

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Фармакології, загальної та клінічної фармації

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

На тему: *«Роль та перспективи використання штучного інтелекту (ШІ) у фармації, стандартизації та інтерпретації результатів клінічної лабораторної діагностики»*

Виконала: студентка заочної форми навчання
спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація»

Саричева Вікторія Іванівна

Керівник: к. біол. наук, доцент Слесарчук В.Ю.

Рецензент: к. фарм. наук, доцент Соколова К.В.

Рекомендовано до захисту:

протокол засідання кафедри

№ 10 від 13.05.2026 р.

Завідувач кафедри

к. фарм. наук, доцент Лєвих А.Е.

Захищено на засіданні ЕК №1
протокол №2 від «12 »червня 2026 р.

Оцінка Відмінно /182/В

Голова ЕК доцент Лєвих А.Е.

Дніпро 2026

ЗМІСТ

ВСТУП -----	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ -----	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОХОРОНУ ЗДОРОВ'Я -----	8
1.1. Етапи розвитку інтелектуальних систем у медицині та фармації -----	8
1.2. Проблема інформаційного вибуху та управління великими даними у фармації -----	10
1.3. Типи та тактичне застосування експертних систем штучного інтелекту у фармації та стандартизації інтерпретації даних клініко-лабораторної діагностики -----	11
РОЗДІЛ 2. БІОЕТИЧНІ, ДЕОНТОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ ВИКЛИКИ АВТОМАТИЗАЦІЇ -----	14
2.1. Приховані алгоритми штучного інтелекту та ризики деградації клінічного мислення фахівця -----	14
2.2. Проблеми упередженості даних та розподіл відповідальності за помилки експертних систем -----	16
2.3. Вплив технологій на взаємодію «пацієнт-фармацевт» та ризики дегуманізації фармацевтичної опіки -----	18
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ГОТОВНОСТІ ТА БАР'ЄРІВ СПРИЙНЯТТЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ -----	20

3.1. Організація опитування фахівців і пацієнтів методом інтерв'ю щодо безпеки впровадження технологій ШІ в систему фармацевтичної опіки та лабораторної діагностики -----	
20	
3.2. Інтерпретація результатів оцінки технологічного оптимізму та тривожності -----	
22	
3.3. Впровадження штучного інтелекту у фармацевтичну освіту -----	
26	
3.4. Практичний досвід та перспективи використання ШІ в аптеках і лабораторіях -----	29
ВИСНОВКИ -----	35
АНОТАЦІЯ -----	39
SUMMARY -----	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ -----	43

ВСТУП

Актуальність теми. Сьогодні фармацевтична галузь та лабораторна діагностики швидко переходять на цифрові технології. головною причиною цього – величезний потік нової інформації. Кількість медичних та фармацевтичних знань у світі зараз подвоюється кожні 73 дні. Жоден фахівець – чи то фармацевт в аптеці, чи то лаборант – не здатний самостійно прочитати й запам'ятати такий обсяг даних. Саме тому виникає гостра потреба у впровадженні штучного інтелекту (ШІ) як надійного цифрового помічника.

У фармації ШІ допомагає автоматизувати замовлення лікарів, прогнозувати попит та уникати небезпечного поєднання різних препаратів. У клінічній лабораторній діагностиці ШІ стає незамінним для стандартизації процесів та точної інтерпретації результатів аналізів. Комп'ютерні алгоритми допомагають усунути людський чинник і помічають найменші відхилення від норми. Проте автоматизація створює й нові виклики: фахівці можуть занадто сильно покладатися на підказки програм, виникають питання юридичної відповідальності за помилки ШІ та ризик зменшення живого спілкування з пацієнтом. Пошук балансу між сучасними технологіями та людським досвідом визначає актуальність цієї роботи.

Мета дослідження. Проаналізувати роль, практичні можливості та бар'єри використання штучного інтелекту у фармацевтичній діяльності та для стандартизації й інтерпретації результатів клініко-лабораторних досліджень.

Завдання дослідження. Для досягнення поставленої мети було визначено та послідовно вирішено такі завдання:

1. Вивчити передумови розвитку інтелектуальних систем, а також проаналізувати проблему інформаційного вибуху та управління великими даними у фармації.

2. Дослідити типи й практичне застосування експертних систем у фармацевтичній практиці, а також у процесах стандартизації та інтерпретації результатів клініко-лабораторної діагностики.
3. Оцінити біоетичні, деонтологічні та правові виклики автоматизації включаючи феномен прихованих алгоритмів штучного інтелекту, ризики деградації клінічного мислення фахівців та проблеми розподілу відповідальності за помилки програм.
4. Провести пілотне опитування методом інтерв'ю на базі міської аптеки для оцінки рівня готовності, технологічного оптимізму та цифрової тривожності експертів і споживачів.

Об'єкт дослідження. Процес інтеграції та використання систем штучного інтелекту у фармацевтичній практиці та клінічній лабораторній діагностиці.

Предмет дослідження. Технологічні особливості, правові, біоетичні та деонтологічні виклики, бар'єри сприйняття, а також готовність фахівців і пацієнтів до використання ШІ.

