

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Навчально-науковий інститут економіки та менеджменту  
Кафедра економіки підприємства та міжнародного бізнесу

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

здобувача вищої освіти першого  
(бакалаврського) рівня за спеціальністю  
спеціальності 292 «Міжнародні економічні відносини»

на тему:  
«ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ  
НА МІЖНАРОДНИЙ МЕДИЧНИЙ БІЗНЕС»

Виконала: студентка групи МЕ-41  
спеціальності 292 «Міжнародні  
економічні відносини»

Вівсянник Анастасія Олегівна

Керівник : д.е.н., проф Ханін І.Г.

Рецензент: д.е.н., проф Нікитенко Д.В..

Рівне – 2026

Кваліфікаційна робота «ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА МІЖНАРОДНИЙ МЕДИЧНИЙ БІЗНЕС)»/ Вівсянник А. О. НУВГП, 2026. 84 с.

Дипломну роботу присвячено дослідженню теоретичних та практичних аспектів трансформації міжнародного медичного бізнесу під впливом технологій штучного інтелекту (ШІ) в умовах глобальної цифровізації та становлення Індустрії 4.0. У роботі визначено ключові фактори та особливості розвитку сучасного цифрового бізнес-середовища, а також здійснено комплексний аналіз світової практики впровадження інновацій в охорону здоров'я. Проаналізовано новітні бізнес-моделі на основі ШІ, динаміку та ключові тенденції розвитку відповідного глобального ринку. На основі проведеного аналізу сформульовано практичні рекомендації щодо подальшої інтеграції інтелектуальних систем у міжнародну медицину, обґрунтовано економічні, правові та соціальні ефекти цього процесу, а також окреслено шляхи розв'язання етичних проблем та формування узгоджених міжнародних механізмів регулювання технологій штучного інтелекту.

The thesis investigates the theoretical and practical aspects of transforming the international medical business under the influence of artificial intelligence (AI) technologies within global digitalization and the rise of Industry 4.0. The study identifies the key drivers and characteristics of the modern digital business environment and provides a comprehensive analysis of global practices in implementing innovations in healthcare. It analyzes cutting-edge AI-based business models, along with the dynamics and key development trends of the corresponding global market. Based on this research, practical recommendations for the further integration of intelligent systems into international medicine are formulated, the economic, legal, and social impacts of this process are justified, and approaches to addressing ethical challenges and establishing harmonized international regulatory mechanisms for AI technologies are outlined.

© Вівсянник А. О.. 2026

© НУВГП, 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Навчально-науковий інститут економіки та менеджменту  
Кафедра економіки підприємства і міжнародного бізнесу

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

на тему:

«ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ  
НА МІЖНАРОДНИЙ МЕДИЧНИЙ БІЗНЕС»

Виконала: студентка групи МЕ-41  
спеціальності 292 «Міжнародні  
економічні відносини»

Вівсянник Анастасія Олегівна

Керівник : д.е.н., проф Ханін І.Г.

Рецензент: д.е.н., проф Нікитенко Д.В..

Рівне – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий \_\_\_\_\_ інститут \_\_\_\_\_ економіки \_\_\_\_\_ та  
менеджменту \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ економіки підприємства і міжнародного бізнесу  
Освітній ступінь \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 292 «Міжнародні економічні відносини» \_\_\_\_\_

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Завідувач кафедри економіки  
підприємства і міжнародного  
бізнесу  
д.е.н., професор О.М.Гарнага  
“ ” \_\_\_\_\_ 2026 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**ДЛЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЕКТУ) СТУДЕНТА**  
**Вівсянник Анастасії Олегівні**

1. Тема роботи (проекту) ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА  
МІЖНАРОДНИЙ МЕДИЧНИЙ БІЗНЕС  
керівник роботи (проекту) *Ханін І.Г., д.е.н., проф.*

затверджені наказом університету від 26.03.2026 С№393 \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи (проекту) 19 червня 2026  
р. \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи (проекту) фінансова, бухгалтерська і  
статистична звітність про результати виробничо-господарської  
діяльності підприємства., довідкова і нормативна література за  
темою  
дослідження  
\_\_\_\_\_

—

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які  
потрібно розробити) Вступ. Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ  
РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНОГО БІЗНЕСУ В УМОВАХ  
ЦИФРОВІЗАЦІЇ Розділ 2. СВІТОВА ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ  
ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ Розділ 3. РЕКОМЕНДАЦІЇ  
ДЛЯ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНОГО МЕДИЧНОГО БІЗНЕСУ  
Висновки  
\_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Мультимедійна презентація по темі дослідження

2. Роздатковий матеріал

6. Консультанти розділів роботи (проекту)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада<br>Консультанта | Підпис, дата      |                     |
|--------|----------------------------------------------|-------------------|---------------------|
|        |                                              | завдання<br>видав | завдання<br>прийняв |
| 1      | Ханін І.Г.                                   | 01.04.26          | 15.04.26            |
| 2      | Ханін І.Г.                                   | 16.04.26          | 26.04.26            |
| 3      | Ханін І.Г.                                   | 27.04.26          | 28.05.26            |
|        |                                              |                   |                     |

7. Дата видачі завдання 01.04.2026 р

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи (проекту)                                          | Строк виконання етапів роботи (проекту) | Примітка |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|
| 1.    | Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи                                              | 01.04 – 05.04.2026 р.                   |          |
| 2.    | Розроблення плану кваліфікаційної роботи                                               | 06.04 – 07.04.2026 р.                   |          |
| 3.    | Опрацювання теоретичного розділу кваліфікаційної роботи                                | 08.04 – 15.04.2026 р.                   |          |
| 4.    | Опрацювання аналітичного розділу кваліфікаційної роботи                                | 16.04 – 26.04.2026 р.                   |          |
| 5.    | Опрацювання розрахункового розділу кваліфікаційної роботи                              | 27.04 – 24.05.2026 р.                   |          |
| 6.    | Оформлення роботи, написання вступу, висновків, оформлення списку літератури, додатків | 25.05 – 29.05.2026 р.                   |          |
| 7.    | Розроблення електронної презентації результатів та роздаткового матеріалу              | 30.05. – 07.06.2026 р.                  |          |
| 8.    | Здача кваліфікаційної роботи на кафедрі                                                | 10.06.2026 р.                           |          |
| 9.    | Рецензування кваліфікаційної роботи                                                    | 11.06. – 17.06.2026 р.                  |          |
| 10.   | Захист кваліфікаційної роботи                                                          | 22.06. – 25.06.2026 р.                  |          |

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Вівсянник А. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ханін І.Г.

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                         | 7  |
| РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНОГО<br>БІЗНЕСУ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ .....            | 10 |
| 1.1 Цифровізація міжнародного бізнесу .....                                                        | 10 |
| 1.2 Міжнародне бізнес-середовище в цифровому світі.....                                            | 14 |
| 1.3 Фактори розвитку цифрового міжнародного бізнесу.....                                           | 21 |
| РОЗДІЛ 2 СВІТОВА ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ<br>ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ.....                      | 26 |
| 2.1. Складові системи охорони здоров'я Індустрії 4.0 .....                                         | 26 |
| 2.2 Бізнес-моделі в медицині на основі штучного інтелекту.....                                     | 41 |
| 2.3 Аналіз глобального ринку штучного інтелекту в охороні<br>здоров'я .....                        | 55 |
| РОЗДІЛ 3 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНОГО<br>МЕДИЧНОГО БІЗНЕСУ .....                         | 65 |
| 3.1. Етичні аспекти інтеграції штучного інтелекту в охорону<br>здоров'я .....                      | 65 |
| 3.2. Формування міжнародно узгоджених механізмів управління ІІІ<br>для охорони здоров'я .....      | 70 |
| 3.3. Економічні, соціальні та правові аспекти впровадження ІІІ в<br>систему охорони здоров'я ..... | 75 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                      | 83 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....                                                                   | 87 |
| Додатки.....                                                                                       | 93 |

## ВСТУП

**Актуальність теми** Цифрові технології змінюють спосіб ведення міжнародного бізнесу (МБ). Усередині багатонаціональних підприємств (МНК) цифрові технології дозволяють позбутися посередництва в процесах, що робить їх швидшими, дешевшими та більш чутливими до змінних потреб. Зовні зміни в державних законах і нормативних актах, поновлена увага до соціальних питань та зміни в купівельній поведінці (що нещодавно спричинені кризою COVID-19) створюють нові можливості для надання рішень на основі цифрових технологій для закупівель, виробництва, маркетингу, логістики та комунікацій через національні кордони. Таким чином, підприємства розробляють цифрові стратегії для створення нових бізнес-моделей та перенесення витрат і діяльності з власної фірми на доповнювачів, клієнтів та інших зацікавлених сторін як вдома, так і за кордоном.

Індустрія 4.0 в охороні здоров'я передбачає використання широкого спектру сучасних технологій, включаючи цифровізацію, штучний інтелект, дані про реакцію користувачів (ергономіку), психологію людини, Інтернет речей, машинне навчання, аналіз великих даних та доповнену реальність, і це лише деякі з них. Галузь охорони здоров'я переживає зміну парадигми завдяки Індустрії 4.0, яка забезпечує кращий комфорт для користувачів завдяки проактивному втручанням у раннє виявлення та лікування різних захворювань.

Інтеграція штучного інтелекту (ШІ) та робототехніки в охорону здоров'я — це трансформаційний розвиток з величезними перспективами для революціонування догляду за пацієнтами, діагностики та методів лікування. Ці технології можуть підвищити точність та ефективність медичної практики, покращити результати лікування пацієнтів та полегшити навантаження на медичних працівників. Однак, оскільки ШІ та робототехніка все більше

інтегруються в системи охорони здоров'я, виникає критичний набір етичних наслідків. Ці наслідки стосуються конфіденційності, безпеки даних, підзвітності, прозорості, справедливості та збереження людської автономії. Розуміння та врахування цих етичних міркувань є надзвичайно важливими для використання повного потенціалу ІІІ та робототехніки в охороні здоров'я, одночасно забезпечуючи благополуччя та довіру пацієнтів, медичних працівників та суспільства в цілому.

**Мета і завдання дослідження.** Мета дипломної роботи полягає в обґрунтуванні, розробці практичних рекомендацій щодо розробки рекомендацій для розвитку міжнародного медичного бізнесу.

Для реалізації мети в дипломній роботі поставлені і вирішувались такі основні завдання:

- узагальнення сутності цифровізації міжнародного бізнесу;
- з'ясування особливостей міжнародного бізнес-середовища в цифровому світі;
- виявлення факторів розвитку цифрового міжнародного бізнесу;
- дослідити складові системи охорони здоров'я Індустрії 4.0;
- охарактеризувати бізнес-моделі в медицині на основі штучного інтелекту;
- проведення аналізу глобального ринку штучного інтелекту в охороні здоров'я;
- обґрунтування етичних аспектів інтеграції штучного інтелекту в охорону здоров'я;
- розробка практичних заходів щодо формування міжнародно узгоджених механізмів управління ІІІ для охорони здоров'я.

**Об'єктом дослідження** виступає глобальний медичний бізнес

**Предметом дослідження** є теоретичні, методичні і практичні засади впровадження штучного інтелекту у міжнародному медичному бізнесі.

**Методи дослідження.** Теоретична і методична основа дипломного дослідження ґрунтується на виконанні базових положень міжнародної економіки, наукових розробок українських і закордонних вчених із питань розвитку медицини в цілому, та інновацій в ній зокрема. В роботі використовувались методи дослідження: діалектичний, абстрактно-логічний і системного аналізу; розрахунково-конструктивний та порівняння; імітаційного моделювання, аналітичного прогнозування, емпіричного дослідження.

**Інформаційною базою досліджень** є наукові публікації, аналітичні звіти та статистичні дані щодо ринку штучного інтелекту в медицині. Застосовано методи аналізу літератури, статистичного оброблення даних, порівняння тенденцій та прогнозування розвитку технологій. Інформацію отримано з відкритих джерел, міжнародних звітів і наукових баз даних.

**Робота складається** з трьох розділів, вступу, висновків, списку використаної літератури, містить 7 рисунків та 5 таблиць і викладена на 84 сторінках друкованого тексту.

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ

### МІЖНАРОДНОГО БІЗНЕСУ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

#### 1.1 Цифровізація міжнародного бізнесу

Інтернет та пов'язані з ним цифрові інструменти розширили наші можливості збирати, зберігати, аналізувати та обмінюватися інформацією, тим самим змінюючи те, як товари та знання поширюються через національні кордони. Вони сприяють появі нових моделей міждержавного бізнесу та трансформації традиційних багатонаціональних підприємств.

Зокрема, цифровізація надає фірмам нові можливості для взаємодії з іноземними клієнтами та зменшення капіталовкладень, необхідних для ефективної конкуренції на зовнішньому ринку. Наприклад, віртуальні способи входу, такі як веб-сайти, орієнтовані на конкретні фірми, або доповнювачі на платформах, розширюють експортні можливості, значно збільшуючи потенційний спектр клієнтів, яких може охопити фірма [11]. Технології, пов'язані з Індустрією 4.0, дозволяють збирати та аналізувати великі обсяги даних про роботу заводів та ланцюги створення вартості, тим самим трансформуючи внутрішні та міжфірмові механізми координації [23]. Інструменти віртуальної комунікації дозволяють миттєво обмінюватися інформацією через кордон, наприклад, через соціальні мережі або відеоконференції. Доповнена реальність або адитивне виробництво (також відоме як 3D-друк) дозволяє фірмам обслуговувати іноземні ринки без створення фізичних потужностей у країні [6].

Таким чином, виклик для дослідників у галузі міжнародного бізнесу полягає в інтеграції стратегічного планування цифрових технологій та інтернаціоналізації (Додаток А ). Тому багато традиційних дослідницьких питань у сфері міжнародного бізнесу

заслужують на перегляд [41]. Наприклад, історично склалося так, що неакціонерні способи ведення бізнесу, такі як експорт або ліцензування, були основними складовими інфраструктури міжнародного бізнесу [33]. Нещодавні досягнення в цифровій економіці призвели до різкого зниження трансакційних витрат, з якими міжнародний бізнес історично стикався, тим самим розширюючи можливості для фірм взаємодіяти з неакціонерними способами [21]. Як наслідок, відносна важливість географії у формуванні міжнародної торгівлі зменшилася, хоча вона продовжує відігравати суттєву роль у поясненні структури торгівлі 4].

Аналогічно, підприємства століттями закуповували сировину та проміжні продукти за кордоном. Однак в останні десятиліття постачання знань та активів, заснованих на знаннях, стало важливішим [14], і ця тенденція прискорилося з появою цифрових технологій. Наприклад, цифрові канали зв'язку знизили витрати на найм та взаємодію з працівниками, що знаходяться в інших країнах, настільки, що тепер можливо наймати людей, що знаходяться в інших країнах, у явищі, відомому як «робота з будь-якого місця» [40]. Навіть можливо (і економічно ефективно) використовувати людський капітал у віддалених місцях для конкретних проектів, таких як дизайн логотипів [17].

Окрім трансформаційного зниження трансакційних витрат, цифровізація дозволяє створювати абсолютно нові технології та соціальну діяльність, деякі приклади яких наведено в Таблиці 1. Такі технології, як потокове відео або доповнена реальність, дозволяють створювати формати надання продуктів і послуг, які були неможливі до цифрової ери. Нові види соціальної діяльності використовують цифрові технології, такі як соціальні мережі, кіберспорт [15] та краудфандинг [3], для створення можливостей для абсолютно нових видів бізнесу.

Таблиця 1.1

## Приклади інновацій, що стали можливими завдяки цифровізації

| Інновації              |                                                                                       | Реалізація в бізнесі                                                                                        |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Технологічні інновації | Потокове аудіо/відео (наприклад, Spotify, Netflix)                                    | Доставка пісень, фільмів або музики по всьому світу                                                         |
|                        | Індустрія 4.0 та Інтернет речей                                                       | Підвищена ефективність координації в рамках глобальних операцій та ланцюгів створення вартості              |
|                        | Програмне забезпечення для відеоконференцій (наприклад, Zoom, Teams, Tencent Meeting) | Багатолокаційні зустрічі зі співробітниками або клієнтами                                                   |
|                        | Штучний інтелект (наприклад, IBM Watson, Amazon Web Services)                         | Аналіз (потенційних) клієнтів у зарубіжних країнах. Краще узгодження асортименту продукції в різних країнах |
|                        | Аддитивне виробництво (3D-друк) (3D Systems, Stratasys)                               | Локалізація виробництва окремих продуктів у кількох країнах                                                 |
|                        | Доповнена реальність (Apple, Alphabet)                                                | Послуги з технічного обслуговування у віддалених місцях                                                     |
| Соціальні інновації    | Соціальні мережі (наприклад, Facebook, LinkedIn, WeChat)                              | Миттєвий зв'язок на великих відстанях. Покращений зворотний зв'язок з клієнтами та внесок у нові інновації. |
|                        | Краудфандинг (наприклад, Kickstarter, Indiegogo)                                      | Доступ до фінансування від розпорошених мікроінвесторів                                                     |
|                        | Онлайн-ігри (Tencent, Activision Blizzard)                                            | Ігри, засновані на інтерфейсі, розташованому в іншій країні                                                 |
|                        | кіберспорт (TSM, FaZe Clan)                                                           | Змагання міжнародних команд з іншими міжнародними командами                                                 |

Для деяких фірм, відомих як цифрові фірми, цифрові технології є основою їхньої бізнес-моделі. До них належать фірми, що надають фізичні продукти/послуги через цифрові екосистеми (включаючи

економіку спільного використання), а також фірми, що надають цифрові продукти або послуги в рамках цифрової екосистеми [5]. Під цифровими продуктами тут розуміються продукти, які існують без фізичної форми, такі як додатки, програмне забезпечення та соціальні мережі. За допомогою цифрових технологій деякі традиційні фізичні продукти були перетворені або замінені цифровими продуктами, включаючи музику (платівки та компакт-диски), фотографії, вітальні листівки або дизайн. Окрім цифрових продуктів, адитивне виробництво навіть замінює передачу фізичних продуктів передачею програмних кодів, які потім використовуються локально для «друку» фізичного продукту.

Однією з найпомітніших ікон цифрового світу є поява цифрових платформ, які називають інтерфейсами, що сприяють багатостороннім транзакціям та обмінам між користувачами та постачальниками додаткових продуктів і послуг, тобто «комплементарями» [19]. Цифрові платформи потенційно можуть трансформувати цілі галузі, створюючи нові форми міжфірмової співпраці з платформоцентричними екосистемами та мережевими ефектами, які можуть бути міжнародними [29]. Деякі платформи (наприклад, соціальні мережі, такі як Facebook) функціонують виключно на потоках даних та цифрових продуктах; технічно вони можуть обслуговувати іноземні ринки без місцевої присутності. Інші платформи функціонують як багатосторонні ринки для товарів або послуг, які мають бути фізично доставлені (наприклад, Amazon, Alibaba). Вони поєднують фізичні активи та операції з інтернет-комунікаціями та вимагають місцевої присутності на іноземних ринках [32] для підтримки постачання фізичних продуктів або послуг, необхідних у країні, – за винятком туристичної галузі (наприклад, Airbnb, Booking.com) та деяких експортно-орієнтованих платформ електронної комерції (AliExpress, Shein.com) . Це розмежування

важливе для аналізу викликів, з якими стикаються цифрові платформи, прагнучи вивести свою діяльність на міжнародний рівень.

На рисунку Додатку А показано, як ці нові аспекти стратегічного планування взаємодіють із зовнішніми та внутрішніми факторами, які продовжують формувати стратегію. Як ми детально розглянемо в наступному розділі, національне середовище в кожній країні діяльності впливає на цифрові стратегії фірм. З точки зору організаційних характеристик, ключовою відмінністю є цифрові фірми, які розробляють цифрову стратегію з нуля, та зрілі фірми, які починають зі своїх існуючих структур та ресурсів. Що стосується організаційної спадщини, то новими факторами, що формують цифрові стратегії, є доступ до додаткових цифрових ресурсів та існуюча ІТ-інфраструктура, яка насправді може стати джерелом інерції, оскільки перехід з однієї програмної платформи на іншу вимагає значних організаційних змін.

## **1.2 Міжнародне бізнес-середовище в цифровому світі**

На ранніх етапах розвитку Інтернету багато спостерігачів передбачали зменшення ролі національних держав, оскільки цифровий зв'язок та цифрові продукти могли б перетинати національні кордони, здавалося б, без обмежень. Однак, можна стверджувати, що національний вплив на інтернет-бронювання ніколи насправді не зникав [44]. В останні роки спостерігається повторна поява національних факторів у формуванні бізнесу, навіть у цифровій економіці.

