягає у використанні чат-бота в клініках для діагностики психологічних розладів. Це дозволяє пацієнтам безпосередньо взаємодіяти з ним і відкрито розповідати про свою проблему (рис. 5).

Користувач вводить запитання або відповідь в інтерфейс чат-бота. Інтерфейс чат-бота надсилає запитання або відповідь процесору *NLP*. Процесор *NLP* використовує *NLP* для аналізу запитання користувача та визначення його наміру. Процесор *NLP* використовує цю інформацію для вибору відповіді з бази знань або генерації динамічної відповіді. Процесор *NLP* надсилає відповідь інтерфейсу чат-бота. Інтерфейс чат-бота відображає відповідь користувачеві. Перевагою чат-бота буде проста та правильна діагностика захворювань [13].

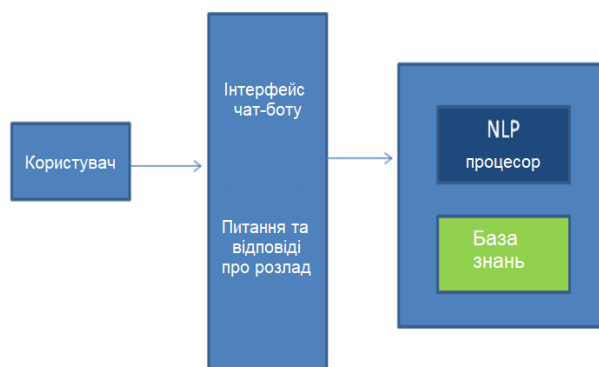


Рис. 5. Архітектура системи чат-бота для взаємодії з пацієнтами [13]

Чат-боти на основі штучного інтелекту відіграють значущу роль у трансформації медичних послуг. Їхні здатності обробляти великі обсяги даних та виявляти патерни далеко за межами людської здатності роблять їх ідеальними для вирішення

рутинних завдань, таких як планування прийому, надсилання нагадувань про прийом медикаментів та надання загальної інформації про здоров'я. Використання чат-ботів полегшує навантаження на системи охорони здоров'я, дозволяючи медичним професіоналам більше уваги приділяти складнішим завданням догляду.

Швидке зростання та прийняття чат-ботів у сфері охорони здоров'я ілюструється прикладом *ChatGPT*. За п'ять днів після запуску *ChatGPT* набрав вражаючу мільйонну користувацьку базу, а за два місяці ця кількість зросла до 100 мільйонів. Дослідження показали, що майже 20% медичних працівників використовували *ChatGPT* [14]. З цим зростом популярності чат-ботів у сфері охорони здоров'я підкреслюється зростаюча важливість та вплив чат-ботів на основі штучного інтелекту на трансформацію медичних послуг і покращення догляду за пацієнтами [15].

Розмови з чат-ботами призвели до покращення задоволеності в лікуванні хворих на рак. Взаємодія з емпатійним чат-ботом проявила пом'якшувальний вплив на психічне здоров'я пацієнтів. Щодо медичних чат-ботів, їхня взаємодія сприяє зменшенню симптомів депресії та тривоги. У контексті боротьби з пандемією *COVID-19* медичні чат-боти точно ідентифікували понад 96% інфікованих пацієнтів. Загалом використання медичних чат-ботів може сприяти зменшенню та оптимізації робочого навантаження медичних працівників [16].

Генеративні чат-боти штучного інтелекту, такі як *ChatGPT*, мають потенціал революціонізувати взаємодію з технологією у галузях науки, медицини та лідерства в охороні здоров'я. Ці чат-боти можуть надавати персоналізовану допомогу та підтримку пацієнтам, медичним працівникам та керівникам в галузі охорони здоров'я.

Проте існують численні виклики, які потрібно вирішити для повного використання потенціалу цих чат-ботів. Одним з головних викликів є забезпечення точності та надійності інформації, яку надають ці чат-боти, оскільки вони є такими ж ефективними, як дані, на яких вони навчаються. Ще одним викликом є забезпечення конфіденційності та безпеки чутливої медичної інформації.

Незважаючи на ці виклики, в галузі медицини є багато можливостей для генеративних чат-ботів штучного інтелекту. Вони можуть допомагати зменшити розрив у взаємодії між пацієнтами та медичними працівниками, надавати підтримку та поради лікарям в реальному часі та покращувати результати лікування через персоналізовані плани та втручання [17].