Фахівці з міжнародного бізнесу мають давню традицію вивчення національних факторів непередбачених обставин, що впливають на бізнес, зокрема на транскордонні транзакції. Однак ці непередбачені обставини, можливо, потребують переосмислення для цифрового світу. Наприклад, цифровізація запускає соціальні зміни, які можуть

вплинути на неформальні інституції. Більше того, законодавці усвідомлюють прогалини у своїх регуляторних базах, які намагаються використати цифрові фірми, і таким чином прагнуть їх усунути, змінюючи таким чином формальні інституції.

Формальні інституції включають закони та нормативні акти, що регулюють ділові операції [39] та були широко досліджені в літературі з міжнародного бізнесу. Такі формальні інституції, зокрема правові рамки, визначаються національними органами влади або їхніми підпорядкованими органами; лише за деякими винятками національні держави координують свої правові рамки на міжнародному рівні, наприклад, через СОТ або ЄС. Це означає, що фірми, що працюють в Інтернеті, стикаються з низкою бар'єрів, що виникають через відмінності в національних нормативних актах [45]. Багато цифрових фірм, які прагнуть розвивати глобально інтегровані операції, розглядають правові та регуляторні відмінності як перешкоди для своєї міжнародної експансії, і тому скаржаться на те, що їх «заблокували» національні правила [15]. Те, що бізнес може розглядати як можливості для подолання бюрократичних перешкод, може розглядатися національними органами влади та політиками як правові лазівки (а також як несправедливі переваги місцевими підприємствами, які повинні дотримуватися всіх законів країни). Багато інституцій були розроблені в доцифрову епоху та не відповідають вимогам цифрової економіки. Таким чином, регуляторна база розвивається разом із цифровою економікою, оскільки політики та законодавці реагують на діяльність, яку вони спостерігають у цифровій економіці.

Багато сфер національного законодавства потенційно впливають на цифровий бізнес (табл 1.2).

Таблиця 1.2

Національне законодавство та нормативні акти, що впливають на  
цифровий бізнес

| Сфера формальних інституцій | Проблеми                                                                                                                                                           | Приклади                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Працевлаштування            | Коли підрядник вважається працівником? Які мінімальні стандарти (робочий час, оплата праці тощо) для працівників?                                                  | Статус зайнятості водіїв-доставників для інтернет-магазинів (Amazon, T-Mall), каршерінгу (Uber, Lyft) та платформ доставки їжі (DoorDash, Deliveroo)                                                                                        |
| Захист прав споживачів      | Яка відповідальність оператора платформи за неналежні продукти, доставлені через платформу, або за відверте шахрайство з боку користувачів платформи?              | Підроблені бренди, що продаються через Alibaba Express або Amazon<br>Сексуальні домагання з боку водіїв, які використовують платформи спільного використання автомобілів<br>Правила, спрямовані на запобігання залежності від азартних ігор |
| Оподаткування               | Куди сплачується податок на прибуток підприємств за послуги, що надаються за кордоном? Чи повинні платформи забезпечувати сплату податків користувачами платформи? | Склади Amazon, що обслуговують кілька країн<br>Ліцензійні збори сплачуються регіональному головному офісу в місці з низькими податками                                                                                                      |
| Конфіденційність            | Які права мають фізичні особи щодо своїх персональних даних? Що компанії можуть робити з даними, зібраними від споживачів?                                         | Збір даних користувачів Facebook та їх використання для цільової реклами третіх сторін (включаючи політичну)                                                                                                                                |
| Цензура                     | Що заборонено говорити                                                                                                                                             | Історичні звіти та                                                                                                                                                                                                                          |

|                                 |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | публічно?<br>Що є незаконним для просування?                                                                                                      | політичні думки (Facebook, Google та інші в Китаї)<br>Реклама шкідливих речовин або діяльності (алкоголь, азартні ігри, порнографія, зброя)                       |
| Національна безпека             | Які сфери економіки уряд вважає національною безпекою?                                                                                            | Доступ TikTok до даних користувачів, що проживають у США<br>Географічні дані в Китаї – навігаційна система автомобіля повинна бути ліцензована місцевим партнером |
| Політика конкуренції            | Які критерії застосовуються до злиттів та поглинань цифрових фірм?<br>Які практики домінуючих платформ являють собою зловживання ринковою владою? | Схвалення придбання стартапів п'ятіркою великих цифрових компаній<br>Пошук Google надає пріоритет послугам асоційованих фірм                                      |
| Права інтелектуальної власності | Як ми можемо глобально використовувати права інтелектуальної власності, які визначені на національному рівні та належать різним правовласникам?   | Для потокового передавання музики чи відео Spotify та Netflix необхідно вести переговори з правовласниками в кожній країні.                                       |

По-перше, у сфері **трудового права** критичні питання стосуються статусу працівників, тобто коли працівники є працівниками згідно із законом, а коли вони є незалежними підрядниками, на яких не поширюється мінімальна заробітна плата та різні інші трудові стандарти? Для підприємств, які укладають контракти з великою кількістю низькокваліфікованих або середньокваліфікованих працівників, це критичні питання. Наприклад, якою мірою конкурентні переваги Amazon ґрунтуються на меншій

оплаті праці складських працівників та водіїв доставки, ніж зазвичай це роблять традиційні роздрібні торговці, організовані в профспілках (принаймні в Європі)? Якою мірою перевага таких платформ, як Uber, ґрунтується на тому, що окремі особи, які пропонують послуги, заробляють менше, ніж вимагають національні трудові стандарти? Чим більше захисту працівників вбудовано в національні інституції, тим більша ймовірність того, що нові форми організації праці з використанням цифрових платформ суперечитимуть як формальним інституціям, так і групам інтересів, що діють в рамках цих інституцій.

По-друге, **стандарти захисту прав споживачів**, охорони здоров'я та безпеки застосовуються до всіх підприємств. Однак підприємства, що працюють на цифрових платформах, змогли обійти певні правила, наприклад, стандарти недискримінації, шляхом передачі рішень алгоритмам або постачальникам послуг платформи. Так, наприклад, чоловіки, які представляють етнічну більшість у своєму регіоні, можуть вважати безпечним та економічно вигідним подорожувати за допомогою Uber, але менш зрозуміло, чи це стосується інших демографічних груп або подорожей з дітьми. Крім того, виробництво та продаж підробленої продукції стали легшими з розвитком цифрових платформ. Наприклад, Alibaba зіткнулася з серйозними звинуваченнями у продажу підробок на своїх різних веб-сайтах.

Таким чином, національні та місцеві законодавці запровадили закони для розширення захисту потенційно вразливих користувачів, які купують товари та послуги через цифрові платформи. Законодавці в кількох країнах чинили тиск на компанії-платформи роздрібної торгівлі, такі як Amazon або Alibaba, щоб запобігти продажу підроблених брендів або незаконних продуктів. Інші приклади постачальників онлайн-послуг, які стикаються з національним

регулюванням для захисту споживачів, включають фінансові послуги, азартні ігри онлайн або продаж зброї та рецептурних ліків.

По-третє, національні держави (та їхні суб'єкти господарювання) стягують різні **податки** з підприємств та громадян, включаючи податок на прибуток корпорацій та податок з продажів або податок на додану вартість. Це створює значні труднощі для цифрових підприємств, які працюють через національні кордони. Цифрові підприємства вміло мінімізують своє податкове навантаження, наприклад, реєструючи свій бізнес у юрисдикції з низьким корпоративним податком, сплачуючи високі ліцензійні збори за бренд підрозділам у юрисдикції з низьким податком або використовуючи інші схеми трансфертного ціноутворення. Така практика має наслідки для податкового навантаження інших громадян та підприємств у цих країнах (тобто нерухомі люди та активи оподатковуються вище, тоді як мобільні активи можуть бути переміщені до місць з низьким податком) та потенційно збільшують соціальну нерівність у країнах. Таким чином, національні законодавці внесли зміни до податкових правил. Наприклад, платформи онлайн-шопінгу стягують ПДВ або податок з продажів від імені урядів, оскільки в іншому випадку їхні вантажі затримувалися б на митниці для сплати податків та зборів.

По-четверте, закони **про конфіденційність** захищають осіб від використання їхніх даних третіми сторонами та від неналежного розголошення. Наприклад, ЄС запровадив Загальний регламент про захист даних (GDPR), який встановлює широкий захист персональних даних. GDPR застосовується до всіх підприємств, які збирають дані про фізичних осіб у ЄС, включаючи фірми без фізичної присутності в ЄС, які збирають дані від користувачів веб-сайтів у ЄС. Таким чином, глобально діючі цифрові компанії, такі як Facebook та Google, неодноразово конфліктували з органами влади ЄС щодо обробки даних користувачів. Регулювання захисту даних також було прийнято

в Каліфорнії, тоді як інші юрисдикції розглядають аналогічні дії. Глобально діючі підприємства, такі як банки, віддають перевагу глобально стандартизованим процесам, що означає, що ці національні правила потенційно впливають на бізнес далеко за межами їхніх національних кордонів.

По-п'яте, у більшості країн діють закони **про цензуру**, що регулюють те, що можна поширювати публічно. Наприклад, порнографія або реклама шкідливих речовин, таких як сигарети чи алкоголь, значною мірою регулюються в багатьох країнах. Національні регулятори прагнуть запобігти обходу такого регулювання іноземними постачальниками інтернет-контенту. В авторитарних державах така цензура може включати, наприклад, критику урядової політики чи політичних лідерів та поширення фактів, що суперечать світогляду влади. З огляду на такі обмеження, такі компанії, як Google та Yahoo, вирішили, що не можуть надавати свої послуги в Китаї, оскільки національні правила щодо цензури та обміну даними суперечать їхнім корпоративним цінностям.

По-шосте, національні держави забороняють певні міжнародні транзакції в інтересах **національної безпеки**. Традиційно такі правила застосовувалися до військової техніки та технологій прямого чи непрямого використання для військових. Однак за останнє десятиліття ця концепція була розширена, включивши, наприклад, дані, що цікавлять військових, включаючи дані про людей, інфраструктуру (мережі 5-G) та географію. Під час війни національна безпека забезпечується та застосовується особливо вибірково та суворо. Цифровізація створює нові виклики для забезпечення дотримання таких правил, враховуючи легкість, з якою користувачі можуть отримати доступ до інформації майже з будь-якого місця в Інтернеті [45]. У відповідь на ці виклики такі країни, як Китай, запровадили цифрові брандмауери, які перешкоджають доступу до веб-сайтів,

розташованих за межами країни, тоді як такі країни, як США та Велика Британія, обмежують громадянство інвесторів у проекти цифрової інфраструктури.

По-сьоме, **конкурентне законодавство** для фірм цифрової економіки вийшло на чільне місце в порядку денному політики в усьому світі. Це включає схвалення злиттів та поглинань у цифровій економіці. Наприклад, органи з питань конкуренції стурбовані хвилею придбань технологічних стартапів провідними гравцями цифрової економіки, такими як Google, Meta та Amazon. Ці фірми останніми роками придбали багато молодих технологічних стартапів, доповнюючи свої продуктові пропозиції, що дозволило їм поступово розширювати свою ринкову владу на суміжні бізнес-сегменти. В інших випадках, відомих як «вбивчі придбання», домінуючі фірми купують потенційного конкурента ще до того, як вони з'являться. Національні та європейські органи з питань конкуренції розробляють критерії оцінки таких злиттів та поглинань, і ці ініціативи не завжди узгоджені.

Подібні суперечки виникли й щодо впровадження та забезпечення дотримання правил для забезпечення чесної конкуренції з огляду на домінуючі фірми в цифровій економіці. Примітно, що компанії цифрових платформ можуть досягти переважної ринкової влади порівняно з користувачами платформ. Органи з питань конкуренції можуть не заперечувати проти такої ринкової влади, коли їхні конкурентні переваги розвиваються органічно та зумовлені інноваціями. Проте вони все ще контролюють платформи, щоб запобігти практиці з антиконкурентними наслідками.

### **1.3 Фактори розвитку цифрового міжнародного бізнесу**

Цифровізація впливає не лише на цифрові фірми. Традиційні фірми з усталеними організаційними структурами та процесами стикаються з викликом цифрової трансформації. Вона створює різні

проблеми в різних галузях, і загальноузгодженого визначення не існує. Фіцджеральд, Крушвіц, Боннет та Велч розглядають цифрову трансформацію як «використання нових цифрових технологій (соціальних мереж, мобільних пристроїв, аналітики або вбудованих пристроїв) для забезпечення значних покращень бізнесу, таких як покращення клієнтського досвіду, оптимізація операцій або створення нових бізнес-моделей». Фурр та ін. [2] використовують цей термін ширше, щоб охопити «впровадження нових стратегій та бізнес-моделей, які стали можливими завдяки безлічі нових інформаційних технологій». Деякі фірми вважають цифрову трансформацію простим процесом, який покращує продуктивність, тоді як багато інших вважають її складною та пов'язаною з проблемами [25].

Цифрова трансформація охоплює не лише впровадження цифрових технологій, але й, що ще важливіше, зміни в бізнес-процесах і практиках, які допомагають фірмам конкурувати в цифровому світі [1]. Її впровадження вимагає нових можливостей, які дозволяють не лише здійснювати організаційні зміни, але й нові процеси використання цифрових технологій для створення та привласнення більшої цінності для фірми [31]. Існуючі дослідження підкреслюють, що хоча технології є важливою частиною цифрової трансформації, вони не є єдиною сферою уваги [20]. Управління талантами, корпоративна культура, стратегія, керівництво компанії та організаційна структура відіграють важливу роль у цифровізації компанії [8]. Цифрова трансформація вимагає від фірм внесення змін до успадкованих процесів, організаційної культури та бізнес-моделей [44]. Singh, B., & Kaunert, C. [33] підкреслюють важливість надання можливостей цифрових знань для утримання цифрових людських ресурсів на рівні дочірніх компаній.

Підприємства, що працюють у кількох країнах, стикаються з ще більшими викликами під час цифрової трансформації з кількох

причин. По-перше, їм потрібно вирішити розбіжності між існуючими міжнародними знаннями та новими знаннями, створеними за допомогою цифрових технологій, включаючи інформаційне перевантаження [12]. По-друге, їм потрібно координувати трансформацію в кількох бізнес-одинацях у різних національних контекстах, що збільшує складність процесу [21]. Чим географічно диверсифікована фірма, тим більшими є такі виклики. Зокрема, цифрова трансформація може спричинити внутрішню політичну напруженість між бізнес-одинацями, розташованими в різних країнах. Ефективним способом керівництва такими змінами є призначення головного директора з цифрових технологій, який надаватиме централізоване керівництво щодо впровадження цифрових рішень у всій організації та може допомогти багатонаціональним підприємствам вирішувати контекстуальні відмінності між країнами та розбіжності між бізнес-одинацями [3].

Успішна трансформація вимагає специфічних можливостей цифрової трансформації [1]. 29. Mir, M. M., Mir, G. M., Raina, N. T [29] стверджують, що можливості трансформації базуються на підприємницькому мисленні, яке «активно культивується всередині, а також застосовується широкий підхід до побудови зовнішньої мережі». Вони вважають, що цифрова трансформація вимагає перегляду зовнішнього середовища та екосистеми компанії. У цьому процесі можливості цифрової трансформації забезпечують існуючі фірми постійним стратегічним оновленням процесів, процедур та організаційних структур, необхідних для реагування на швидкозмінне цифрове середовище. Проте деякі автори [6] стверджують, що більшість фірм не розвивають управлінських та технологічних можливостей, необхідних для реалізації потенціалу цифрових технологій.

Спираючись на концепцію динамічних можливостей, дослідники починають визначати конкретні можливості, необхідні фірмам для успішної цифрової трансформації. Динамічні можливості базуються на інноваціях та забезпечують здатність створювати, розширювати та модифікувати ресурсну базу фірми [32]. Структура динамічних можливостей стала одним з найактивніших напрямків досліджень у літературі зі стратегічного менеджменту та цифрового інвестування. Проте, розвитку динамічних можливостей для цифрової трансформації та створення цінності в цифрових контекстах приділялося обмежена увага. Нещодавні дослідження пов'язують динамічні можливості та цифрову трансформацію та показують, що можливості цифрової трансформації повинні допомагати фірмам (1) орієнтуватися в інноваційних екосистемах, (2) перепроєктувати внутрішні структури та (3) підвищувати цифрову зрілість [14]. Зокрема, можливості динамічної цифрової трансформації повинні забезпечувати чотири кластери діяльності: сприйняття, навчання, інтеграцію та координацію [9] або гнучкість, масштабованість, стабільність та опціональність [16].

Багато розвинених транснаціональних підприємств стикаються з викликом трансформації своїх фізичних операцій у цифровий світ. Поки що лише кілька досліджень аналізують, як фірми можуть найкраще впроваджувати цифрову трансформацію, які технології є найкориснішими, які можливості забезпечують цей процес і як керувати ним [38]. Отже, першим дослідницьким завданням є краще пояснення процесів змін, пов'язаних з цифровими технологіями.

Однією з переваг традиційних багатонаціональних підприємств над новими учасниками є їхні існуючі мережі міжнародних покупців, постачальників та партнерів, до яких вони можуть звертатися за знаннями, ресурсами та інноваціями. Трансформуючи ці мережі за допомогою застосування цифрових технологій, традиційні МНК можуть створити додаткові переваги. Дослідження, що аналізують

цифрову трансформацію мереж МНК, можуть допомогти пояснити, як найкраще скористатися перевагами існуючих мережових відносин, як розширити їх на інші іноземні ринки та як використовувати ці мережі для збільшення конкурентної переваги фірми.

По-друге, цифрові технології дозволяють створювати нові форми координації між географічно розподіленими бізнес-одинацями та командами. Таким чином, транснаціональні корпорації (ТНК) переглядають традиційну суперечність між глобальною інтеграцією та місцевою реакцією. З одного боку, цифрові технології надають особам, які приймають рішення в штаб-квартирі, набагато детальніші дані про їхні глобальні операції, що дозволяє досягти вищого рівня централізованого прийняття рішень та контролю. Однак це може підірвати підприємницькі ініціативи на нижчих рівнях фірми, таких як іноземні дочірні компанії та їхні суб'єкти. З іншого боку, надання глобальних даних інноваційним менеджерам по всій організації може стимулювати значні інновації.

## **РОЗДІЛ 2**

### **СВІТОВА ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ**

#### **2.1. Складові системи охорони здоров'я Індустрії 4.0**

Термін «Медицина 4.0» тісно пов'язаний з «Промисловістю 4.0»; він описує четвертий етап розвитку медицини. Сучасні ліки, що з'явилися близько 150 років тому, проходять цифровий шлях за допомогою робототехніки, інтернету та штучного інтелекту. Впровадження систем штучного інтелекту в медицину є однією з найважливіших сучасних тенденцій у світовій охороні здоров'я. Сучасні медичні методи лікування не можуть досягти свого повного потенціалу без використання передових обчислювальних технологій. Технології штучного інтелекту фундаментально змінюють глобальну систему охорони здоров'я, дозволяючи радикально переробити систему медичної діагностики, розробляти нові препарати, проводити передовий аналіз, тестування та лікування, щоб забезпечити досягнення прогресу в галузі трансплантаційних операцій. Обчислювальне моделювання з використанням методу скінченних елементів (МСЕ) є важливою частиною процесу цифровізації в медицині. МСЕ дозволяє медичним інженерам/промисловим дизайнерам вивчати багато взаємопов'язаних концепцій, включаючи, наприклад, стабільність та довговічність пристроїв (наприклад, прогнозування кінця терміну служби імплантатів, специфічних для кожного пацієнта). Модель скінченних елементів (МСЕ) дозволяє моделювати напруження в матеріалі за різних термодинамічних умов. У моделі МСЕ деталь моделюється та аналізується з використанням репрезентативної фізичної поведінки. Такий підхід демонструє слабкі місця деталі та дозволяє вдосконалити конструкцію. Цифровізація та штучний інтелект загалом покращують якість медичних послуг,

одночасно знижуючи витрати для медичних клінік. На рисунку 2.1 показано ключові технології, що сприяють цифровізації медицини.