В.ЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В БІМЕДИЦИНІ

Основа медичної етики складається з: автономії, справедливості, нешкідливості та доброчинності [18, 19].

Принцип автономії наголошує на вродженій та безумовній цінності кожної людини і її праві на самовизначення. У медичній біоетиці автономія веде до взаємодії між медичними працівниками та пацієнтами, гарантує повагу до індивідуальних уподобань і цінностей. Однак впровадження штучного інтелекту в медичну освіту ставить значні виклики для автономії користувачів, включаючи студентів, викладачів та медичних фахівців. Наприклад, використання передових обчислювальних моделей обробки природної мови, таких як *ChatGPT*, іноді призводить до генерації інформації або відповідей, які не ґрунтуються на фактичних даних. Хоча поточні технологічні можливості не дозволяють

повністю усунути цю проблему, можливі заходи для її мінімізації [18].

Ще однією проблемою, яка загрожує суспільствам після розвитку штучного інтелекту, є проблема соціального розриву. У всіх країнах світу, з кожним розвитком, відкриттям та винаходом люди стикаються з більшою соціальною нерівністю та меншою соціальною справедливістю. Навіть якщо штучний інтелект поліпшує доступність до більшого об'єму інформації про науку та технології, світові події, зміни клімату та політику у всьому світі, він загострює соціальну нерівність. Автоматизація та розвинення третинного сектору економіки розширили розрив між розвиваючимися та розвинутими країнами. Зараз багато людей втрачають свої роботи з ростом та розвитком автоматизованих систем, особливо на базі штучного інтелекту [19].

Нешкідливість – це принцип, який підкреслює важливість не заподіяння шкоди та мінімізації потенційних негативних наслідків. Використання штучного інтелекту в медицині створює як можливості, так і проблеми для дотримання принципу нешкідливості. Особливо алгоритми штучного інтелекту в медичній освіті повинні бути ретельно розроблені, підтверджені та оцінені, щоб гарантувати, що вони дають точні та надійні результати, які не вводять користувачів в оману та, відповідно, піддають ризику пацієнтів. Важливо, що перед використанням моделей ШІ всі користувачі повинні бути належним чином поінформовані про функціональні можливості програми, відомі упередження та потенційні ризики, що є важливою передумовою для всіх чотирьох біоетичних принципів [18].

З іншого боку, здається малоімовірним, що пацієнти приймуть медичні відносини «машина-людина» замість «людина-людина». Очікується, що лікарі та медичні сестри надаватимуть лікування в атмосфері

співчуття, що значно вплине на процес одужання пацієнтів. Чат-боти не здатні надавати належну моральну підтримку пацієнтам, тим паче задовольнити потребу в тілесному контакті. Це один з найбільш значущих негативних аспектів штучного інтелекту в медичній науці [19].

VI. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ

Найбільшою проблемою на даний момент є те, що, враховуючи безпеку та законність інформації про особу пацієнта, електронні медичні записи не можуть бути загальнодоступними та універсальними. Таким чином, те, як знайти безпечну та ефективну технологію інтелектуального аналізу даних, є ключем до зменшення медичних витрат. Блок-схема генерації та аналізу потоку електронних медичних записів – це складний процес, який включає в себе ряд компонентів. (рис. 6) [20].

Дані пацієнта можуть включати історію хвороби, результати лабораторних досліджень, зображення та інші медичні записи (*EMR – electronic medical record*).

Нотатки клініциста можуть включати записи про фізичні огляди, діагнози, плани лікування та інші записи, зроблені лікарями, медсестрами та іншими медичними працівниками.

Обробка природної мови використовується для вилучення інформації з даних пацієнта та нотаток клініциста. Машинне навчання використовується для аналізу даних пацієнта та нотаток клініциста для виявлення закономірностей і прогнозування результатів.

Дані пацієнта та нотатки клініциста є вхідними даними, а на виході створюються звіти про стан здоров'я пацієнта та рекомендації щодо лікування. Таким чином, процес генерації та аналізу потоку електронних медичних записів є постійним та відбувається за допомогою ШІ [20].