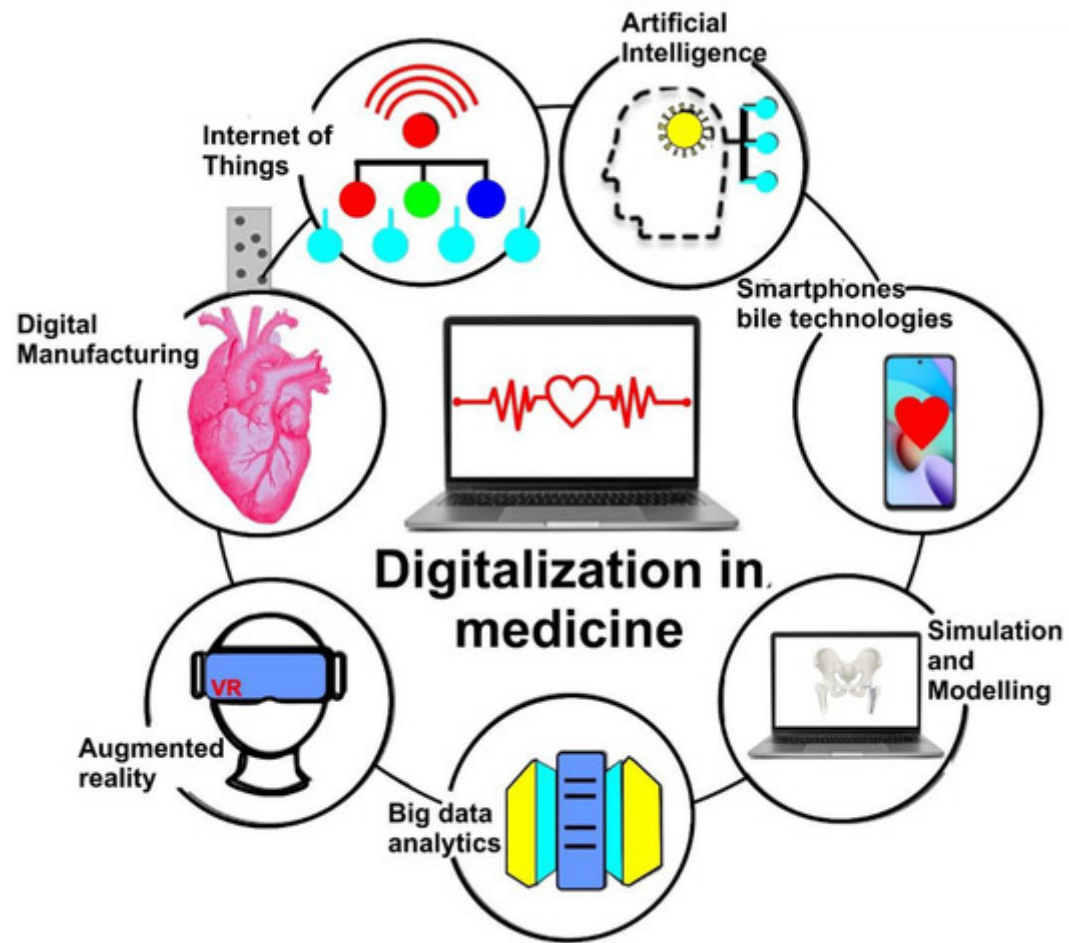


Рис. 2.1. Цифровізація в медицині — основні технології.

У світовій практиці споживачі все частіше використовують онлайн-платформи для отримання медичної інформації з таких причин:

47% хочуть дізнатися більше про свого лікаря.

38% хотіли б перевірити лікарню та її медичні заклади.

77% віддали б перевагу онлайн-запису на прийом до лікаря.

У новому режимі цифрової економіки медичні працівники, як і фрілансери, можуть безпосередньо надавати свої навички, таланти та досвід пацієнтам.

Кілька компаній охорони здоров'я пропонують онлайн-майданчик, який безпосередньо пов'язує медичних працівників із необхідними медичними закладами. Це забезпечує набагато ефективніший спосіб надання медичних процедур та послуг на вимогу споживачам. У свою чергу, медичні працівники стали частиною цифрової індустрії охорони здоров'я, надаючи лікування, орієнтоване на пацієнта.

Телемедицина – це досить сучасний тренд, який став особливо популярним під час пандемії COVID-19. Такий підхід дозволяє підтримувати та доглядати за пацієнтами в некритичному стані. Телемедицина мінімізує кількість контактів між хворими пацієнтами. Більше того, така освітня підтримка важлива для хронічних пацієнтів та для профілактики захворювань. За даними Університету Джона Гопкінса, до першого глобального локдауну в березні 2020 року кількість телевізитів становила приблизно 50–70 на місяць. До травня 2020 року це число радикально зросло до 94 000. Більше того, після широкого відновлення роботи медичних служб кількість щомісячних телевізитів залишалася близько 35 000.

Технологічно цей вид телекомунікацій забезпечував пряму передачу медичної інформації в різних форматах (історія хвороби, лабораторні дані, рентгенівські знімки, результати комп'ютерної томографії, відеозображення, ультразвукове дослідження тощо), а також відеоконференції в режимі реального часу між медичними закладами або лікарем та пацієнтами.

Використання телемедицини дозволило надавати консультативні медичні послуги в тих районах, де пацієнти не мають можливості отримати допомогу вузькопрофільних спеціалістів безпосередньо в медичному закладі. Телемедицина має не менше значення навіть у розвинених країнах. З її впровадженням витрати на лікування значно знизилися, якість діагностики покращилася, а дистанційний

моніторинг здоров'я став доступним. Це особливо важливо для пацієнтів похилого віку та пацієнтів із хронічними захворюваннями. Наприклад, Мережа охорони здоров'я Університету Святого Луки в Пенсільванії регулярно проводить відеоконференції, щоб допомогти пацієнтам похилого віку. Вони визнають, що ця соціальна група рідше використовує мобільні додатки та більш комфортно почувається з технологіями, орієнтованими на настільні комп'ютери або ноутбуки.

Згідно з «Оглядом світового ринку телемедицини», світовий ринок телемедицини досяг 56,2 млрд доларів США у 2020 році та, як очікується, досягне 175,5 млрд доларів США до 2026 року. Річні темпи зростання становлять близько 19,2%. Телемоніторинг пацієнтів становить основну частку світового ринку, яка становить 32–48%. Провідними країнами за обсягом витрат на телемедицину та розвитку ринку телемедицинських технологій є Китай та Сполучені Штати.

З прогресом у великих даних та їх впровадженням у медичні інновації існують потенційні ризики для конфіденційності даних пацієнтів. Охорона здоров'я є головною мішенню для кібератак, і навіть за умови постійних інвестицій у кібербезпеку, критичні вразливості залишаються в багатьох медичних пристроях, які лікарні використовують для лікування пацієнтів. Сучасна охорона здоров'я вимагає передових рішень, що знижують ризики, спричинені кібератаками. Поряд з цим, конфіденційні дані пацієнтів, що відповідають вимогам GDPR, також необхідно захищати, щоб не порушувати конфіденційність пацієнтів.

Для організацій охорони здоров'я надзвичайно важливо забезпечити належне поводження з даними пацієнтів не лише відповідно до GDPR, але й тому, що це має вирішальне значення для прозорості з пацієнтами. Можна сказати, що вузька сфера застосування законів про конфіденційність даних може бути проблемою. Це можна простежити до закону США про конфіденційність медичних даних

(HIPAA), який регулює обмін даними між медичними працівниками та пацієнтами, але не неідентифіковані дані. Наприклад, дані, що передаються фітнес-тренеру, дані відстеження зі смартфонів та дані з різних програм можна вважати незахищеними.

Однак відповідні закони стають дедалі ефективнішими у сфері конфіденційності медичних даних. Гарним прикладом є Загальний регламент Європейського Союзу про захист даних, прийнятий у 2016 році. Законодавство ЄС тепер вимагає від обробників та контролерів даних надавати користувачам власні дані, чітко розкривати інформацію про збір даних, встановлювати високі стандартні налаштування конфіденційності тощо.

Медичні гаджети не є повністю захищеними, подібно до інших пристроїв Інтернету речей, і це впливає на конфіденційність даних і навіть безпеку самого пристрою. Ризики та загрози завжди існують. Тенденції швидкого зростання аудиторії, яка стикається з кібератаками, можна пояснити зростаючим використанням електронних медичних записів та збільшенням кількості медичного обладнання та пристроїв Інтернету речей, підключених до лікарняних мереж. Крім того, поширення вірусів, які перешкоджають роботі не лише комп'ютерів, а й медичних пристроїв, є постійною проблемою. Однак, щоб усунути такі проблеми, кібербезпека активно регулюється організаціями, пов'язаними з охороною здоров'я та урядом, такими як FDA. Це призводить до зниження ризику потенційних кіберзагроз у легально продаваних медичних пристроях. Можна зробити висновок, що існує необхідність у регульованих процедурах захисту даних пацієнтів.

Аналіз великих даних (BDA) в охороні здоров'я дозволяє підвищити ефективність діагностичної практики. Більше того, навіть терапевтичне лікування на основі BDA є набагато точнішим. Це особливо актуально для випадків, пов'язаних з пухлинами, включаючи

важкі онкологічні патології. Основними моментами надзвичайної важливості в цьому відношенні є своєчасна діагностика та точний вибір лікування.

BDA є вигідним для генетичного аналізу з метою обчислення генетичної патології та генерування можливих знань, орієнтованих на вирішення проблем. Слід враховувати, що навіть надшвидкі комп'ютери можуть витрачати години на виконання інтенсивного аналізу даних, який тепер можна прискорити за допомогою обчислень на графічних процесорах.

BDA допомагає знизити рівень помилок при лікуванні та передбачити майбутні показники госпіталізації. Можна зробити висновок, що BDA допомагає зробити охорону здоров'я більш прогнозованою. Прогнозний аналіз навантаження на системи охорони здоров'я та завантаження госпіталізацій дозволяє медичним працівникам підвищувати ефективність послуг та оптимізувати ресурси для активного розгортання.

Слід також враховувати, що прогнозний аналіз може допомогти компаніям плавно мобілізувати людські ресурси, прогнозуючи можливі спалахи застуди/грипу, які можуть призвести до нестачі робочої сили.

Фармацевтичні виробники прагнуть отримати доступ до даних про здоров'я пацієнтів та укладають угоди з технічними компаніями, які добре знаються на BDA – інструменті, що створює нові можливості для розуміння того, як ліки працюють у реальному житті. Одним із недавніх прикладів є угода з Roche, оголошена у 2018 році, в якій компанія придбала всі акції Flatiron Health, компанії зі збору клінічних даних для онкологічних пацієнтів, заплативши 2 мільярди доларів США [14]. Вивчення реальних доказів дозволяє фармацевтичним виробникам довести корисність та цінність своїх препаратів. Найактивніші дослідження в цій галузі проводяться в галузі онкології,

серцевих захворювань та респіраторних розладів. Фактичні дані про вживання ліків збираються поза традиційними рандомізованими клінічними випробуваннями, які сьогодні є золотим стандартом для оцінки ліків. Нейронні мережі зараз ефективно використовуються для розробки автоматизованого пошуку ліків. Дослідники та фармацевтичні хіміки працюють разом, щоб виявити проблемні питання та створити більш ефективні моделі для розробки нових ліків [14]. Очікується, що досягнення в міждисциплінарних галузях, що поєднують обчислювальні та геномні технології, призведуть до нових горизонтів персоналізованої медицини [42].

У Сполучених Штатах проект «Мікробіом людини» було запущено одночасно з відомим проектом «Геном людини» [6]. Під час його реалізації в рамках Національних інститутів охорони здоров'я США було створено спеціальний Центр аналізу та координації даних. Реалізується спільний китайсько-європейський проект MetaHit, де проводяться активні дослідження в цьому напрямку.

Розумні окуляри з функцією доповненої реальності (AR) дозволяють працівникам складу досягати вищого рівня точності. Для критично важливих застосувань, таких як виробництво літаків, AR допомагає виробникам точно збирати та ремонтувати літаки, а також досягати підвищеної надійності під час ремонту [17]. Віртуальна реальність (VR) трансформує охорону здоров'я та змінює спосіб лікування пацієнтів. Для мільйонів людей, які страждають від хронічного болю, VR є робочою альтернативою медикаментозним препаратам. VR – це безпечне та ефективне лікування болю та потужний інструмент реабілітації при тривозі, посттравматичному синдромі, стресі, інсультах. Медичні працівники та студенти-медики використовують VR-симуляції для покращення своїх навичок та для планування складних хірургічних втручань. Очікується, що світовий ринок охорони здоров'я з використанням віртуальної та доповненої

реальності досягне 5,1 мільярда доларів США до 2025 року. Нещодавно хірурги клініки хребта Невади провели процедуру заднього поперекового спондилодезу, використовуючи роботизовану платформу Medtronic Mazor X та гарнітуру доповненої реальності xvision. Зазвичай це досить інвазивна та трудомістка операція, яка триває від шести до семи годин, але в цьому випадку, використовуючи гарнітуру xvision разом з роботизованою платформою Mazor X, операція зайняла менше двох годин. Гарнітура xvision дозволяє хірургу та його команді точніше знаходити імплантати, що в іншому випадку зайняло б більше часу. Перед процедурою хірург-ортопед і невролог використали роботизовану платформу для ретельного планування точного розміщення імплантата та гвинтової системи. Під час операції гарнітура доповненої реальності дозволяє хірургу звертатися до попередньо створеного 3D-анатомічного плану. В результаті весь процес стає малоінвазивним і набагато ефективнішим. Частота ускладнень і час відновлення пацієнтів різко знизилися завдяки скороченню часу перебування в операційній, як і незначне пошкодження м'яких тканин порівняно з відкритим доступом.

Наприкінці вересня 2021 року Kinomatic запустила платформу для створення каркасів на основі віртуальної реальності, яка дозволяє хірургам розробляти індивідуальні плани ендопротезування колінного та кульшового суглобів. Ця платформа може працювати з будь-якою системою імплантів та бути адаптованою для різноманітних хірургічних технік та хірургічних підходів. Запатентований VR-додаток компанії дозволяє хірургам переглядати та маніпулювати хірургічними планами з неперевершеною деталізацією. Платформа підтримує передопераційне моделювання ендопротезування колінного та кульшового суглобів з використанням бажаних імплантів, хірургічних технік та специфікацій. Пацієнти отримують комп'ютерну томографію високої роздільної здатності, яка потім після завершення

моделювання перетворюється на точну 3D-модель суглоба пацієнта. Хірург може визначити точний розмір та орієнтацію імплантату, що найточніше відтворить природну анатомію суглоба.

Гарнітури віртуальної реальності використовуються для просування спорту та фітнесу, і вони допомагають дітям з аутизмом навчитися орієнтуватися в реальному світі. Застосування VR-тренувань для пацієнтів з аутизмом призводить до покращення повсякденних навичок. VR та AR мають потенціал допомогти людям похилого віку подолати проблеми з мобільністю, когнітивні здібності та обмеження соціалізації. Нещодавно було показано, як трансляційний потенціал VR може бути використаний для зниження ризику самогубства. Фактори VR, такі як дисоціація та дереалізація, дозволили імітувати досвід самогубної можливості та зменшити цей ризик. Віртуальна реальність не тільки допомагає людям, але й дозволяє досліджувати поведінку та середовище тварин [25].

Розвиток обчислювальних технологій призвів до появи нових способів підтримки дослідницьких та дослідницьких робіт, які тепер також розглядаються як «віртуальні експерименти». Це швидкоз'являючі та швидко розвиваючі інструменти в різних застосуваннях віртуальної реальності (VR), включаючи медицину. Можна коротко визначити «VR-експеримент» (VRE) як передовий інструмент комп'ютерного моделювання. Завдяки перевагам сучасних технологій в обчисленнях та візуалізації, VRE вже почав відігравати значну роль у випадках, коли реальні експерименти є надзвичайно небезпечними або непомірно дорогими. Один з таких випадків пов'язаний з дослідженнями в галузі безпеки, медицини та охорони здоров'я. У цьому аспекті VR-експерименти можна розглядати як неінвазивні та неінвазивні. Цей метод базується на розробці та використанні складних, передових моделей людського тіла та його частин. Ці моделі також використовуються для тестування різних

сценаріїв «що, якщо» як у статичних, так і в динамічних випадках, прогнозуючи, як людський організм реагуватиме на різні ситуації, і як працюватиме різне обладнання, призначене для запобігання травмам або допомоги під час операцій. Сьогодні такі моделі стали настільки складними, що можна говорити про «цифрових двійників» [15 , 21], а результати моделювання наближаються до експериментальних. Одним із прикладів справжніх історій успіху в розробці передових цифрових двійників та віртуальних експериментів у медичних та безпекових дослідженнях є сучасні досягнення у вивченні черепно-мозкових травм та у відповідній розробці сучасних захисних шоломів.

На жаль, комп'ютерне моделювання загалом і віртуальні експерименти зокрема не позбавлені проблем. Одна з цих проблем полягає в тому, що модель не може бути протестована всередині моделі. Подальші розробки в цій галузі представлені «сурогатними близнюками». Це сурогати частин тіла (фізичні моделі), виготовлені за допомогою адитивного виробництва, ще однієї сучасної технології, що стала можливим завдяки оцифруванню. Такі сурогати можуть мати ті ж форми та контури, що й їхні цифрові аналоги, оскільки вони використовують ті ж файли CAD. Властивості матеріалів, що використовуються в сурогаті, імітують м'які тканини та кістки людини та можуть бути точно охарактеризовані. Сурогати часто мають інкапсульовані датчики, і з ними проводяться експерименти в реальних умовах. Експерименти з сурогатними близнюками також проводяться без небезпеки для людей, а зібрані дані однаково корисні як для досліджень і розробок, так і для перехресної перевірки як цифрових, так і фізичних моделей. Значного прогресу у застосуванні сурогатних близнюків досягнуто в галузі досліджень безпеки та вивчення механізмів травмування.

Ці методи використовують можливості цифровізації, від сканування форм до створення сурогатів різної складності з

вбудованими датчиками за допомогою адитивного виробництва та синтетичних матеріалів, що імітують різні тканини. Такий інноваційний підхід дозволяє розробляти нові пристрої з високим ступенем ефективності. Застосування сурогатних близнюків корисне як у цивільній, так і у військовій сферах.

Носимі медичні пристрої – це сучасний тренд в охороні здоров'я. Вони допомагають збирати дані про здоров'я пацієнтів. Ці пристрої надають щоденні дані про здоров'я та є активними інструментами моніторингу порівняно з клінічними оглядами раз на рік або раз на місяць.

Медичні компанії інвестують у портативні розумні пристрої, які можуть забезпечувати актуальний моніторинг пацієнтів з високим ризиком, запобігаючи серйозним проблемам зі здоров'ям. Згідно з нещодавнім звітом, очікується, що ринок портативних медичних пристроїв досягне 46,6 мільйона доларів США до 2025 року, що є вражаючим стрибком порівняно з приблизно 8 мільйонами доларів США у 2017 році. Деякі з найпоширеніших пристроїв включають:

- Розумні годинники з датчиками серцевого ритму та відстеженням фізичних вправ.
- Потоміри, що використовуються діабетиками для контролю рівня цукру в крові.
- Розумні пластирі для вимірювання рівня гідратації, температури тіла, частоти серцевих скорочень та інших біометричних параметрів.
- Оксиметри вимірюють кількість кисню в крові, що актуально для пацієнтів із респіраторними захворюваннями, наприклад, астмою.
- Навушники для контролю артеріального тиску.

Біосенсиори в сучасних пристроях здатні не лише зчитувати пульс, вимірювати кроки та калорії, але й вимірювати рівень гідратації,

рівень електролітів, артеріальний тиск; отримувати результати електрокардіограми (ЕКГ); а також визначати м'язове навантаження, силу та рівень втоми.

Існує багато відчутних переваг для компаній охорони здоров'я від поширення використання носимих пристроїв:

Ці пристрої роблять пацієнтів відповідальними за моніторинг своїх дій, що призводять до певного стану здоров'я.

Активний моніторинг результатів стимулює людей займатися більше спортом і підтримувати форму, ставлячи нові цілі. Така практика знижує ризик ожиріння та зменшує навантаження на систему охорони здоров'я.

Відповідна медична інформація є затребуваною для страхових компаній для оцінки реальних ризиків для здоров'я пацієнтів.

Пацієнтам, які використовують технології для профілактичного лікування та моніторингу, пропонуються знижки на медичне страхування.

Весь комплекс асистованих тривимірних методів використовується в 3D-прототипуванні. 3D-візуалізація/обробка медичних зображень медичної проблеми за допомогою медичної комп'ютерної томографії, МРТ та рентгенівських досліджень. Машинне навчання може бути використане для обробки медичних зображень. Після вилучення необхідних характеристик з конкретного медичного випадку ці дані можуть бути оброблені для прийняття точних рішень.

3D-моделювання з використанням сучасних цифрових інструментів, таких як Magics від Materialise та аналогів. Складна модель пошкодженої ділянки може бути реалізована для подальшого хірургічного планування. Це особливо актуально для складних випадків раку, коли хірургу потрібно спробувати резекцію пухлини з кількох сторін. Цифрові системи 3D-планування дозволяють

здійснювати онлайн-спілкування між хірургом та інженером, відповідальним за 3D-друк імплантату. 3D-прототипування з використанням полімерних принтерів підвищує точність металевих імплантатів, розроблених на замовлення.