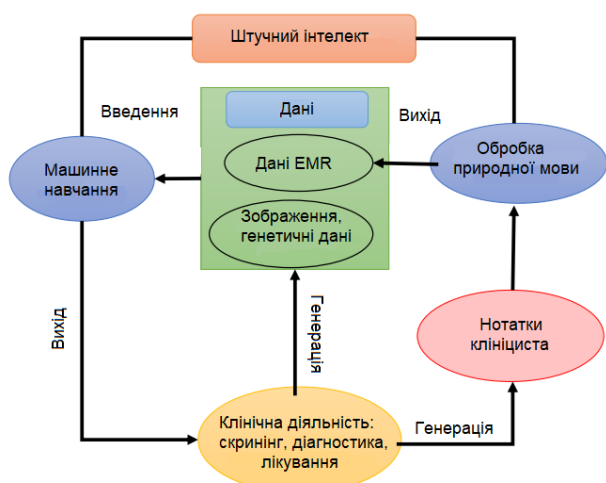


Рис. 6. Блок-схема генерації та аналізу потоку електронних медичних записів [20]

Розвиваючи штучні інтелектуальні моделі, зокрема *Generative Pretrained Transformer 3.5 (ChatGPT-3.5)*, розробляються для обробки багатомодальної медичної інформації та допомоги лікарям у складних медичних рішеннях. Дослідження, проведене щодо ефективності ChatGPT-3.5 у прийнятті рішень щодо допоміжної терапії гліоми мозку, показало, що наразі виступ цього інтелектуального агента не може замінити експертні думки медичних фахівців, проте він може слугувати корисним допоміжним інструментом [21]. З розвитком та удосконаленням мовних моделей ШІ можливе поліпшення досвіду пацієнта, сприяння роботі опікунів та зменшення витрат на медичну допомогу, але одночасно виникає виклик, пов'язаний з соціально прийнятним та гуманітарним використанням ШІ в клінічній інформатиці та збереженням етичних стандартів [22].

Системи штучного інтелекту можуть допомогти звільнити час зайнятим лікарям, записуючи нотатки, вводячи та організовуючи дані пацієнтів на порталах (наприклад, *EPIC* – електронна система охорони здоров'я, розроблена компанією *Epic Systems*) і діагностуючи пацієнтів,

потенційно слугуючи засобом для надання другої думки лікарям. Системи штучного інтелекту також можуть допомогти пацієнтам у подальшому лікуванні та доступності альтернативних ліків, що відпускаються за рецептом. ШІ також має можливість допомагати лікарям дистанційно діагностувати пацієнтів, таким чином поширюючи медичні послуги на віддалені райони, за межі великих міських центрів світу [23].

Очікується, що в майбутньому штучний інтелект (ШІ) матиме значний вплив на різні аспекти охорони здоров'я. Ось деякі очікування щодо ШІ в майбутньому:

1. **Покращена діагностика.** Очікується, що штучний інтелект продовжуватиме підвищувати ефективність і точність діагностики захворювань шляхом аналізу медичних даних із різних джерел, таких як медичні записи, сканування зображень, для виявлення закономірностей і аномалій, які клініцисти можуть пропустити [5].

2. **Персоналізовані плани лікування.** Штучний інтелект, ймовірно, і далі розвиватиме свою здатність аналізувати медичні записи, дані про взаємодію ліків і генетичну інформацію, щоб визначити найбільш ефективні плани лікування для пацієнтів, що призведе до більш персоналізованого та ефективного догляду [24].

3. **Профілактика захворювань.** Очікується, що штучний інтелект відіграватиме вирішальну роль у прогнозуванні потенційних проблем зі здоров'ям, дозволяючи раннє втручання, щоб мінімізувати вплив або взагалі запобігти захворюванням, таким чином покращуючи результати для пацієнтів [5, 24].

4. **Ефективність і скорочення витрат.** Очікується, що штучний інтелект продовжить скорочувати витрати на охорону здоров'я, усувати помилки та

підвищувати ефективність шляхом автоматизації рутинних завдань, що дозволить медичним працівникам зосередитися на більш складних випадках і надавати медичну допомогу вищої якості [24].

5. Етичні та юридичні міркування. У міру того, як штучний інтелект стає все більш інтегрованим в охорону здоров'я, зростатиме потреба у вирішенні етичних і правових міркувань, щоб гарантувати, що використання ШІ не є дискримінаційним або упередженим і відповідає етичним стандартам медичної професії [18, 19, 24].

Ці очікування відображають потенціал штучного інтелекту для революції в галузі охорони здоров'я, що призведе до більш ефективного, дієвого та орієнтованого на пацієнта догляду в найближчі роки [24].