3D-друк органів і тканин, також званий біодруком, є швидко розвиваючимся застосуванням для задоволення потреб сучасної трансплантології. 3D-друк використовується для адитивного виробництва металевих/керамічних імплантатів, спеціально розроблених для пацієнта; для стереолітографії систем доставки ліків; для індивідуальних протезів на основі полімерів/металу; а також для індивідуальних розробок інструментів хірургів.

У біомедицині машинне навчання та глибоке навчання використовуються для моделювання людських знань та для комплексного аналізу спеціальних медичних даних, а також біомедичних і біофізичних процесів в організмі людини [15]. Тут штучний інтелект працює над систематизацією асистованих поведінкових процесів за допомогою складного машинного навчання (табл 2.1).

Таблиця 2.1

## Використання штучного інтелекту в медицині.

| Цілі                                                                                                             | Вплив                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Аналіз (включно з перерізом) даних про населення, реєстраційних даних, даних Omix, соціальних мереж              | Нові кореляції для подальших наукових досліджень і медичних застосувань |
| Аналіз медичних зображень, створення системи з автоматичним початковим рівнем опису та інтерпретації результатів | Покращення швидкості та якості прийняття медичних рішень                |
| Розумні скрипти для опитувань пацієнтів                                                                          | -                                                                       |
| Система підтримки клінічних рішень (CDSS) — платформи для організації CDSS як послуг                             | -                                                                       |

| Цілі                                                                                            | Вплив                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Контроль операційної якості та інтелектуальний бенчмаркінг надання медичної допомоги в установі | Покращення швидкості та якості професійної роботи                           |
| Контроль довгострокових наслідків медичної допомоги                                             | Зміна систем оцінки та аналізу надання медичної допомоги                    |
| Системи підвищення дотримання способу життя громадян і пацієнтів до призначеного лікування      | Зниження захворюваності та підвищення ефективності лікування                |
| Моделювання діяльності медичної організації                                                     | Покращення якості управління, оптимізація витрат                            |
| Носимі та інші мобільні медичні пристрої для дистанційного моніторингу                          | Онлайн/регулярний моніторинг показників здоров'я                            |
| Смарт-тренувальні медичні симулятори                                                            | Підвищення якості підготовки медичних працівників                           |
| Візуалізація медичних даних, включаючи розумну навігацію під час хірургічних втручань           | Покращення швидкості та якості прийняття медичних рішень, медичної допомоги |

Головною метою штучного інтелекту в біомедицині є встановлення зв'язків між здоров'ям пацієнтів, діагностикою, обраною програмою лікування та результатами подальшого спостереження. Завдяки штучному інтелекту ефективність діагностики та обраного терапевтичного лікування може бути радикально покращена. Машинне навчання для таких діагностичних інструментів, як електрокардіографія (ЕКГ) та електроенцефалографія (ЕЕГ), допомагає лікарям у скринінгу та розпізнаванні захворювання, а також у зменшенні можливих ризиків. Використання машинного навчання дозволяє обробляти отримані дані, такі як частота серцевих скорочень, пульс, інтервали, варіабельність даних ЕКГ/ЕЕГ тощо. Поєднання цих параметрів може допомогти виявити наявність захворювань, пов'язаних із серцем.

Діагностика ракових пухлин за допомогою застосування штучного інтелекту (глибоке навчання, класифікація зображень, розпізнавання об'єктів) до зображень МРТ не поступається за точністю висновкам висококваліфікованих радіологів. Алгоритми штучного інтелекту також є ефективним рішенням для правильного підбору препаратів, орієнтованих на пацієнта та специфічних для нього.

Впровадження нових цифрових інструментів іноді називають концепцією «лікарня 4.0», що підкреслює цифровий характер прогресу в медицині. Сфери використання штучного інтелекту в медицині можна визначити наступним чином:

На рівні проектування: прогнозування захворювань, виявлення груп пацієнтів з високим ризиком захворювань, організація профілактичних заходів.

На виробничому рівні: автоматизація та оптимізація процесів у лікарнях, автоматизація та підвищення точності діагностики.

На рівні просування: управління цінами, зниження ризиків для пацієнтів.

На рівні надання послуг: адаптація терапії та складу препаратів для кожного окремого пацієнта, використання віртуальних асистентів для планування маршруту пацієнта в поліклініці чи лікарні.

Однак наразі медична спільнота не має одностайної думки щодо того, чи є цифровізація в медицині необхідною та корисною для всіх галузей охорони здоров'я, чи вона нав'язана медичній спільноті через загальні тенденції. Це означає, що фахівці охорони здоров'я потребують глибоких академічних досліджень з цієї теми. Обмеження цифровізації пов'язані з величезними вимогами до апаратного забезпечення. Традиційно механічні деталі, такі як болти та гайки інструменту, можна просто зняти та замінити, але з електронікою це не так. Апаратне забезпечення зараз дуже швидко застаріває, а оновлення

програмного забезпечення чи мікропрограми більше не доступні після закінчення терміну їхньої розробки.

## **2.2 Бізнес-моделі в медицині на основі штучного інтелекту**

Використання бізнес-моделей для розуміння створення цінності та конкурентних переваг є постійно зростаючою тенденцією серед науковців та практиків. Сучасна економіка пропонує нові можливості для учасників створювати механізми цінності не лише всередині компанії, але й у співпраці з новими учасниками), соціальні покращення, сталий розвиток та інші.

Під створенням цінності ми маємо на увазі цінність, сформовану виробником, де вартість виробництва продукту менша за вартість його продажу клієнту. У свою чергу, захоплення цінності означає передачу цінності від постачальника до виробника. У системі охорони здоров'я ці процеси можуть відрізнятися залежно від зацікавленої сторони. З одного боку, є приватні компанії, які формують продукт або послугу та пропонують її споживачеві в обмін на винагороду. З іншого боку, є лікарні, які є некомерційними організаціями та генерують максимальну цінність, за умови, що вони не перевищують витрати. Захоплення цінності в цьому випадку проявлятиметься у випадках збільшення прибутку.

Існує кілька основних типів бізнес-моделей для компаній, що розробляють рішення на основі штучного інтелекту. Перша – це постачальник SaaS-продуктів на основі штучного інтелекту (AI SaaS Product Vendor), бізнес-модель якої базується на досить поверховому вирішенні проблеми клієнта, відсутності спеціалізації та максимізації клієнтської бази. Друга – постачальник продуктів на основі штучного інтелекту. Бізнес-модель такої компанії частково запозичує принципи постачальника SaaS-продуктів на основі штучного інтелекту; однак більше зусиль вкладається в індивідуальний підхід, існують пілотні

проекти, використовуються дані клієнтів, а дохід від кожного з них зростає з часом. Далі йде постачальник платформи штучного інтелекту (AI Platform Vendor). Компанії віддають перевагу довгостроковим відносинам з клієнтом, і проводиться поглиблене навчання користувачів. Наступна бізнес-модель – це технічний та управлінський консалтинг у сфері штучного інтелекту (AI Technical and Management Consulting), до якої входять компанії, зацікавлені в довгострокових відносинах з клієнтом і зосереджені на реалізації кількох проектів. Остання бізнес-модель – це управлінський консалтинг у сфері штучного інтелекту (AI Management Consulting). Ці компанії пропонують клієнтам ряд короткострокових, середньострокових та довгострокових проектів у сфері штучного інтелекту.

Компанії, що пропонують рішення на основі штучного інтелекту (AI SaaS) та продукти штучного інтелекту, працюють на вузькому ринку, і кількість клієнтів зазвичай невелика. Рішення на основі штучного інтелекту таких компаній є вузькоспеціалізованими та мають більше шансів завоювати цю нішу, ніж загальні платформи штучного інтелекту. Тривалість продажу та інтеграції залежить від масштабів змін, які зазнають бізнес-процеси споживача. Споживачі, які зазнають більше змін, зазвичай бачать вищу ціну на продукт. Компанії, що займаються штучним інтелектом, прагнуть автоматизувати процеси та навчати програми на основі попередньо перевірених даних. Такий відхід від налаштування полегшить та пришвидшить підготовку, інтеграцію та прискорить завоювання частки ринку.

Компанії в різних галузях використовують можливості штучного інтелекту для трансформації своїх стратегій, бізнес-моделей та процесів створення цінності. Протягом останнього десятиліття рішення на основі штучного інтелекту проникли в багато галузей, таких як логістика, виробництво, фінансові ринки тощо. Компанії, що пропонують роздрібні рішення на основі штучного інтелекту,

пропонують ціннісну пропозицію, засновану на поведінці споживачів, та розробляють рішення для збільшення товарообігу та зміни як інтер'єру продуктових магазинів, так і географічного розташування самих магазинів). Фінансова галузь стала піонером у використанні штучного інтелекту для оцінки ймовірності шахрайства та пом'якшення наслідків. Міське планування та розвиток інфраструктури можуть базуватися на автономних транспортних засобах, які збирають дані про міський рух, згодом аналізують їх за допомогою рішень штучного інтелекту та пропонують рекомендації щодо адаптації міської інфраструктури у відповідь на нові потреби.

Створення цінності для компанії може надходити з різних джерел. Споживачі або інвестори можуть замовити рішення на основі штучного інтелекту для збору життєво важливої інформації про здоров'я пацієнта. Такий підхід вимагає певного позиціонування та усталеної репутації, але дозволяє чітко позиціонувати продукт та оперативно отримувати зворотний зв'язок, що необхідно для розробника. Формування оригінальних бізнес-моделей на основі штучного інтелекту для компанії в охороні здоров'я ускладнюється відсутністю оцифрованих даних, труднощами з отриманням доступу до них та передачею їх для обробки. Пацієнти та власники баз даних неохоче діляться інформацією, боячись розголошення (Abouelmehdi et al., 2018). Додатковою перешкодою для розвитку оригінального бізнесу на основі штучного інтелекту є фрагментація контрагентів компанії. Як правило, медичні організації є ключовим споживачем послуг; пацієнти стають користувачами та часто надають персональні дані для обробки, а страхові компанії є платниками.

Використання нових можливостей штучного інтелекту не лише трансформує традиційні методи взаємодії між постачальником і клієнтом, але й створює нові ринки. Нові відносини стають більш науково обґрунтованими та персоналізованими. III поступово

переходить у ланцюжок створення вартості, перетворюючись з цікавої та перспективної новинки на серйозного гравця, який може керувати бізнес-процесами найбільших компаній. У свою чергу, існуючі дослідження мають спільний недолік, а саме відсутність комплексного підходу до бізнес-застосування ІІІ на практиці. Найчастіше поодинокі успішні кейси не дають загального теоретичного розуміння основи вивчення успішних практик. У свою чергу, практики не отримують конкретних рекомендацій щодо комерціалізації промислових рішень ІІІ, взаємодії з клієнтами та формування унікальних бізнес-моделей.

Більшість досліджених стартапів вважають спеціалізацію ключовою сферою. Запропоновані рішення спрямовані на створення цінності у вузькій спеціалізації охорони здоров'я, наприклад, в урологічній діагностиці або ортопедичному прогнозуванні. За словами респондентів, конкуренція на таких вузьких ринках достатньо велика; проте ринок високо винагороджується. Компанії пропонують реорганізацію процесів в охороні здоров'я для пришвидшення процесів клієнтів. Ключовою ціннісною пропозицією стартапів є створення цінності для клієнтів шляхом зменшення витрат часу, витраченого на рутинні операції.

Компанії з успішно інтегрованими рішеннями на основі штучного інтелекту можуть стати консультантами. Однак консерватизм та життєздатність ключової галузі перешкоджають швидким змінам, які можуть бути необхідними для стартап-компаній. Консультанти та більшість їхніх клієнтів вважають ризик впровадження високим. Більше того, успіх інтеграції залежить від залучення керівників рівня С, готовності системи та персоналу перейти на сучасні цифрові рішення та доступності оброблених даних.

Як альтернативу вузькій спеціалізації, компанії можуть пропонувати платформи з набором рішень для клієнтів, які можуть бути комбінацією різних ІТ-послуг або технологій, таких як штучний

інтелект, робототехніка та інші. Платформні рішення адаптовані до потреб конкретного клієнта та можуть підключати нових партнерів через відкритий API для збільшення створеної цінності.

Маючи початковий успіх у вузькій спеціалізації, стартапи можуть адаптувати продукт до потреб аналогічної галузі охорони здоров'я, наприклад, для виявлення інших видів раку або аналізу тканин організму. Такий розвиток є пріоритетом для таких компаній, як Cerebriu та Lytics. Більшість стартапів мають певну гнучкість, що дозволяє відносно швидко розробляти та адаптувати рішення порівняно з базовим рішенням. Більше того, набір з кількох вузьких спеціалізацій може поступово сформувати платформу для вирішення кількох проблем. Одним із рішень для розширення спеціалізації може бути ветеринарний ринок. Незважаючи на менший розмір, існує глобальна тенденція до збільшення вартості ветеринарних візитів для власників домашніх тварин. Однак мало хто з стартапів вважає ветеринарну медицину логічним продовженням бізнесу. Адаптації також можуть бути здійснені для потреб інших країн. Більше того, іноземні клієнти можуть розглядати успішний домашній досвід як неключовий параметр для співпраці. Різниця в системах охорони здоров'я країн ЄС або навіть одного регіону, таких як країни Північної Європи, залишається значною, незважаючи на спроби їх стандартизувати.

Респонденти, особливо ті, хто працює у сфері розробки ліків, наголошують, що клієнти мало звертають увагу на певну технологію, таку як ШІ, але очікують отримати миттєві або довгострокові переваги залежно від ситуації. На початку розробки стартапи можуть надавати клієнтам послуги на основі ШІ. Однак, у міру розвитку бізнесу такі стартапи можуть стати споживачами цих послуг. Наприклад, компанії, що займаються розробкою ліків, можуть з часом перейти від

доклінічної стадії до надання послуг для подальшої розробки молекул та клінічних випробувань.

Основним стримуючим фактором у розвитку цієї сфери є використання персональних даних пацієнтів. Усі компанії заявляють, що не зберігають дані пацієнтів або що ці дані анонімізовані. Однак існує певна недовіра до інших компаній, які продають такі дані. Більше того, кожна компанія готує доступні неструктуровані дані від клієнтів по-своєму. Спроба використовувати дані інших компаній може призвести до помилок на практиці.

Типовою умовою співпраці для стартапів у сфері штучного інтелекту в охороні здоров'я є модель «Програмне забезпечення/Платформа як послуга» (SaaS/PaaS). Пропозиція може базуватися, серед іншого, на кількості пацієнтів, лікарів або робочих станцій, обладнання. Лікарні рідко купують продукт або програмне забезпечення; проте вони платять за щомісячний або щорічний доступ до сервісу. Як варіант, модель SaaS/PaaS може бути адаптована до моделі на основі зниження витрат або результату для пацієнта. Для Lytics цей підхід вимагає глибшого аналізу бізнес-процесів та розуміння фінансових потоків клієнта; постачальник отримує частку зекономлених коштів від лікарні або страхової компанії на діагностику, терапію та одужання пацієнтів. Якщо клієнти використовують будь-який пристрій, наприклад, рукави від Presure, вартість базується на вартості пристрою та щомісячній підписки.

ІТ-бізнес, що надає послуги для охорони здоров'я, може розвиватися на основі рішень на основі штучного інтелекту. Усі учасники повинні розглядати ШІ як інструментарій, що пришвидшує роботу в різних сферах. Клієнт розглядає можливість отримання цінності незалежно від використовуваних алгоритмів. Послуги можуть бути затребувані переважно лікарнями, а також іншими учасниками галузі. Стартапи у сфері ШІ, особливо платформні рішення, можуть

вийти на ринок або надавати послуги іншим компаніям на ринку, як це пропонує MMG AI. Респонденти поставили під сумнів бізнес-модель, засновану на безкоштовному розповсюдженні пристроїв з метою збору та продажу даних. Цей тип бізнесу ускладнюється необхідністю надання послуг із суворими процедурами обробки даних пацієнтів.

Співпраця з великими інтеграторами рішень у сфері охорони здоров'я або консалтинговими компаніями може бути привабливою для стартапів у сфері штучного інтелекту. У цьому випадку стартапи у сфері штучного інтелекту мають вузьку сферу відповідальності, здебільшого без просування власних брендів для клієнта чи кінцевого користувача. Такий тип співпраці з інтеграторами може бути цінним, оскільки дозволяє стартапу зосередитися на розробці послуг, наданні підтримки та витрачання менше часу на продажі. Більше того, робота з кількома великими інтеграторами може надати цінні рекомендації для подальшого розвитку бізнесу. Однак продукт стартапу має бути вбудованим у рішення основного інтегратора, а не пропонуватися клієнту як опція.

Охоплення сегмента B2C може бути цінним для компаній, що зосереджені на способі життя та прогнозуванні захворювань. Однією з ключових переваг є постійне відстеження та цілодобовий доступ до спеціаліста чи іншої підтримки. Такі рішення додатково стимулюють пацієнтів дотримуватися певної дієти, фізичної активності та інших звичок способу життя. Наприклад, консерватизм лікарів змусив Presure змінити фокус з лікарів на компанії, які дивляться на стан та прогнозують фізичний стан ключових співробітників. Новим ринком та кінцевими користувачами рішення стали техніки в біотехнологічних компаніях та компаніях з розробки ліків. Працівники отримують рекомендації залежно від виконуваних ними функцій, а менеджери отримують анонімні звіти, що прогнозують фізичний стан співробітників. Як наслідок, керівництво може уникнути майбутніх

ускладнень або зменшити витрати на лікування травм, пов'язаних з роботою співробітників. Etsimo використовує додаткові агенти як додатковий канал просування послуги. Фізичні тренери можуть використовувати рішення для моніторингу результатів клієнта та відстеження активності поза спортзалом або класом.

Лікарі є ключовими гравцями, які заохочують або блокують нові рішення в охороні здоров'я, включаючи ті, що базуються на штучному інтелекті. Ключовими цінностями, створеними для лікарів, є підтримка рішень та перерозподіл робочого часу. Наразі ІІІ допомагає виявляти відхилення на тому ж рівні, що й найкращі фахівці в певній галузі, про що часто згадують представники діагностичних рішень. Однак рішення не прагнуть просто замінити лікарів. По-перше, рішення ІІІ призначені для виявлення відхилень та надання рекомендацій. По-друге, діагностика та лікування накладають зобов'язання щодо набагато складнішої сертифікації рішень. Перерозподіл робочого часу пов'язаний з можливістю створення пріоритетів на основі попереднього аналізу. Пацієнт може (1) отримати повідомлення про те, що захворювання не виявлено, (2) бути перенаправленим, наприклад, до кол-центру для отримання стандартного рецепту, (3) записатися на візит до лікаря для особистої консультації та (4) здійснити екстрений візит до спеціаліста. Таким чином, система на основі ІІІ може перерозподілити робоче навантаження лікарів та зменшити кількість візитів здорових пацієнтів та потребу в тимчасовому персоналі, як це пропонує Etsimo.

Опір лікарів рішенням на основі штучного інтелекту пов'язаний зі страхом втратити робочі місця. Однак жоден з досліджених стартапів не розглядає таку заміну в короткостроковій чи довгостроковій перспективі. Респонденти з Cerebriu та Byon8 зазначають, що більшість діагностів стають більш позитивними щодо нових рішень після впровадження тестів, яке часто триває не більше

одного робочого дня. Однак респонденти відзначають необхідність створення рішень, які вимагають мінімальних додаткових навичок, принаймні спочатку. Лікар і машина мають свої сильні та слабкі сторони; однак, співпраця доповнює можливості один одного та створює цінність для багатьох учасників охорони здоров'я.

Ще одним ключовим учасником, який отримує цінність від штучного інтелекту, є пацієнт. По-перше, рішення допомагають оцінити стан пацієнта перед візитом та підготувати його дані, щоб все відбувалося гладко та ефективно. Для пацієнта рішення на основі штучного інтелекту можуть заощадити час, пришвидшити прийняття рішень та сприяти відновленню. По-друге, можливо передбачити захворювання через один-п'ять років за відсутності змін у поведінці пацієнта. По-третє, пацієнтам можна буде надавати пріоритет залежно від ситуації. Пацієнт у невідкладній ситуації зможе отримати лікування, не чекаючи надто довго. По-четверте, нові рішення можуть виявляти рідкісні захворювання та полегшувати лікування навіть без необхідних спеціалістів. Виявлення пацієнтів з рідкісним захворюванням може сприяти розробці рішення фармацевтичними компаніями. По-п'яте, штучний інтелект сприяє демократизації охорони здоров'я. Пацієнт, незалежно від фінансового стану чи країни проживання, зможе отримувати високоякісні медичні послуги.

Опитані наголошують, що лікарні використовують лише до 5% зібраної інформації; проте вони прагнуть оптимізувати процеси та персонал у робочому режимі. Лікарні належать до критичної інфраструктури для підтримки існування суспільства, що накладає певні обмеження на розвиток та зміни. Лікарні мають вирішальне значення для швидкої трансформації та розвитку проривних рішень у своїх бізнес-процесах, оскільки це пов'язано з ризиком невдалої інтеграції. Однак лікарні зацікавлені у зменшенні кількості госпіталізацій. Як описано в розділі про лікарів, з урахуванням

категоризації пацієнтів та необхідності екстреної госпіталізації, зменшення медичних помилок за допомогою програм підтримки рішень є затребуваним у повсякденній діяльності лікарні.

Ключовими цінностями, що пропонуються фармацевтичним та біотехнологічним компаніям, є скорочення часу та коштів на пошук та тестування фармацевтичних молекул. За даними Synsight та Precisionlife, ці процеси можуть тривати від одного до трьох місяців замість одного-трьох років і можуть скоротити кошти у два-десять разів. Стартапи у сфері штучного інтелекту створюють цінність для фармацевтичних компаній завдяки значному зниженню ризиків під час розробки продуктів, що широко асоціюється з фармацевтичною промисловістю.

Зменшення кількості непотрібних візитів пацієнтів є цінним для страхових компаній. Стартапи, що займаються штучним інтелектом, зазвичай не працюють безпосередньо зі страховими компаніями; проте вони створюють цінність через лікарні. Критичним аспектом успішної співпраці є довіра між страховою компанією, лікарнею та стартапом. Гарантована безпека та захист даних є основоположними в цій взаємодії. Компанії, що використовують методи співпраці, засновані на результатах лікування пацієнтів, підкреслюють прогрес у переговорах з лікарнями та страховими компаніями порівняно з більш традиційним підходом.

Створення рішення для управління популяцією вимагає багатьох ресурсів, якими стартапи часто не володіють. Більше того, використання персональних даних пацієнта вимагає певних додаткових обмежень. З одного боку, у фокусній галузі спостерігається чітка тенденція до надання доступу до різних даних для стартапів. З іншого боку, існує брак довіри до використання та продажу підготовлених даних іншими компаніями. Більше того, представник Etsimo зазначив можливість ідентифікації пацієнта з рідкісним

захворюванням у невеликій країні, наприклад, Фінляндії. Крім того, важко адаптуватися до систем управління популяцією, адаптуючись до інших країн. Ці обмеження пов'язані, перш за все, з відсутністю належних стандартів асоціації, наприклад, назв ліків або процедур. Як зазначалося під час інтерв'ю з MMG AI, навіть в межах однієї країни лікарні можуть використовувати різні назви для своєї діяльності та процедур. Дані показують, що стартапи штучного інтелекту в охороні здоров'я відрізняються за структурою залежно від підходу до фреймів дизайну та параметрів дизайну. У цьому розділі описано теми дизайну, які об'єднують компанії. У таблиці 2.2 пропонується класифікація трьох тем дизайну на основі елементів дизайну та фреймів.

Розробники рішень для покращення доступу до охорони здоров'я, як правило, є діагностичними компаніями. Головна мета цих компаній — підтримати тих, хто приймає невпевнені рішення, та збільшити ймовірність постановки правильних діагнозів без спеціалізованої підготовки. У свою чергу, пацієнти можуть розраховувати на консультації та подальшу допомогу незалежно від обставин. Лікарні та страхові компанії використовують штучний інтелект для створення цінності завдяки передбачуваності процедур та зниженню витрат завдяки ранній діагностиці.

Компанії, що використовують покращений доступ до тем дизайну для охорони здоров'я, можуть зменшити вигорання лікарів. Elypta дозволяє лікарям приділяти більше часу пацієнтам і менше часу паперовій роботі, працюючи безпосередньо з електронними медичними записами, а також підтримує складне прийняття рішень завдяки якісному виявленню можливих захворювань пацієнтів. На перший план виходить емпатія лікарів, яку алгоритми не можуть замінити. За словами опитаних, лікарі, які використовують програмне забезпечення на основі штучного інтелекту, зазвичай відчувають більше задоволення завдяки часу, проведеному з пацієнтами.

Таблиця 2.2

## Теми дизайну на основі перехресного аналізу дослідження

| Класифікаційна ознака          | Покращений доступ до медичного обслуговування                                                                                                    | Швидкість реагування                                                                                                                                                                       | Конфіденційність                                                                                                         |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зміст системи активності       | Підтримка рішень, допомога за відсутності необхідних спеціалістів                                                                                | Зниження витрат                                                                                                                                                                            | Захищена обробка даних                                                                                                   |
| Структура системи діяльності   | Виявлення випадків, визначення пріоритетів пацієнтів                                                                                             | Визначення шаблонів за допомогою рішень на основі штучного інтелекту                                                                                                                       | Анонімність обробки даних та безпечне зберігання                                                                         |
| Управління системою діяльності | <i>Пацієнти</i> – швидкість обслуговування.<br><i>Лікарі</i> – зменшення навантаження.<br><i>Лікарні та страхові компанії</i> – зниження витрат. | <i>Фармацевтичні та біотехнологічні компанії</i> – більша швидкість та більша надійність результату, скорочення витрат та часу на отримання результату.<br><i>Пацієнти</i> – нові рішення. | <i>Пацієнти, лікарі</i> – зручність, надійність.<br><i>Лікарні, страхування</i> – зниження витрат, зменшення шахрайства. |
| Справи                         | Спеціальність – діагностика                                                                                                                      | Спеціальність – відкриття ліків                                                                                                                                                            | Спеціальність – терапія, діагностика                                                                                     |
|                                | Незначна – терапія                                                                                                                               | Незначна – терапія                                                                                                                                                                         | Незначна – відкриття ліків                                                                                               |

Як наслідок, в унікальному випадку або фрагментованих даних якість прогнозів може знизитися. Лікарям слід вирішувати щодо фокального випадку, але алгоритм штучного інтелекту може не розпізнати потенційне захворювання та знизити пріоритет пацієнта.

Компанії, що займаються розробкою ліків, наголошують на тому, що цінність для клієнтів створюється, особливо на доклінічній та клінічній стадіях, шляхом зменшення фінансових та часових витрат. Компанії, які працюють з адаптивним дизайном, зазвичай вносять мало змін.

Компанії, що використовують штучний інтелект, конкурують з компаніями, які не використовують штучний інтелект. Створення алгоритму для неструктурованих даних займає більшу частину часу проекту. Однак подальший аналіз великих даних та пошук закономірностей значно перевищують людські можливості. Штучний інтелект дозволяє працювати з даними, які раніше були недоступні для обробки. Наприклад, Precisionlife обробляла дані, які протягом робочого дня представляли незначний комерційний інтерес для інших компаній. Ця цінність важлива, перш за все, для пацієнтів, які отримують раніше недоступні пільги.

Крім того, наявність таких методів роботи вимагає постійного оновлення процесів. Розробник повинен розуміти та вміти переналаштовувати програму з часом. Складні рішення також вимагають часу на налаштування та адаптацію до нових даних. Постачальники штучного інтелекту повинні постійно контролювати точність медичних порад щодо раси, статі, віку та інших аспектів. Опитані відзначали можливість відхилень від стандарту, які були виявлені як в охороні здоров'я, так і в інших галузях. Така відповідальність вимагає додаткового персоналу, наприклад, юристів, особливо під час навчання роботі з новими непідготовленими даними. Необхідно враховувати помилки та наслідки для життя пацієнтів. Неточність у наданні

підтримки лікарям може бути пояснена джерелом інформації. Наприклад, пацієнт може не знати про сімейну схильність до захворювання або не хотіти визнавати, що не може кинути палити.

Водночас, ІІІ має певні обмеження; наприклад, він пов'язаний з масштабуванням процесів. Догляд за пацієнтами є основною турботою лікарів, а не програмістів та інженерів. З одного боку, кожен неправильно розпізнаний пацієнт може суттєво зашкодити галузі охорони здоров'я та майбутнім впровадженням ІІІ. З іншого боку, індивідуальні характеристики пацієнта можуть бути розпізнані як хвороба. Тому співпраця людини та алгоритму є важливим підходом до створення цінності в охороні здоров'я.

Конфіденційність та довіра між різними учасниками охорони здоров'я та використання штучного інтелекту в бізнес-процесах є важливими темами дизайну для терапії та діагностики. Комунікація між пацієнтами та лікарями змінюється з появою нових технологій. Однак учасники охорони здоров'я по-різному адаптуються до ІІІ. Наприклад, розробники рішень на основі ІІІ надають програмне забезпечення, але не прагнуть збирати чи зберігати дані. Більше того, розробники кажуть, що вони не можуть визначити жодних оброблених випадків для ідентифікації пацієнта чи кінцевого користувача. Лікарням та страховим компаніям слід доручити обробку важливої інформації про пацієнтів та рух грошових коштів. Найчастіше інформація про пацієнтів зберігається та не використовується в лікарнях, але спроби доступу та обробки до неї можуть викликати недовіру, особливо з боку стартап-компаній. Опитані зазначили, що учасники охорони здоров'я швидко адаптуються до нових алгоритмів, наприклад, як діагностичних інструментів, що передбачає безпеку та захист таких рішень за замовчуванням.

Таким чином, цінність, створена в рамках теми дизайну конфіденційності, може бути постійною, починаючи з самого процесу. Як згадувалося в інтерв'ю, успішне встановлення в інших лікарнях може

сприяти цьому. Респонденти зазначили, що пацієнти, пов'язані з віком, можуть викликати занепокоєння, якщо їхні випадки обробляються алгоритмами, а не лікарем. Більше того, пацієнти вважають свої випадки унікальними та схильні довіряти зустрічі з лікарем. Крім того, технологія зараз значно випереджає темпи законодавчих змін. Технічно, деякі операції вже можна автоматизувати, але закон вимагає присутності людини.

## **2.3 Аналіз глобального ринку штучного інтелекту в охороні здоров'я**

Штучний інтелект демонструє значний попит у сфері охорони здоров'я. Згідно з останніми даними, 86% постачальників медичних послуг, медико-біологічних компаній і технологічних постачальників уже застосовують ШІ. Цей показник є вагомим свідченням потужного потенціалу ШІ в охороні здоров'я та його критичної значущості для розвитку галузі. Проте, незважаючи на значний прогрес, виявляються певні проблеми, що гальмують упровадження штучного інтелекту в сферу охорони здоров'я. Однією з таких є недостатність кваліфікованих фахівців, що призводить до уповільнення розвитку, виникнення помилок та збільшення витрат на медичні послуги [3]. Для подолання цих труднощів постачальники медичних послуг звертаються до технологічних компаній, здатних забезпечити необхідний досвід у впровадженні ШІ, що своєю чергою стимулює високу конкуренцію серед таких компаній [4].

Нами розглядаються сучасні тренди, темпи зростання ринку та перспективи впровадження штучного інтелекту в діагностику, лікування та управління медичними процесами. Для цього було використано наукові публікації, аналітичні звіти та статистичні дані щодо ринку штучного інтелекту в медицині. Застосовано методи аналізу літератури, статистичного оброблення даних, порівняння тенденцій та

прогнозування розвитку технологій. Інформацію отримано з відкритих джерел, міжнародних звітів і наукових баз даних.

Обсяг глобального ринку штучного інтелекту в охороні здоров'я у 2024 році становив 27,07 мільярдів доларів США, і, за прогнозами, до 2032 року він досягне 347,28 мільярдів доларів США, зберігаючи середньорічний темп зростання на рівні 37,57% (рис. 2.2) [34].

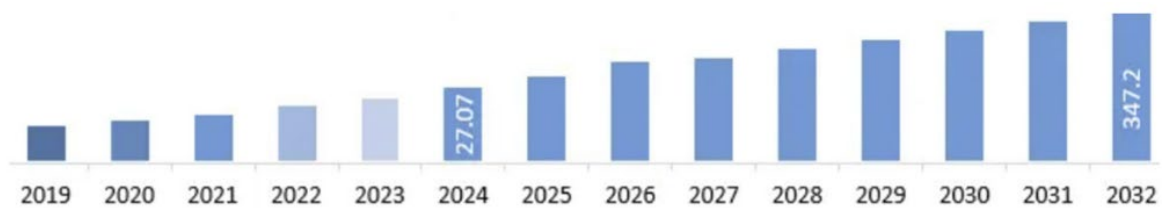


Рис. 2.2. Обсяг ринку штучного інтелекту в охороні здоров'я (млрд дол. США) у 2019–2032 р.р.

Усе вищий попит на штучний інтелект у сфері охорони здоров'я зумовлений його високою ефективністю, зокрема в аналізі захворювань. Яскравим прикладом є застосування ШІ під час скринінгу раку молочної залози, де система дозволяє значно знижувати частоту хибнопозитивних результатів маммографії – однієї з основних проблем, на яку звернуло увагу Американське товариство раку. За їхніми даними, близько 50% жінок, котрі отримують нормальні результати маммографії, можуть бути неправильно діагностовані як такі, що мають рак.

Використання методів глибокого навчання та згорточних нейронних мереж дозволило розробити технології ШІ, які забезпечують точну оцінку маммографії в 30 разів швидше за людину з точністю до 99%. Це значно зменшує кількість непотрібних біопсій і, відповідно, рівень занепокоєння пацієнтів, що стимулює зростання попиту на ШІ в медичній сфері впродовж прогнозованого періоду. На рисунку 2.3

показано глобальний ринок штучного інтелекту в охороні здоров'я за сферами застосування у 2023 році.

У 2024 році сегмент медичної візуалізації та діагностики займав найбільшу частку на ринку штучного інтелекту в охороні здоров'я. Це пояснюється здатністю технологій ШІ значно підвищувати точність, швидкість і ефективність виявлення таких захворювань, як рак, неврологічні та серцевосудинні розлади. ШІ-рішення для оброблення зображень, засновані на глибокому навчанні та комп'ютерному зорі, використовуються для аналізу медичних сканувань, що дозволяє зменшити людські помилки та забезпечити більш ранню діагностику. Інтеграція штучного інтелекту в діагностичні інструменти сприяє радіологам та іншим медичним працівникам у точнішому виявленні аномалій, що своєю чергою покращує результати лікування.



Рис. 2.3. Глобальний ринок штучного інтелекту в охороні здоров'я за сферами застосування у 2023 році (млн. дол. США)

Збільшення інвестицій у технології візуалізації на базі ШІ та зростання попиту на автоматизовані діагностичні рішення стимулюють подальший розвиток цього сегменту. Крім того, широке поширення споживчих носіїв та медичних пристроїв, що підтримують технології штучного інтелекту, створює можливості для раннього діагностування та лікування серцевих захворювань. Ці пристрої дозволяють медичним

працівникам своєчасно виявляти патології, що сприяє значному покращенню стану пацієнтів. На рисунку 2.4 покажемо, в яких випадках найчастіше використовувався штучний інтелект у медичній і фармацевтичній галузі у 2024 р.

Ринок штучного інтелекту в галузі охорони здоров'я переживає значний етап зростання та визнання, що супроводжується низкою важливих тенденцій:

1. Північна Америка продовжує домінувати на ринку, маючи сильну присутність ключових гравців у цьому секторі;

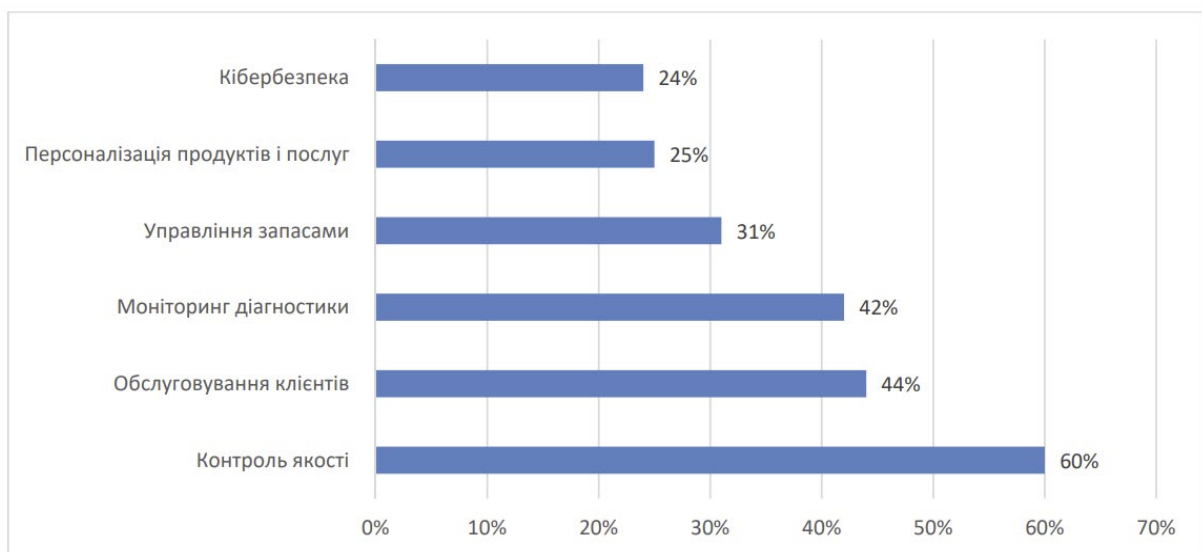


Рис. 2.4. Використання ШІ в медичній і фармацевтичній галузі у 2024 р. (%)

2. Використання ШІ-технологій у медичній візуалізації стає однією з основних тенденцій серед медичних компаній;

3. Зростання та розширення медичного бізнесу спричиняють активізацію процесів злиття та поглинання: великі компанії купують менші, аби посилити свої можливості у сфері штучного інтелекту або розширити ринкове охоплення;

4. Інтеграція штучного інтелекту з іншими передовими технологіями, як-от робототехніка та блокчейн, сприяє розвитку точної медицини і трансформує підходи до надання медичних послуг;

5. Підвищений попит на генеративні віртуальні помічники та чат-боти, що використовують штучний інтелект, зумовлений необхідністю забезпечення цілодобової підтримки пацієнтів.

Ці фактори свідчать про активний розвиток та інтеграцію штучного інтелекту в охорону здоров'я, що сприяє значному покращенню ефективності та доступності медичних послуг. Північна Америка є провідним регіоном на ринку охорони здоров'я в галузі штучного інтелекту протягом прогнозованого періоду, з очікуваним середньорічним темпом зростання (CAGR) 36,40% та часткою ринку в 51,25% у 2024 році [34].

Прогнозується, що цей регіон зберігатиме лідерство на світовому ринку. Основними причинами лідерства можна назвати такі: – наявність високорозвинутої інфраструктури охорони здоров'я; – широке впровадження технологій ШІ; – щораз вищий попит на персоналізовані методи лікування. Сполучені Штати є одним з основних центрів запровадження ШІ в медичному секторі, утримуючи частку 91,13% у 2024 році. Регіон Північної Америки, включаючи Сполучені Штати та Канаду, продовжить лідирувати завдяки високим темпам інтеграції ШІ в медичні практики. Зокрема, Сполучені Штати фіксують найвищий рівень упровадження ШІ в охороні здоров'я, що становить 91% у 2024 році.

Крім цього, рівень використання соціальних мереж у медичних цілях очікується на рівні 13%. Впровадження ШІ підтримується надійною інфраструктурою медичних установ та значними державними інвестиціями в ці технології. Останні дані за 2024 рік свідчать, що США займають перше місце за кількістю поданих патентних заявок на технології ШІ в охороні здоров'я, зокрема понад 2500 заявок. До основних факторів, що сприяють зростанню ринку штучного інтелекту в охороні здоров'я Північної Америки, можна віднести: – зростання обсягів цифрових даних про здоров'я пацієнтів; – тенденцію до індивідуалізації медичних підходів; – потребу в зниженні витрат на

медичні послуги; – глобальне старіння населення; – зміни способу життя; – зростання поширеності хронічних захворювань тощо. Це все зумовлює необхідність раннього виявлення захворювань і поглибленого розуміння їх механізмів.

Для подолання цих викликів активно застосовуються технології штучного інтелекту та машинного навчання, які дозволяють здійснювати аналіз великих обсягів даних пацієнтів і прогнозування захворювань на ранніх етапах розвитку. Канада є однією з провідних країн у впровадженні штучного інтелекту в охороні здоров'я завдяки розвиненій системі охорони здоров'я та потужній аналітичній інфраструктурі [7]. Канадський ринок, пов'язаний з використанням ШІ в медичній сфері, демонструватиме середньорічне зростання на рівні 34%. У період з 2025 по 2032 рік прогнозується ще більш значне зростання – на 55% щорічно.