VII. ВИСНОВКИ

ШІ виявляє великий потенціал для переваг у сфері діагностики, лікування та управління медичною інформацією. Використання ШІ може полегшити рутинні завдання медичних фахівців, прискорити процес діагностики, а також покращити доступність медичних послуг, зокрема у віддалених регіонах.

Затримки і обмеження, пов'язані з розвитком ШІ, визначено в статті, такі як недостатня прозорість алгоритмів, етичні питання та обмежені можливості розуміння контексту. Несприятливі впливи на автономію, невідповідність та конфіденційність особистих даних є серйозними етичними викликами, які потребують ретельного вирішення.

Невдовзі, можливо, ШІ буде важливим інструментом в удосконаленні медичної практики, але необхідно удосконалювати етичні стандарти та надавати належні гарантії безпеки та прозорості використання цих технологій у медицині. Продовжуючи розвивати та впроваджувати ШІ, слід

забезпечити активну участь фахівців у галузі медицини у цьому процесі для максимізації користі та мінімізації ризиків.

Фінансування. Дане дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію. Пацієнти участі в дослідженні не приймали.

ORCID ID та внесок авторів.

0009-0002-9769-2869 (A, B, C, D)

MasiukIvan

0000-0002-4351-527X (E, F) Bogomolov

Mykola

A–Концепція роботи та дизайн, B–аналіз даних, C–Відповідальність за статистичний аналіз, D–Написання статті, E–Критичний огляд, F–Остаточне схвалення статті.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Medical Diagnostic System Using Artificial Intelligence (AI) Algorithms [Електронний ресурс] / Pratima Kadam, Shekhar Shinde, Snehal Jadhav, Amar Patil // Research. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.researchgate.net/publication/374628670>.
2. Medical Diagnostic Systems Using Artificial Intelligence (AI) Algorithms: Principles and Perspectives / S. Kaur та ін. IEEE Access. 2020. Т. 8. С. 228049–228069. URL: <https://doi.org/10.1109/access.2020.3042273>.
3. A K. Medical Diagnostic Systems Using Artificial Intelligence Algorithms: Principles and Perspectives. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 2022. Т. 10, № 7. С. 3599–3602. URL: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.45581>.
4. Diagnostic Accuracy of Differential-Diagnosis Lists Generated by Generative Pretrained Transformer 3 Chatbot for Clinical Vignettes with Common Chief Complaints: A Pilot Study / T. Hirose та ін. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023. Т. 20, № 4. С. 3378. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph20043378>.
5. Mallory F. Fictionalism about Chatbots. Ergo an Open Access Journal of Philosophy. 2023. Т. 10. URL: <https://doi.org/10.3998/ergo.4668>.
6. Artificially intelligent chatbots in digital mental health interventions: a review / E. M. Boucher та ін. Expert Review of Medical Devices. 2021. Т. 18, sup1. С. 37–49. URL: <https://doi.org/10.1080/17434440.2021.2013200>.
7. Shalom Joseph. Transformative Applications of Artificial Intelligence in Healthcare, Enhancing Diagnostics, Treatment, and Patient Care Authors [Електронний ресурс] / Shalom Joseph, Glory Inahna, Godwin Olaoye // Journal of Computer Science and Information Technology. – 2023. – Режим доступу

до ресурсу:
<https://www.researchgate.net/publication/376353208>.

8. Emily Edward. Machine Learning for Medical Diagnostics: A Review in Bioinformatics [Электронный ресурс] / Emily Edward. – 2023. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.researchgate.net/publication/372951467>.

9. A review on multimodal machine learning in medical diagnostics / K. Yan та ін. *Mathematical Biosciences and Engineering*. 2023. Т. 20, № 5. С. 8708–8726. URL: <https://doi.org/10.3934/mbe.2023382>.

10. Yusuf Musa Malgwi. A Survey on Recent Advances in Medical Diagnosis and Telemedicine using Machine Learning Techniques Article History [Электронный ресурс] / Yusuf Musa Malgwi, Goni Ibrahim, Mahmud Wamanga Ahmad. – 2023. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.researchgate.net/publication/375289929>.

11. Machine Learning Algorithms for Optic Pathway Disease Diagnostics: A Review / M. Abu та ін. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Т. 767. С. 012067. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/767/1/012067>.

12. Improving medical diagnostics with machine learning: a study on data classification algorithms. *International Journal of Advanced Computer Research*. 2022. Т. 12, № 61. URL: <https://doi.org/10.19101/ijacr.2021.1152067>.