Загалом очікується, що витрати на охорону здоров'я в Канаді досягнуть 344 мільярдів доларів США у 2023 році, що є незначним підвищенням порівняно з 2022 роком. Європа є другим за величиною регіоном на ринку штучного інтелекту в охороні здоров'я. Такі країни, як Німеччина, Велика Британія, Франція, Іспанія, Ірландія, Швейцарія та Бельгія, є важливими гравцями в галузі наук про життя. Вони орієнтуються на науково-дослідну діяльність і розроблення біотехнологічних ліків [4]. У 2022 році Німеччина зайняла найбільшу частку на ринку, яка становила 20,4% завдяки численним ініціативам, спрямованим на сприяння впровадженню технологій штучного інтелекту [8].

Однією з таких ініціатив стало створення Федеральним міністерством освіти та досліджень Німеччини цифрового центру ШІ в охороні здоров'я, метою якого є стимулювання застосування штучного інтелекту в медичних дослідженнях та галузі охорони здоров'я загалом. Такі країни, як Швеція, Норвегія, Італія та інші, активно впроваджують штучний інтелект і суміжні технології, що сприяє інноваціям і

покращенню результатів лікування пацієнтів. Азіатсько-Тихоокеанський регіон є одним із найбільш динамічних ринків, де очікується, що до 2028 року середньорічний темп зростання (CAGR) досягне 8,5%. Завдяки зростанню геріатричної популяції, розвитку медичного туризму та активізації науково-дослідної діяльності, країни цього регіону значно прискорили впровадження технологій штучного інтелекту в медичній сфері. На рисунку 2.5 відображено дохід ринку генеративного ШІ в охороні здоров'я з 2022 до 2032 року (млн дол. США).

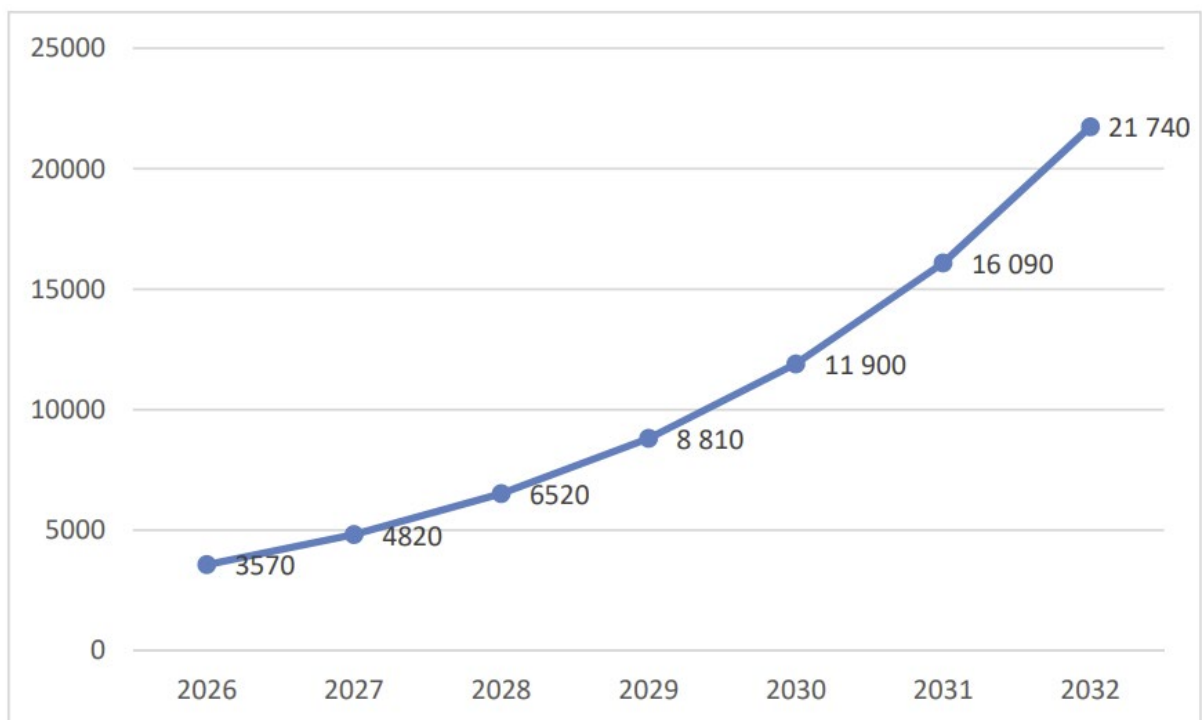


Рис. 2.5. Дохід ринку генеративного ШІ в охороні здоров'я з 2022 до 2032 року (млн. дол. США)

Ринок генеративного штучного інтелекту в охороні здоров'я демонструє швидке зростання, оскільки галузь активно шукає інноваційні рішення для покращення результатів лікування пацієнтів, оптимізації медичних процесів та ефективного розподілу ресурсів. Генеративний ШІ як підмножина штучного інтелекту передбачає використання складних алгоритмів і моделей для створення нового й

оригінального контенту, зокрема зображень, текстів і навіть цілісних профілів пацієнтів, що значно підвищує точність і персоналізацію медичних послуг.

Генеративний штучний інтелект на ринку охорони здоров'я переживає значний розвиток завдяки активному зростанню кількості нових продуктів та послуг. Цей сплеск пропозицій є результатом збільшення попиту на інноваційні ШІ-рішення в медичній сфері. Оскільки потенційні переваги генеративного штучного інтелекту стають дедалі очевиднішими, організації охорони здоров'я, фармацевтичні компанії, постачальники технологій та стартапи активно займаються розробленням та впровадженням нових рішень, орієнтуючись на задоволення різноманітних потреб у сфері охорони здоров'я. Наприклад: – у липні 2023 р. британська медична компанія Clinova представила Healthwords – інноваційний розмовний інструмент штучного інтелекту, розроблений для надання консультацій у сфері охорони здоров'я та продуктів для самообслуговування на ринку Великої Британії. Healthwords пропонує персоналізовані рекомендації щодо охорони здоров'я, що базуються на індивідуальних потребах користувачів, забезпечуючи цілодобовий доступ до швидкої та точної медичної інформації; – у червні 2023 р. компанія DiagmaMed запустила Dr GenAI – генеративного персонального медичного чат-бота на основі технології ChatGPT від OpenAI. Dr GenAI надає користувачам швидку та персоналізовану медичну інформацію, орієнтуючись на конкретні захворювання та потреби користувача; – у квітні 2023 р. компанія Haut.AI, яка спеціалізується на аналітиці штучного інтелекту для шкіри, волосся та здоров'я, анонсувала свою інноваційну генеративну технологію ШІ – SkinGPT. Ця революційна технологія в індустрії краси використовує ШІ для створення синтетичних зображень і моделювання різних станів шкіри, що дозволяє вводити дані на основі зображень для подальшого аналізу. Тому значне збільшення випуску продуктів і послуг

є чітким свідченням усе більшого значення та потенціалу генеративного ШІ в охороні здоров'я.

Глобальний ринок штучного інтелекту в охороні здоров'я можна класифікувати за компонентами на програмне забезпечення, апаратне забезпечення, послуги. Сегмент програмного забезпечення займає найбільшу частку ринку і, за прогнозами, буде демонструвати найбільш швидке зростання в найближчі роки (рис. 2.6).

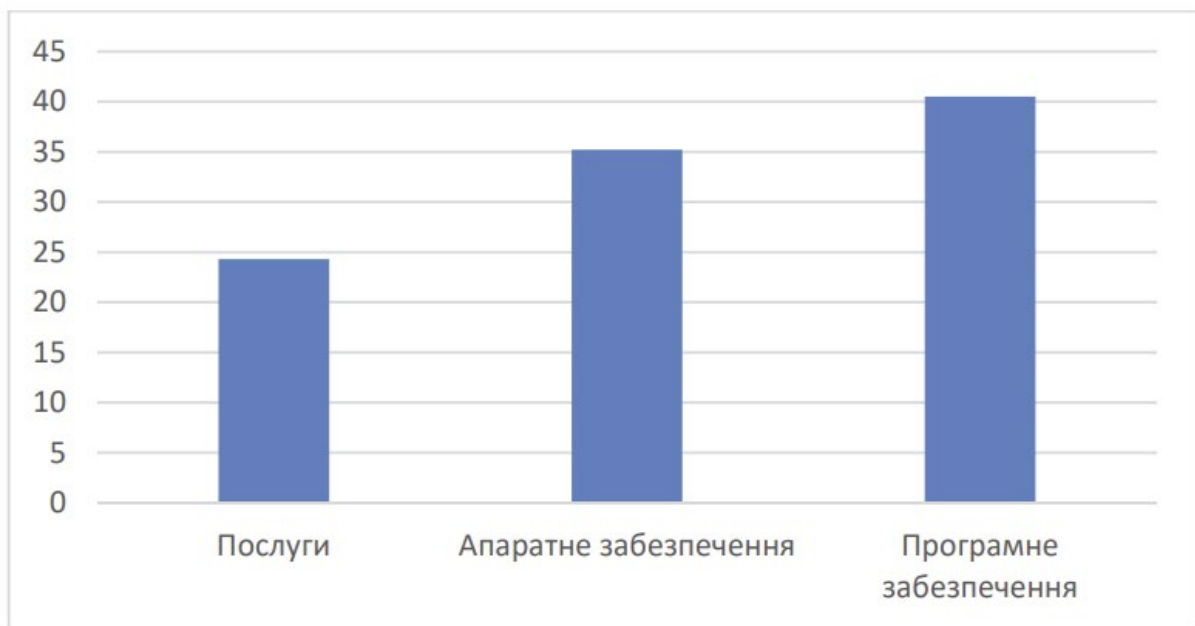


Рис. 2.6. Частка ринку штучного інтелекту в охороні здоров'я за компонентами, 2022 р., %

Цей сегмент охоплює платформи машинного навчання, засоби оброблення природної мови (NLP), інструменти для аналізу тексту, платформи глибокого навчання, комп'ютерне бачення, технології розпізнавання мовлення та аудіо, інтегровані середовища розроблення (IDE) та структури ШІ. Глобальна тенденція до цифрової трансформації, а також численні можливості, що відкриваються завдяки програмним рішенням на основі ШІ, зробили цей сегмент ключовим компонентом розвитку охорони здоров'я. Висновки. Штучний інтелект відіграє ключову роль у трансформації медицини, сприяючи підвищенню

точності діагностики, оптимізації лікувальних процесів і зниженню витрат. Ринок ІІІ в медицині демонструє стабільне зростання, що зумовлено технологічним прогресом і щораз вищим попитом на автоматизовані рішення. Подальший розвиток штучного інтелекту відкриває нові можливості для персоналізованої медицини та ефективного управління медичними даними

### РОЗДІЛ 3

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНОГО МЕДИЧНОГО БІЗНЕСУ

### 3.1. Етичні аспекти інтеграції штучного інтелекту в охорону здоров'я

Оскільки сектор охорони здоров'я використовує трансформаційну силу штучного інтелекту та робототехніки, він має зіткнутися зі складною мережею етичних викликів, що супроводжують ці інновації. Хоча штучний інтелект та робототехніка пропонують величезний потенціал для покращення догляду за пацієнтами та оптимізації процесів, вони також вносять унікальні етичні міркування, які вимагають ретельного вивчення та вдумливого вирішення. У цьому розділі ми розглядаємо етичні аспекти інтеграції штучного інтелекту та робототехніки в охорону здоров'я, зосереджуючись на критичних проблемах

1. Конфіденційність та безпека даних, захист даних пацієнтів. Використання штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я генерує величезні обсяги конфіденційних даних пацієнтів. Забезпечення конфіденційності та безпеки цих даних є надзвичайно важливим, оскільки будь-яке порушення може мати серйозні наслідки для довіри пацієнтів та цілісності даних. [20]

2. Відповідальне оброблення та зберігання даних. Практика обробки даних : заклади охорони здоров'я повинні застосовувати відповідальні методи збору, зберігання та використання даних пацієнтів. Це включає надійні методи анонімізації даних, шифрування та протоколи безпечного обміну даними для захисту інформації про пацієнтів. [21]

3. Упередженість та справедливість. Вирішення проблеми алгоритмічної упередженості потребує уваги: Алгоритми штучного інтелекту можуть ненавмисно увічнювати упередженості в історичних даних охорони здоров'я, що призводить до розбіжностей у діагностиці та лікуванні. Вкрай важливо розробити алгоритми, які пом'якшують

упередженість та сприяють справедливості у прийнятті рішень щодо охорони здоров'я.

4. Забезпечення справедливості у процесі прийняття рішень на основі штучного інтелекту. Прозорість та пояснювальність : прозорі процеси прийняття рішень є життєво важливими в охороні здоров'я на основі штучного інтелекту. Пацієнти та медичні працівники повинні розуміти обґрунтування рекомендацій на основі штучного інтелекту, сприяючи довірі та підзвітності.

5. Підзвітність та прозорість. Чітка відповідальність за дії систем штучного інтелекту : встановлення відповідальності у системах штучного інтелекту та роботизованих системах є складним, але критично важливим. Визначення відповідальності за помилки або несприятливі події є важливим для етичного використання.

6. Прозорі процеси прийняття рішень. Етичні принципи та рамки. Чіткі етичні принципи та рамки повинні бути основою для процесів прийняття рішень. Вони повинні бути доступними для всіх зацікавлених сторін та регулярно оновлюватися для вирішення нових етичних проблем.

Розглянемо детальніше етичні аспекти як орієнтування у складній сфері штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я.

Етичні аспекти інтеграції штучного інтелекту та робототехніки в охорону здоров'я є багатогранними та потребують глибокого вивчення для забезпечення відповідального та етичного використання. Нижче етичні міркування розглядаються детальніше, а також пропонуються конкретні стратегії та найкращі практики для подолання цієї складної ситуації (табл 3.1).

У динамічному ландшафті штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я розробка та застосування етичних рамок і рекомендацій мають вирішальне значення для забезпечення відповідального та етичного використання.

Таблиця 3.1

## Стратегії дотримання етичних норм при використанні ШІ в медицині

| Стратегія                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Найкраща практика                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Конфіденційність та безпека даних, захист даних пацієнтів</b>                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Впроваджуйте надійні методи шифрування для захисту даних пацієнтів під час передачі та зберігання. Дотримуйтесь міжнародно визнаних стандартів безпеки даних, таких як Закон про портативність та підзвітність медичного страхування у Сполучених Штатах або Загальний регламент про захист даних у Європейському Союзі. | Регулярно проводити аудит та оновлювати протоколи безпеки, щоб адаптуватися до нових загроз кібербезпеці. Навчати медичний персонал найкращим практикам безпеки даних, щоб запобігти порушенням, спричиненим людською помилкою.                    |
| <b>Відповідальне оброблення та зберігання даних</b>                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Анонімізуйте дані пацієнтів, коли це можливо, щоб захистити конфіденційність особистості. Розгляньте можливість впровадження федеративних підходів до навчання, які дозволяють навчати моделі штучного інтелекту на децентралізованих даних без централізації конфіденційної інформації.                                 | Розробити інструкції щодо обробки даних, що стосуються ШІ та робототехніки в охороні здоров'я, з визначенням процедур збору, зберігання та обміну даними. Регулярно оцінювати методи обробки даних, щоб забезпечити дотримання етичних стандартів. |
| <b>Упередженість та справедливість</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Щоб зменшити упередженість, використовуйте різноманітні та репрезентативні набори даних під час навчання моделі ШІ. Постійно контролюйте алгоритми ШІ на наявність упередженості та за потреби перекалібруйте їх.                                                                                                        | Співпраця з міждисциплінарними командами, включаючи фахівців з етики та соціологів, для оцінки потенційного впливу систем штучного інтелекту на суспільство та виявлення упередженості в процесах прийняття рішень.                                |
| <b>Забезпечення справедливості у прийнятті рішень на основі штучного інтелекту</b>                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Розробка алгоритмів штучного                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Впроваджуйте зрозумілі методи                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| інтелекту з вбудованими функціями прозорості, що дозволить медичним працівникам зрозуміти обґрунтування рекомендацій.                                                                     | штучного інтелекту, які надають чіткі та зрозумілі пояснення рішень, прийнятих на основі штучного інтелекту, підвищуючи довіру та підзвітність.                                                                                 |
| <b>Чітка відповідальність за дії систем штучного інтелекту</b>                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                 |
| Встановити прозорі ланцюги відповідальності для штучного інтелекту та роботизованих систем, розмежувавши ролі та обов'язки виробників, закладів охорони здоров'я та медичних працівників. | Розробити механізми звітності про інциденти, що дозволять медичним працівникам оперативно повідомляти про помилки або побічні ефекти систем штучного інтелекту. Створити культуру підзвітності в організаціях охорони здоров'я. |
| <b>Прозорі процеси прийняття рішень</b>                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                 |
| Розробка та поширення комплексних етичних рекомендацій та рамок, які враховують процеси прийняття рішень щодо штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я.                     | Регулярно переглядати та оновлювати ці рекомендації для вирішення нових етичних проблем. Забезпечувати доступність та зрозумілість для всіх зацікавлених сторін, включаючи пацієнтів.                                           |

Наразі ми заглиблюємося в існуючі етичні рамки, які надають важливі рекомендації щодо етичної інтеграції штучного інтелекту та робототехніки в охорону здоров'я, та наголошуємо на необхідності комплексних та адаптивних рекомендацій, розроблених для вирішення унікальних проблем, що виникають через ці технології.

Існують етичні рамки для штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я, а саме:

Принципи медичної етики: Медична етика, така як автономія, благодійність, ненавмисність та справедливість, залишаються основоположними в управлінні етичною практикою у сфері штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я. Ці принципи підкреслюють важливість добробуту пацієнтів та справедливого догляду. [11, 23, 24]

Звіт Белмонта : Принципи Звіту Белмонта щодо поваги до особи, благодійності та справедливості є надзвичайно актуальними у сфері штучного інтелекту та робототехніки. Вони підкреслюють важливість інформованої згоди, сприяння добробуту та справедливого розподілу вигод і тягарів. [24]

Етично узгоджене проектування IEEE : Структура етично узгодженого проектування IEEE надає комплексні рекомендації щодо етичного розвитку та розгортання автономних та інтелектуальних систем, включаючи штучний інтелект та робототехніку. Вона наголошує на прозорості, підзвітності та пріоритезації людських цінностей. [13]

Хоча існуючі рамки пропонують цінні рекомендації, необхідні рекомендації, що стосуються охорони здоров'я, для врахування унікальних етичних міркувань у цій галузі. Ці рекомендації повинні враховувати взаємовідносини між пацієнтом і лікарем, точність діагностики та конфіденційність даних.

Етичні рекомендації повинні бути адаптивними до швидко розвивається галузі штучного інтелекту та робототехніки. Вони повинні включати механізми постійної оцінки та оновлення для вирішення нових етичних проблем. [35]

Співпраця між міжнародними зацікавленими сторонами є важливою для розробки рекомендацій, що відображають різноманітні культурні, правові та етичні погляди. Глобальний консенсус може сприяти відповідальному та етичному використанню в усьому світі. [14]

Розробка та дотримання етичних рамок і рекомендацій відіграють важливу роль у відповідальній інтеграції штучного інтелекту та робототехніки в охорону здоров'я. Ці рамки ґрунтуються на встановлених етичних принципах і є важливими для забезпечення використання цих технологій на благо пацієнтів, дотримуючись при цьому етичних стандартів.

### **3.2. Формування міжнародно узгоджених механізмів управління ШІ для охорони здоров'я**

Певна міжнародна варіація в підходах до управління штучним інтелектом для охорони здоров'я є зрозумілою через національні відмінності. Урядові інвестиції в штучний інтелект для охорони здоров'я частково мотивовані бажанням бути світовим лідером у цій галузі, і різні уряди по-різному інтерпретують наслідки для регуляторного середовища [20]. Наприклад, Сполучені Штати вважають, що регулювання придушує інновації та прагне мінімального управління [21]. Сполучене Королівство твердіше вірить у силу пропорційного регулювання для сприяння інноваціям шляхом забезпечення структури та ясності та покладається на більш жорсткі підходи до управління для підтримки довіри громадськості до нових технологій [22]. Крім того, різні уряди мають різні базові соціальні цінності. Наприклад, у Сполученому Королівстві цінності, пов'язані з окремими людьми, такі як розширення можливостей та автономія, є центральними, тоді як у Китаї більшого значення надають колективні цінності, такі як гармонія та колективне благо [23]. Чітке визнання цих відмінностей є важливим, оскільки технології на основі штучного інтелекту є соціотехнічними системами, і тому часто мають цінності, вбудовані в їхню розробку.

Якщо міжнародні відмінності в соціальних цінностях не визнаються заздалегідь, це може призвести до шкоди для окремих осіб та систем охорони здоров'я, якщо технологія на основі штучного інтелекту з невідповідними цінностями буде експортована з країни А та впроваджена в країні Б. Наприклад, хоча в країні А може бути соціально прийнятним використовувати технологію на основі штучного інтелекту, щоб підкреслити, як ви порівнюєтеся з іншими людьми у вашій соціальній мережі з точки зору здоров'я, це може вважатися соціально неприйнятним

— аж до шкоди довірі громадськості до використання ІІІ — у країні Б. Як би важливо не визнавати такі відмінності, що виникають з певної причини, також важливо зазначити, що інші відмінності, ймовірно, пов'язані з темпами розвитку та браком часу для співпраці та координації враховуючи складність міжнародних відмінностей. Отже, діапазон міжнародних підходів до управління ІІІ обмежує здатність цієї технології забезпечити повний спектр обіцяних переваг.

Відсутність міжнародної стандартизації управління штучним інтелектом для охорони здоров'я може створити технічні бар'єри для впровадження та реалізації переваг з точки зору сумісності та загальної точності. Без стандартизації апаратного та програмного забезпечення, наборів навчальних даних та вимог до місцевої адаптації немає гарантії, що модель, навчена та розроблена в одній країні чи середовищі, досягне такого ж рівня точності (специфічності та чутливості) в іншій [9]. Крім того, без стандартизації правил медичного обладнання немає гарантії, що проблеми з точністю будуть виявлені до впровадження технології на основі штучного інтелекту. Наприклад, у Китаї було розгорнуто IBM Watson for Oncology після навчання на даних американської лікарні, що призвело до неточних та потенційно небезпечних клінічних порад пацієнтам в інших контекстах [24,25]. Ці етичні міркування та постійно зростаючий розрив між очікуваннями та реальністю мало сприяють інвестиціям у технології, що розвиваються на основі штучного інтелекту. Це важливо, оскільки розрив між очікуваннями та реальністю вважається відповідальним за зиму штучного інтелекту 1970-х та 1980-х років [26].

Відсутність політичної співпраці також може перешкоджати конкуренції на ринку. Системи охорони здоров'я в усьому світі отримують оптимальну вигоду від інвестицій в аналітику, включаючи штучний інтелект, якщо існуватиме відкрита та конкурентна екосистема новаторів, що спираються на попередні ініціативи. Відсутність єдиних стандартів та різноманітні регуляторні вимоги змушують компанії розробляти різні

технології штучного інтелекту та інші новітні технології для різних ринків. Відсутність однаковості в цих сферах ускладнює для стартапів та малого бізнесу конкуренцію з існуючими гравцями [27], що може призвести до їх поглинання більшими компаніями. Якщо не вирішити цю проблему, технології на основі штучного інтелекту, ймовірно, зазнають невдачі через монополії постачальників та прив'язку до певного продавця, як це сталося з іншими програмами технологічної трансформації [28].

Наслідки розриву зв'язків в управлінні ІІІ на міжнародному рівні є серйозними. Це стосується управління ІІІ загалом, але особливо це стосується охорони здоров'я з двох причин. По-перше, охорона здоров'я є критично важливою для безпеки сферою, де погано розроблені інструменти на базі ІІІ можуть завдати серйозної фізичної або психологічної шкоди медичним працівникам та пацієнтам; тому всі країни повинні прагнути однаково високого стандарту безпеки, ефективності та етики для продуктів, інструментів та систем ІІІ для охорони здоров'я. По-друге, як показала пандемія COVID-19, глобалізація зробила здоров'я місцевого населення залежним від загального стану здоров'я населення світу. Іншими словами, як часто цитують ті, хто справедливо закликає до міжнародної рівності у вакцинації: «ми не в безпеці, поки ми всі не в безпеці». Отже, заклики академічних кіл, політиків та промисловості до більшої міжнародної співпраці в галузі політики не є дивними. Міжнародна координація допомогла б зменшити прогалини в керівництві та регулюванні, зробити стандарти якості та безпеки видимими та зрозумілими, а також створити доступний спільний орієнтир для розробників та користувачів [29]. Як зазначають Фейжоо та ін. [20], міжнародна співпраця покращила добробут та запобігла небажаним наслідкам в інших технологічних сферах. Тому вкрай важливо запобігти будь-яким етичним, культурним, економічним та політичним наслідкам від збільшення використання штучного інтелекту в охороні здоров'я.

Потреба в міжнародній співпраці в управлінні штучним інтелектом призвела до появи міжнародних ініціатив. Наприклад, два агентства Організації Об'єднаних Націй — Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) та Міжнародний союз електрозв'язку (МСЕ) — створили у липні 2018 року Фокусну групу зі штучного інтелекту для охорони здоров'я (FG-AI4H). Ця група, яка розробляє процес бенчмаркінгу для моделей ШІ в галузі охорони здоров'я та стандартизовану систему оцінювання, може стати центром для подальшої міжнародної координації, дебатів та консенсусу щодо спільної політики та стандартів, а також обміну знаннями. Інші міжнародні ініціативи, такі як Глобальне партнерство з питань ШІ (GPAI), засноване в червні 2020 року, починають розуміти та усувати розрив між дослідженнями та впровадженням ШІ, включаючи розробку практичних прикладів використання ШІ в таких сферах, як реагування на COVID-19, які повинні бути основою для розробки державної політики.

Досягнення ширшої міжнародної угоди щодо політики, що регулює використання штучного інтелекту в охороні здоров'я, є складним завданням. Потрібна додаткова робота для визначення спільних рис та відмінностей між підходами до управління використанням штучного інтелекту в охороні здоров'я, визначення ефективних підходів та обміну знаннями між країнами. Створення цієї бази доказів допоможе політикам, науковцям та промисловості зрозуміти контекст, очікування та рушійні сили розробки та впровадження штучного інтелекту в охороні здоров'я.

Важливо, що немає чіткої угоди щодо того, які механізми управління, навіть якщо вони будуть узгоджені в усьому світі, забезпечать безпеку нових технологій на основі штучного інтелекту, які діють автономно, постійно навчаються та адаптуються [30,31]. Розробка управління для нових технологій пов'язана з невизначеністю, і будь-які механізми управління потребуватимуть регулярного перегляду [32]. Таким чином, розробка міжнародно узгодженої політики вимагатиме більшої гнучкості,

ніж це було раніше в інших міжнародних політичних контекстах. Усім залученим країнам необхідно буде тісно співпрацювати, бути відкритими щодо політики, яку вони розробляють, і — у разі виникнення розбіжностей — зосереджуватися на досягненні консенсусу.

Перешкоди для досягнення міжнародно визнаного управління ІІІ в охороні здоров'я є значними. Однак це важлива та захоплива проблема для політиків. Можливості та потенційні негативні наслідки є великими, і міжнародна спільнота не може дозволити собі чекати. Важливими є поточні механізми управління ІІІ в охороні здоров'я, які розробляють уряди, представлені в Глобальному партнерстві з цифрової охорони здоров'я (GDHP; співпраця 30 країн і територій та ВООЗ, загалом 31 член, яка була створена для підтримки ефективного впровадження цифрової охорони здоров'я). Вони мають спільні риси та прогалини в підходах, спільні проблеми та приклади передового досвіду.

Дослідження та розробки технологій на основі штучного інтелекту для охорони здоров'я перевершують доступне глобальне управління ІІІ. Міжнародна співпраця та координація можуть сприяти комплексному та узгодженому управлінню ІІІ та дозволяти країнам підтримувати роботу одна одної та отримувати від неї користь. Обговорювані політичні рекомендації спрямовані на зменшення основних перешкод у впровадженні безпечних, ефективних та етичних технологій на основі ІІІ протягом усього життєвого циклу ІІІ. Тестування та прийняття цих рекомендацій країнами-членами GDHP допоможе виробити спільну основу та основний набір політичних рекомендацій для схвалення GDHP та іншими міжнародними органами.

Такі організації та ініціативи, як FG-AI4H ВООЗ/ITU, GDHP та GPAI, могли б очолити міжнародні дискусії та розробити практичні інструменти для впровадження технологій на основі штучного інтелекту в охороні здоров'я, зокрема через кордони, і вже почали це робити, як свідчить нещодавня публікація керівного документа ВООЗ « Етика та управління

штучним інтелектом для охорони здоров'я » [36]. Однак, ще багато чого потрібно зробити, і існує багато інших можливостей для визначення прийнятих практик оцінки ефективності та безпеки ІІ в галузі охорони здоров'я (що було реалізовано країнами Великої сімки під час головування Сполученого Королівства у 2021 році), інвестування та обміну навчальними матеріалами (для громадськості та медичних працівників), а також створення міжнародних стандартів бенчмаркінгу для моделей ІІ у встановлених контекстах (наразі розглядається FG-AI4H BOO3/ITU).

Скликання таких дискусій та робочих груп на практичному рівні (тобто з людьми, які розробляють технології на основі штучного інтелекту, та тими, хто очолює впровадження в клінічні шляхи) є корисним для подолання культурних та політичних розбіжностей. Це зосереджує розмову на спільних технічних викликах та успіхах ІІ в охороні здоров'я та допомагає створити спільну основу та спільну мету, що є основоположним для міжнародної узгодженості. Звичайно, важливо визнати, що скликання таких дискусій та заохочення держав-членів GDHP спрямувати ресурси на політику в галузі даних та ІІ буде складним завданням після пандемії COVID-19, яка, безсумнівно, залишила всіх з іншими нагальними пріоритетами.

### **3.3. Економічні, соціальні та правові аспекти впровадження ІІ в систему охорони здоров'я**

Поява штучного інтелекту та робототехніки в секторі охорони здоров'я започаткувала нову еру інновацій та ефективності. Ці технології пропонують безліч переваг, які можуть значно покращити догляд за пацієнтами, покращити результати охорони здоров'я та оптимізувати різні процеси охорони здоров'я. Розглянемо деякі суттєві переваги штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я

#### **1. Розширені можливості діагностики та лікування.**

- Точна медицина : Алгоритми на основі штучного інтелекту можуть аналізувати величезні набори даних, включаючи геномну інформацію, щоб адаптувати плани лікування до конкретних пацієнтів. Цей підхід, відомий як точна медицина, дозволяє ставити точніші діагнози та розробляти персоналізовані стратегії лікування. [11]
- Раннє виявлення захворювань : діагностичні інструменти на базі штучного інтелекту можуть виявляти захворювання на найранніших стадіях, виявляючи ледь помітні закономірності та аномалії на медичних зображеннях і в даних пацієнтів. Таке раннє виявлення може призвести до кращих результатів і зниження витрат на лікування. [12]
- Підтримка клінічних рішень : Системи штучного інтелекту надають медичним працівникам підтримку клінічних рішень у режимі реального часу, пропонуючи рекомендації на основі доказів щодо планів лікування, взаємодії ліків та точності діагностики. Це допомагає клініцистам приймати більш обґрунтовані рішення. [13]

## 2. Покращення догляду за пацієнтами та результатів лікування.

- Дистанційний моніторинг : Штучний інтелект та робототехніка дозволяють здійснювати дистанційний моніторинг пацієнтів, дозволяючи медичним працівникам відстежувати життєво важливі показники пацієнтів, дотримання планів лікування та загальний стан здоров'я. Це зменшує кількість повторних госпіталізацій та підвищує якість догляду за хронічними захворюваннями. [14]
- Хірургічна точність : роботизовані операції забезпечують неперевершену точність, стабільність та майстерність, знижуючи ризик ускладнень та прискорюючи час одужання пацієнтів. Хірурги можуть виконувати малоінвазивні процедури

з більшою точністю. [15]

Персоналізована реабілітація : Роботизовані пристрої використовуються у фізичній терапії та реабілітації для проведення персоналізованих вправ та моніторингу прогресу. Це гарантує, що пацієнти отримують індивідуальні програми реабілітації, що призводить до кращих результатів одужання. [16]

3. Підвищення ефективності та продуктивності в процесах охорони здоров'я.

- Автоматизація адміністративних завдань : чат-боти та віртуальні помічники на базі штучного інтелекту спрощують адміністративні завдання, такі як планування зустрічей та перевірка страховки, що дозволяє медичному персоналу зосередитися на догляді за пацієнтами.
- Покращений аналіз зображень : алгоритми штучного інтелекту можуть швидко аналізувати медичні зображення, такі як рентгенівські знімки та МРТ, скорочуючи час, необхідний рентгенологам для інтерпретації результатів. Це пришвидшує діагностику та планування лікування. [18]
- Відкриття та розробка ліків : Штучний інтелект прискорює відкриття ліків, аналізуючи величезні набори даних для виявлення потенційних препаратів-кандидатів та прогнозування їхньої ефективності. Це пришвидшує процес досліджень та розробок, що потенційно може призвести до швидшого доступу до ліків, що рятують життя.

Впровадження штучного інтелекту та робототехніки в системи охорони здоров'я не лише трансформує догляд за пацієнтами, але й змінює ролі та обов'язки медичних працівників. У цьому розділі ми розглядаємо глибокий вплив штучного інтелекту та робототехніки на медичний персонал, а саме:.

1. Зміна ролей та переведення з роботи на іншу роботу

1. *Переосмислення ролей*: Штучний інтелект та робототехніка переосмислюють ролі медичних працівників. Наприклад, рентгенологи можуть перейти від інтерпретації зображень до контролю алгоритмів ШІ, які допомагають у діагностиці, що вимагатиме нових навичок та обов'язків.
  2. *Звільнення з роботи*: Автоматизація певних завдань може викликати занепокоєння щодо звільнення з роботи серед медичних працівників. Етичні міркування включають забезпечення плавного переходу для постраждалих осіб та надання можливостей для перепідготовки.
- .2. Співпраця між штучним інтелектом/робототехнікою та медичними працівниками
1. *Міждисциплінарна співпраця*: Штучний інтелект та робототехніка сприяють міждисциплінарній співпраці між медичними працівниками та технологами. Етичні рамки повинні сприяти ефективній командній роботі з чітким розподілом ролей та обов'язків.
  2. *Синергія людини та машини*: етичні міркування включають оптимізацію синергії між медичними працівниками та системами штучного інтелекту/робототехніки для використання обох сильних сторін, зберігаючи при цьому людський досвід та нагляд.
3. Етичні міркування для медичних працівників, які працюють зі штучним інтелектом/робототехнікою
1. *Професійна відповідальність*: Медичні працівники несуть етичну відповідальність за розуміння та належне використання систем штучного інтелекту та роботизованих систем, забезпечення безпеки пацієнтів та пильність щодо системних помилок або упереджень.

2. *Безперервна освіта* : Етичні рамки повинні сприяти безперервній освіті та навчанню медичних працівників, щоб вони залишалися в курсі досягнень у сфері штучного інтелекту та робототехніки та підтримували свою компетентність.

Інтеграція штучного інтелекту та робототехніки в охорону здоров'я створює як можливості, так і виклики для медичних працівників. Хоча ці технології можуть підвищити точність діагностики, оптимізувати робочі процеси та покращити догляд за пацієнтами, медичні працівники повинні адаптуватися до нових ролей та ефективно співпрацювати зі штучним інтелектом та роботизованими системами. Етичні міркування лежать в основі цих змін, підкреслюючи необхідність відповідального впровадження, навчання та зосередження на благополуччі пацієнтів.

Інтеграція штучного інтелекту та робототехніки в охорону здоров'я виходить за межі клінічних умов, маючи глибокий вплив на суспільство. У цьому розділі ми заглиблюємося в соціальні наслідки використання штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я, включаючи питання, пов'язані з доступністю та рівністю, потенційним загостренням існуючої нерівності, а також суспільним сприйняттям і довірою до цих трансформаційних технологій.

Соціальні аспекти впровадження ШІ в систему охорони здоров'я наступні:

1. Доступність та рівність у сфері охорони здоров'я

- Покращена доступність : телемедицина та дистанційний моніторинг на основі штучного інтелекту пропонують покращений доступ до медичної допомоги для малозабезпечених або віддалених верств населення, усуваючи географічні відмінності в наданні медичної допомоги.
- Пустелі в охороні здоров'я : Етичні проблеми виникають, коли штучний інтелект та робототехніка ненавмисно створюють пустелі в охороні здоров'я, виключаючи вразливі групи

населення, які не мають доступу до технологій або цифрової грамотності.

## 2. Потенційне загострення існуючої нерівності

- Упередженість даних та нерівність : алгоритми штучного інтелекту, навчені на упереджених наборах даних, можуть посилити нерівність у сфері охорони здоров'я, оскільки історично неблагополучні групи можуть отримувати неоптимальну допомогу або стикатися з підвищеними бар'єрами для доступу.
- Цифровий розрив : Цифровий розрив, тобто розрив у доступі до цифрових технологій, може непропорційно впливати на маргіналізовані спільноти. Етичні міркування включають стратегії подолання цього розриву та забезпечення рівного доступу до охорони здоров'я на основі штучного інтелекту.

## 3. Соціальне сприйняття та довіра до штучного інтелекту та робототехніки

1. Зміцнення довіри : Зміцнення довіри до штучного інтелекту та робототехніки є важливим для суспільного сприйняття. Етичні рамки повинні пріоритезувати прозорість, пояснюваність та орієнтований на користувача дизайн для формування суспільної довіри.
2. Етичний маркетинг : Етичний маркетинг рішень для охорони здоров'я на основі штучного інтелекту та роботизованих технологій гарантує, що суспільні очікування відповідають можливостям цих технологій, запобігаючи нереалістичним або оманливим зображенням.

Суспільні наслідки штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я є багатограними, з потенціалом для підвищення доступності та рівності, а також створенням нових викликів, пов'язаних з упередженнями та довірою. Етичні міркування повинні керувати розробкою та

впровадженням цих технологій, щоб забезпечити їхню користь усім членам суспільства, незалежно від їхнього соціально-економічного статусу чи місцезнаходження.

Інтеграція штучного інтелекту та робототехніки в охорону здоров'я створює безліч регуляторних та правових проблем, які потребують ретельного розгляду. У цьому розділі ми досліджуємо складний ландшафт нормативних актів, що регулюють використання штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я, системи відповідальності та підзвітності, а також питання, пов'язані з інтелектуальною власністю та правом власності на ці трансформаційні технології.

Регуляторні та правові проблеми включають в себе:

1. Розробка надійних правил для штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я

- Нормативно-правова база : Швидкий розвиток штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я вимагає адаптивної та комплексної нормативно-правової бази. Етичні міркування включають необхідність регулювання, яке збалансовує інновації з безпекою пацієнтів.

- Стандарти сумісності : Етичні норми повинні підкреслювати важливість стандартів сумісності для забезпечення безперешкодної інтеграції систем штучного інтелекту та роботизованих систем з існуючою інфраструктурою охорони здоров'я.

2. Структури відповідальності та підзвітності

- Визначення відповідальності : Визначення відповідальності у випадках помилок штучного інтелекту або роботів є складним завданням. Етичні міркування включають встановлення чітких систем підзвітності, які розподіляють відповідальність між виробниками, медичними закладами та медичними працівниками.

- Інформована згода : Етичні рамки повинні враховувати питання інформованої згоди, головним чином, коли штучний інтелект або роботизовані системи залучені до прийняття рішень. Пацієнти повинні бути проінформовані про роль цих технологій у їхньому лікуванні.

### 3. Інтелектуальна власність та право власності на технології штучного інтелекту/робототехніку

- Патенти та інновації : Етичні міркування в інтелектуальній власності підкреслюють баланс між стимулюванням інновацій за допомогою патентів та забезпеченням доступності технологій штучного інтелекту та роботизації для широкого використання в охороні здоров'я.
- Права власності та дані : Визначення права власності та прав на медичні дані, згенеровані штучним інтелектом, є складним. Етичні рамки повинні пріоритетувати справедливий обмін даними та правами, поважаючи при цьому конфіденційність.

Вирішення регуляторних та правових проблем, пов'язаних зі штучним інтелектом та робототехнікою в охороні здоров'я, є важливим для відповідальної та етичної інтеграції. Балансування інновацій з безпекою, визначення відповідальності та вирішення питань інтелектуальної власності та володіння даними є ключовими етичними імперативами для забезпечення позитивного внеску штучного інтелекту та робототехніки в охорону здоров'я.