13. Sana Mujeeb. COMSATS Institute of Information Technology Islamabad Campus Title of Research Proposal Aquabot: A Diagnostic Chatbot for Achluophobia and Autism [Электронный ресурс] / Sana Mujeeb. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.researchgate.net/publication/355486533>.

14. ChatGPT and the future of digital health: a study on healthcare workers' perceptions and expectations / M.-H. Temsah та ін. *Healthcare*. 2023. Т. 11, № 13. С. 1812. URL: <https://doi.org/10.3390/healthcare11131812>.

15. Artificial Intelligence (AI) Chatbots in Medicine: A Supplement, Not a Substitute / I. Altamimi та ін. *Cureus*. 2023. URL: <https://doi.org/10.7759/cureus.40922>.

16. Chang I.-C., Shih Y.-S., Kuo K.-M. Why Would You Use Medical Chatbots? Interview and Survey. *International Journal of Medical Informatics*. 2022. С. 104827. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2022.104827>.

17. Loh E. ChatGPT and generative AI chatbots: challenges and opportunities for science, medicine and medical leaders. *BMJ Leader*. 2023. С. leader–2023–000797. URL: <https://doi.org/10.1136/leader-2023-000797>.

18. Busch F., Adams L. C., Bressemer K. K. Biomedical Ethical Aspects Towards the Implementation of Artificial Intelligence in Medical Education. *Medical Science Educator*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s40670-023-01815-x>.

19. Farhud D. D., Zokaei S. Ethical Issues of Artificial Intelligence in Medicine and Healthcare. *Iranian Journal of Public Health*. 2021. URL: <https://doi.org/10.18502/ijph.v50i11.7600>.

20. Zhang Y., Ding X., Hu F. Application and Development Prospect of Artificial Intelligence and Big Data in Medical and Health Field. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Т. 1621. С. 012108. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1621/1/012108>.

21. ChatGPT in glioma adjuvant therapy decision making: ready to assume the role of a doctor in the tumour board? / J. Haemmerli та ін. *BMJ health & care informatics online*. 2023. Т. 30, № 1. С. e100775. URL: <https://doi.org/10.1136/bmjhci-2023-100775>.

22. Srivastava R. Applications of Artificial Intelligence in Medicine. *Exploratory Research and Hypothesis in Medicine*. 2023. Т. 000, № 000. С. 000. URL: <https://doi.org/10.14218/erhm.2023.00048>.

23. Artificial intelligence: How is it changing medical sciences and its future? / K. Basu та ін. *Indian Journal of Dermatology*. 2020. Т. 65, № 5. С. 365. URL: https://doi.org/10.4103/ijd.ijd_421_20.

24. Ahmed Lateef. How Artificial Intelligence is Revolutionizing the Future of Healthcare [Электронный ресурс] / Ahmed Lateef, Ahmed Lateef Alkhaqani. – 2023. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.researchgate.net/publication/370150591>.

UDC 616-71:004.8

SYNERGY OF BIOMEDICINE AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: THE ROLE OF CHAT-BOTS IN THE TRANSFORMATION OF MEDICAL DIAGNOSTICS AND PATIENT CARE

Ivan Masiuk

vavolan@gmail.com

Mykola Bogomolov

mbogomolov@gmail.com

Faculty of Biomedical Engineering
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Kyiv, Ukraine

Abstract – With the rapid development of digital technologies and the increase in flows of medical information, there is a need to improve the efficiency of data processing and speed up decision-making. The possibility of integrating artificial intelligence (AI) into the field of health care is a possible solution to these problems. The purpose of this work is to analyze the impact of artificial intelligence on the field of medicine and its potential advantages and challenges. AI shows significant potential for automating the processes of diagnosis, treatment and management of medical information, ensuring the acceleration and improvement of the quality of medical services. However, there are risks and challenges, such as insufficient transparency of algorithms, ethical issues and limited opportunities to understand the context. There are serious concerns about the privacy of personal data, the ethics of decisions, and the responsibility for decision-making that arise with the use of AI in medicine. Adverse effects on autonomy, non-compliance and privacy of personal data are seen as serious ethical challenges that need to be carefully addressed. Despite potential limitations, AI can be a significant tool for improving medical practice, but reaching its full potential requires further efforts to address ethical and safety issues.

Key words – artificial intelligence, decision support systems, clinical, diagnosis, machine learning, natural language processing