## ВИСНОВКИ

В охороні здоров'я терміни «лікарня 4.0» та «медицина 4.0» набувають популярності, підкреслюючи нову еру в сферах медицини та охорони здоров'я. Основні тенденції технологічного та економічного розвитку, які можна спостерігати, полягають у тому, що поява промислового Інтернету речей є дуже специфічною економічною та технологічною еволюцією, яка вимагає нових дій та забезпечить неймовірний розвиток. Тепер бізнес-стратегія та адміністрування повинні бути орієнтовані на клієнта завдяки новим відносинам, що забезпечуються ІІІ. Також варто зазначити, що штучний інтелект, аналітика великих даних та робототехніка дозволять реалізувати саму суть повсякденного життя, особливо в критично важливих для безпеки застосуваннях. Крім того, «віртуальні експерименти» та експерименти з сурогатами частин тіла, що застосовуються в медицині та охороні здоров'я, представляють справжню силу цифровізації, від сканування форм до створення сурогатів різної складності з вбудованими датчиками з використанням адитивного виробництва та синтетичних матеріалів для імітації різних тканин. Завдяки використанню моделювання скінченних елементів «віртуальні експерименти» можуть досягти нових горизонтів, які досі були незрозумілі.

У майбутньому нові форми рецептурних препаратів стануть найцікавішими досягненнями в медицині. Планшети з підтримкою мікроскопічних датчиків можуть надавати лікарям найкращу інформацію про стан внутрішніх органів пацієнта. У цьому відношенні цифрові технології, включаючи 3D-друк та цифрові медичні пристрої (IoT), прокладуть шлях для індивідуальних, орієнтованих на потреби та прогностичних/забезпечувальних підходів для всіх спектрів медичної галузі. BDA очолюватиме різні напрямки медичної цифровізації, маючи значний вплив на еволюцію та розвиток галузі охорони здоров'я. У сфері

великих даних та сучасного моделювання медична галузь виграє від цифрових інструментів, що дозволяють адаптувати існуючі технології до потреб галузі, медичних працівників та пацієнтів.

Серед факторів, що сприяють зростанню витрат на медичний Інтернет речей у світовому масштабі, є зростання кількості хронічних захворювань, впровадження сприятливих ініціатив урядами різних країн та розвиток технологій штучного інтелекту. Поточні оцінки свідчать про те, що подальша інтеграція цифрових інструментів і технологій підвищить ефективність системи охорони здоров'я, призведе до розвитку інновацій, орієнтованих на пацієнта, трансформації бізнес-моделей та нової організації робочого простору.

Слід зазначити, що цифрові технології, про які йдеться в цій статті, належать до найуспішніших на сьогоднішній день промислових застосувань. Однак для глибших досліджень та подальшої цифровізації потрібні як міжнародна співпраця, так і організаційні зусилля. Крім того, важливо зазначити, що підвищення обізнаності суспільства щодо цифровізації та технологій Індустрії 4.0 шляхом покращення освіти та розвитку «цифрових» фахівців матиме велике значення.

Штучний інтелект відіграє ключову роль у трансформації медицини, сприяючи підвищенню точності діагностики, оптимізації лікувальних процесів і зниженню витрат. Ринок ШІ в медицині демонструє стабільне зростання, що зумовлено технологічним прогресом і щораз вищим попитом на автоматизовані рішення. Подальший розвиток штучного інтелекту відкриває нові можливості для персоналізованої медицини та ефективного управління медичними даними.

Інтеграція штучного інтелекту в охорону здоров'я являє собою монументальний зсув у цій галузі, обіцяючи покращення діагностики, лікування та надання медичної допомоги. Однак цей трансформаційний шлях супроводжується складним ландшафтом етичних міркувань, які вимагають ретельного розгляду. У цьому заключному розділі ми

підсумовуємо ключові висновки з цього рукопису та підкреслюємо важливість збалансованого та етичного підходу до використання потенціалу штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я.

Етичні наслідки використання штучного інтелекту та робототехніки в охороні здоров'я стосуються різних критичних аспектів:

1. *Конфіденційність та безпека даних* : Захист даних пацієнтів є надзвичайно важливим, що вимагає надійних практик обробки та зберігання даних для забезпечення конфіденційності та безпеки.
2. *Упередженість та справедливість* : боротьба з алгоритмічною упередженістю є важливою для запобігання нерівності в діагностиці та лікуванні, сприяючи справедливості у прийнятті рішень у сфері охорони здоров'я.
3. *Підзвітність та прозорість* : Встановлення чіткої відповідальності за дії систем штучного інтелекту та прозорі процеси прийняття рішень мають вирішальне значення для довіри та етичного використання.
4. *Автономія та людський нагляд* : Збереження людського контролю над штучним інтелектом та роботизованими системами, зберігаючи при цьому автономію та згоду пацієнта, є етичним імперативом.
5. *Вплив на медичних працівників* : Зміна ролей та скорочення робочих місць вимагають врахування етичних міркувань, як і сприяння ефективній співпраці між штучним інтелектом/робототехнікою та медичними працівниками.
6. *Соціальні наслідки* : Етичні проблеми, пов'язані з доступністю, рівністю та суспільною довірою, повинні керувати відповідальним розгортанням цих технологій.
7. *Регуляторні та правові виклики* : Розробка адаптивних правил та систем відповідальності, а також вирішення питань інтелектуальної власності є важливими для етичної інтеграції.

8. *Етичні рамки та рекомендації*: Існуючі етичні рамки надають рекомендації, але для орієнтування в цьому мінливому ландшафті необхідні адаптивні рекомендації, що стосуються саме охорони здоров'я.

ІІІ та робототехніка в охороні здоров'я мають потенціал для революціонізування догляду за пацієнтами та їхнього надання. Однак їх відповідальне та етичне використання залежить від врахування багатогранних етичних міркувань, викладених у цьому рукописі. Надаючи пріоритет добробуту пацієнтів, прозорості, справедливості та співпраці, системи охорони здоров'я, технологи, політики та медичні працівники можуть забезпечити позитивний внесок ІІІ та робототехніки в охорону здоров'я, дотримуючись при цьому найвищих етичних стандартів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abdul, S., Adeghe, E. P., Adegoke, B. O., Adegoke, A. A., & Udedeh, E. H. (2024). Public-private partnerships in health sector innovation: Lessons from around the world. *Magna Scientia Advanced Biology and Pharmacy*, 12(1), 045-059.
2. Akar, S., & Erdoğan, M. M. (2025). Artificial Intelligence in Healthcare: Transformative Applications, Ethical Challenges, and Future Pathways. *Artificial Intelligence & The Future of Humanity*, 211.
3. Alexander, A., Jiang, A., Ferreira, C., & Zurkiya, D. (2020). An intelligent future for medical imaging: a market outlook on artificial intelligence for medical imaging. *Journal of the American College of Radiology*, 17(1), 165-170.
4. Almotairi, K. H. (2023). Application of internet of things in healthcare domain. *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*, 14(1), 1-12.
5. Alowais, S. A., Alghamdi, S. S., Alsuhebany, N., Alqahtani, T., Alshaya, A. I., Almohareb, S. N., ... & Albekairy, A. M. (2023). Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC medical education*, 23(1), 689.
6. Babatunde, S. O. (2024). Business model innovation in healthcare: A theoretical review of entrepreneurial strategies in the medical sector. *International Journal of Biological and Pharmaceutical Sciences Archive*, 7(1), 148-157.
7. Bhushan, B., Kumar, A., Agarwal, A. K., Kumar, A., Bhattacharya, P., & Kumar, A. (2023). Towards a secure and sustainable internet of medical things (iomt): Requirements, design challenges, security techniques, and future trends. *Sustainability*, 15(7), 6177.
8. Boscardin, C. K., Gin, B., Golde, P. B., & Hauer, K. E. (2024). ChatGPT

and generative artificial intelligence for medical education: potential impact and opportunity. *Academic Medicine*, 99(1), 22-27.

9. Buntak, K., Kovačić, M., & Mutavdžija, M. (2021). Application of Artificial Intelligence in the business. *International journal for quality research*, 15(2), 403.
10. Civaner, M. M., Uncu, Y., Bulut, F., Chalil, E. G., & Tatli, A. (2022). Artificial intelligence in medical education: a cross-sectional needs assessment. *BMC Medical Education*, 22(1), 772.
11. Dudin, O., Mintser, O., & Sulaieva, O. (2021). Штучний інтелект та патологія наступного покоління: шлях до персоналізованої медицини. *Proceeding of the Shevchenko Scientific Society. Medical Sciences*, 65(2).
12. Dutta, S., Lanvin, B., León, L. R., & Wunsch-Vincent, S. (Eds.). (2024). *Global innovation index 2024: Unlocking the promise of social entrepreneurship*. WIPO.
13. Garbuio, M., & Lin, N. (2019). Artificial intelligence as a growth engine for health care startups: Emerging business models. *California Management Review*, 61(2), 59-83.
14. Garg, P. P., Jayashree, J., & Vijayashree, J. (2025). Revolutionizing healthcare: The transformative role of artificial intelligence. In *Responsible and explainable artificial intelligence in healthcare* (pp. 1-23). Academic Press.
15. Gomes, J. F., & Moqaddemerad, S. (2016). Futures Business Models for an IoT Enabled Healthcare Sector: A Causal Layered Analysis Perspective. *Journal of Business Models*, 4(2).
16. Gouripur, K. (2024). The impact of artificial intelligence on healthcare: A revolution in progress. *The North and West London Journal of General Practice*, 10(1).
17. Harmain, H. M., & Mohamed, A. H. (2025). The Transformative Power of AI in Healthcare. *Journal of Technology*

Research, 3(1), 43-49.

18. Hodge Jr, S. D. (2023). Revolutionizing healthcare: the transformative power of artificial intelligence in medicine. *Loy. L. REv.*, 70, 375.
19. Huang, T., Xu, H., Wang, H., Huang, H., Xu, Y., Li, B., ... & Qiao, J. (2023). Artificial intelligence for medicine: Progress, challenges, and perspectives. *The Innovation Medicine*, 1(2).
20. Iqbal, J., Jaimes, D. C. C., Makineni, P., Subramani, S., Hemaida, S., Thugu, T. R., ... & Hemida, S. (2023). Reimagining healthcare: unleashing the power of artificial intelligence in medicine. *Cureus*, 15(9).
21. Iqbal, J., Jaimes, D. C. C., Makineni, P., Subramani, S., Hemaida, S., Thugu, T. R., ... & Hemida, S. (2023). Reimagining healthcare: unleashing the power of artificial intelligence in medicine. *Cureus*, 15(9).
22. Javanmardi, E., Maresova, P., Xie, N., & Mierzwiak, R. (2024). Exploring business models for managing uncertainty in healthcare, medical devices, and biotechnology industries. *Heliyon*, 10(4).
23. Jiang, J., Liu, R., & Wang, F. (2024). How value drivers of internet medical business model affect value creation: a configurational approach. *Nankai Business Review International*, 15(1), 48-66.
24. Kotzias, K., Bukhsh, F. A., Arachchige, J. J., Daneva, M., & Abhishta, A. (2023). Industry 4.0 and healthcare: Context, applications, benefits and challenges. *Iet Software*, 17(3), 195-248.
25. Kulkov, I. (2021). The role of artificial intelligence in business transformation: A case of pharmaceutical companies. *Technology in Society*, 66, 101629.
26. Kulkov, I. (2023). Next-generation business models for artificial intelligence start-ups in the healthcare industry. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 29(4), 860-885.
27. Mehta, V. (2023). Artificial intelligence in medicine: revolutionizing healthcare for improved patient outcomes. *Journal of Medical Research*

*and Innovation*, 7(2),

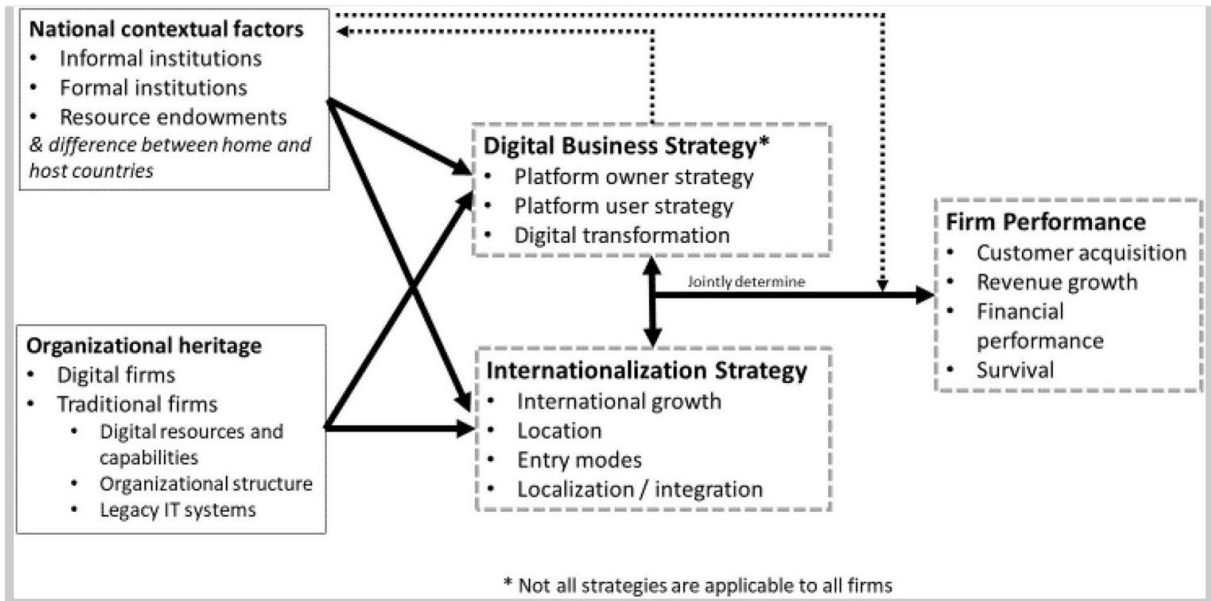
28. Mettler, T., & Eurich, M. (2012). What is the business model behind e-health? A pattern-based approach to sustainable profit.
29. Mir, M. M., Mir, G. M., Raina, N. T., Mir, S. M., Mir, S. M., Miskeen, E., ... & Alamri, M. M. S. (2023). Application of artificial intelligence in medical education: current scenario and future perspectives. *Journal of advances in medical education & professionalism*, 11(3), 133.
30. Mwanza, J., Telukdarie, A., & Igusa, T. (2023). Impact of industry 4.0 on healthcare systems of low-and middle-income countries: a systematic review. *Health and Technology*, 13(1), 35-52.
31. Osama, M., Ateya, A. A., Sayed, M. S., Hammad, M., Pławiak, P., Abd El-Latif, A. A., & Elsayed, R. A. (2023). Internet of medical things and healthcare 4.0: Trends, requirements, challenges, and research directions. *Sensors*, 23(17), 7435.
32. Popov, V. V., Kudryavtseva, E. V., Kumar Katiyar, N., Shishkin, A., Stepanov, S. I., & Goel, S. (2022). Industry 4.0 and digitalisation in healthcare. *Materials*, 15(6), 2140.
33. Singh, B., & Kaunert, C. (2024). Integration of cutting-edge technologies such as internet of things (IoT) and 5G in health monitoring systems: a comprehensive legal analysis and futuristic outcomes. *GLS Law Journal*, 6(1), 13-20.
34. Statista (2024) Artificial intelligence in healthcare—statistics & facts. Retrieved from [www.statista.com](http://www.statista.com).
35. Tejani, A. S., Klontzas, M. E., Gatti, A. A., Mongan, J. T., Moy, L., Park, S. H., ... & CLAIM 2024 Update Panel. (2024). Checklist for artificial intelligence in medical imaging (CLAIM): 2024 update. *Radiology: Artificial Intelligence*, 6(4), e240300.
36. Widayanti, R., & Meria, L. (2023). Business modeling innovation using artificial intelligence technology. *International Transactions on Education Technology (ITEE)*, 1(2), 95-104.

37. Андрійчук, М. Д., & Бойко, О. О. (2025). ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У МЕДИЦИНІ: ПОКРАЩЕННЯ ДІАГНОСТИКИ, АНАЛІТИКА ДАНИХ ТА ЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ. *Світ наукових досліджень. Випуск 40: матеріали Міжнародної мультидисциплінарної наукової інтернет-конференції (м. Тернопіль, Україна, м. Ополе, Польща, 24-25 квітня 2025 р.)/за ред.: О. Патряк та ін. ГО "Наукова спільнота", WSZIA w Opolu. Тернопіль: ФО-П Шпак ВБ 2025. 204 с. Збірник наукових публікацій укладено за матеріалами доповідей наукової, 118.*
38. Ахмаді, Х., Арджі, Г., Шахмораді, Л., Сафдарі, Р., Нілаші, М. та Алізаде, М. (2019). Застосування інтернету речей в охороні здоров'я: систематичний огляд літератури та класифікація. *Universal Access in the Information Society* , 18 (4), 837-869.
39. Бородіна, О. О., & Клименко, Д. О. (2018). *Штучний інтелект як революція в медицині* (Doctoral dissertation, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка).
40. 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.
41. Горкуненко, А. Б. (2025). Штучний інтелект у медицині: масштаби ринку та напрями розвитку. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*, (1), 35-41.
42. Джавайд, М., Халім, А., Сінгх, Р.П., Раб, С., Хак, МІУ та Райна, А. (2022). Інтернет речей у світовому секторі охорони здоров'я: значення, застосування та бар'єри. *Міжнародний журнал інтелектуальних мереж* , 3 , 165-175.
43. Зайцев, Д. (2023). ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ У БІОМЕДИЧНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ: РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МЕДИЦИНІ. *Збірник матеріалів XI Всеукраїнської науково-*

- практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2023»(Київ, 21 листопада 2023 р.)/упоряд.: А. Яцишин. К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2023. 338 с. ISBN 978-617-8282-02-8, 59.*
- 44.Капітон, А. М., & Пильгук, О. С. (2024). *Потенціал штучного інтелекту у медицині* (Doctoral dissertation, Національний університет" Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка").
- 45.Князькова, В. Я., & Криленко, В. І. (2024). Специфіка застосування штучного інтелекту в медицині в контексті інновацій та загроз. *СЕКЦІЯ 1. ВІДНОВЛЕННЯ І РОЗВИТОК СТІЙКОЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ МОДЕЛІ МЕДИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ*, 159.
- 46.Савчук, В. Д., Смандич, В. С., Геруш, І. В., Козловська, І. М., & Мандрик, О. Є. (2025). *Аналіз новітніх технологій, таких як штучний інтелект, віртуальна реальність та розширена реальність, в симуляційній медицині* (Doctoral dissertation, Буковинський державний медичний університет).
- 47.Свінціцький, А. В., Климова, В. В., & Сендецький, С. С. (2024). Використання штучного інтелекту в медицині, хірургії, стоматології, онкології. *Клінічна онкологія*, 56(4), 56-4.

## Додатки

### Цифровізація міжнародного бізнесу.



## Метадані

### ДОКУМЕНТ

Заголовок

2026\_292\_Vivsiannyk Anastasiia Vplyv shtuchnoho intelektu na mizhnarodnyy medychnyy biznes\_Khanin I.docx

Автор

Вівсянник Анастасія Олегівна

Науковий керівник / Експерт

Вівсянник Анастасія Олегівна

ІД документу

334346479

### ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації

National University of Water and Environmental Engineering

підрозділ

National University of Water and Environmental Engineering

### ЗВІТ

Дата звіту

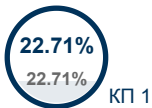
6/17/2026

Дата редагування

---

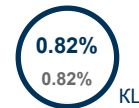
## Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



19015

Кількість слів



149200

Кількість символів

## Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

|                        |  |     |
|------------------------|--|-----|
| Заміна букв            |  | 1   |
| Інтервали              |  | 0   |
| Мікропробіли           |  | 174 |
| Білі знаки             |  | 0   |
| Парафрази (SmartMarks) |  | 244 |

## Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

### 10 найдовших фраз

Колір тексту

| # | НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ) | КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ<br>(ФРАГМЕНТІВ) |
|---|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1 | Горкуненко А.Б._стаття<br>3/4/2025       | 706 (3.71 %)                              |

Того жено  
20.03.26  
Табнаго О.М.

В.о завідувача  
кафедри  
економіки підприєм-  
ства і міжнарод-  
ного бізнесу  
проф. Табнаго О.М.  
здобувача ВД першого  
(бакалаврського) рівня  
ОДП "Міжнародний  
бізнес"  
Зів'язаник Анаста-  
сія Олегівна, МС-41

## Заява

Прошу затвердити мою кваліфікацій-  
ну роботу "Вплив культурно інтелекту на  
міжнародний медіа-бізнес" та призначити  
керівником д.е.н. Хаміна І.Г.

Того жено

Хаміна І.Г.

Дата

23.02.2026.

Підпис