Методи дослідження. Пошук та аналіз наукової літератури, контент-аналіз нормативних документів, публікацій у міжнародній базі PubMed. Також використано метод соціологічного дослідження (авторське пілотне опитування методом інтерв'ю).

Наукова новизна полягає у проведенні комплексного аналізу впровадження штучного інтелекту не просто як технічного інструменту, а як чинника трансформації професійних відносин у практичній фармації. Вперше на основі авторського пілотного опитування методом якісного інтерв'ю окреслено специфіку та виявлено ключові тенденції у балансі між технологічним оптимізмом та цифровою тривожністю вітчизняних фахівців і споживачів в умовах цифровізації охорони здоров'я.

Практичне значення. Матеріали роботи та сформований автором методичний інструментарій (опитувальні плани для інтерв'ю) можуть бути використані керівниками аптечних мереж для оптимізації внутрішніх процесів та адаптації персоналу до умов цифровізації, а також для оновлення навчальних програм і вибіркових дисциплін у закладах вищої фармацевтичної освіти.

Апробація результатів дослідження. Ключові теоретичні положення та аналітичні висновки дипломного проекту були представлені, обговорені та опубліковані у формі тез доповідей на Другій Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Міждисциплінарні підходи до створення ліків» (м. Одеса, 14-15 квітня 2026 р.).

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 46 сторінках друкованого тексту. Вона складається зі змісту, вступу, трьох послідовних взаємопов'язаних розділів, висновків, списку використаних джерел, що містить 27 найменувань сучасних вітчизняних та міжнародних праць, а також додатків. Текст роботи проілюстровано аналітичними таблицями у кількості 3 та графічними рисунками у кількості 4.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ЄС – Європейський Союз

МІС – медична інформаційна система

МНН – Міжнародна непатентована назва

США – Сполучені Штати Америки

ШІ – штучний інтелект

ФО – фармацевтична опіка

Big Data – великі дані (масиви даних великого обсягу)

Data Science – наука про дані (методи аналізу даних)

e-Health – електронна система охорони здоров'я

R&D (*Research and Development*) – науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (розробка нових продуктів)

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОХОРОНУ ЗДОРОВ'Я

1.1 Етапи розвитку інтелектуальних систем у медицині та фармації

Сучасне використання штучного інтелекту у фармацевтичній практиці та лабораторній діагностиці не виникло за один день. Це результати тривалої еволюції комп'ютерних технологій та математичного моделювання. Головною метою науковців протягом багатьох років було прагнення перевести складне клінічне мислення фахівця у чіткі й зрозумілі автоматичні алгоритми.

Перші серйозні спроби автоматизації в медицині почалися ще у 1970-х роках. Найбільш відомим прикладом того часу стала експертна система MYCIN, розроблена в Стенфордському університеті. Вона працювала за логічним принципом «якщо - то». Програма допомагала лікарям та лаборантам визначати небезпечних збудників інфекцій хвороб крові та розраховувала точне дозування антибіотиків індивідуально для кожного пацієнта. Точність системи MYCIN досягла 85%, що було на рівні досвідчених інфекціоністів. Це вперше довело, що машина може виступати надійним помічником у медичній практиці.

У 1980-1990-х роках технології зробили наступний крок. З'явилися перші електронні бази даних лікарських засобів, які допомагали провізорам швидко перевіряти сумісність препаратів. У цей же період науковці почали використовувати штучні нейронні мережі на початкових етапах створення ліків для прогнозування ефективності нових хімічних молекул.

На початку XXI століття стався справжній технологічний прорив, пов'язаний із появою глибокого навчання та аналізу великих масивів інформації. Системи ШІ почали впроваджувати безпосередньо в роботу діагностичних лабораторій та аптек. Сучасні програми здатні миттєво

оцінювати результати біохімічних аналізів, зіставляти їх із генетичними особливостями пацієнта та допомагати фармацевту підібрати схему фармацевтичної опіки.

Основні етапи цього історичного розвитку для наочності наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1

Еволюційні етапи розвитку та порівняльний аналіз системи штучного інтелекту в медицині та фармації

Період розвитку	Технологічна основа системи	Основна сфера застосування у практиці	Ключові обмеження та недоліки
1970-ті роки	Експертні системи на основі жорстких правил «якщо - то» (система MYCIN)	Ідентифікація інфекційних збудників, первинний розрахунок доз антибіотиків	Нездатність до самонавчання, висока чутливість до відсутності повноти вхідних даних
1980-1990 –ті роки	Перші штучні нейронні мережі, класичні бази даних лікарських препаратів	Скринінг хімічних сполук, первинне прогнозування біологічної активності молекул	Обмежена обчислювальна потужність техніки, дефіцит якісних цифрових даних
2000-2010-ті роки	Машинне навчання, алгоритми обробки природної мови, хмарні обчислення	Автоматизація обліку в аптеках, розпізнавання медичних зображень, перевірка бланків	Проблема сумісності різних інформаційних платформ, висока вартість впровадження
Сучасний етап	Глибоке навчання, великі мовні моделі, генеративні архітектури, Big Data	Комплексна фармацевтична опіка, прогнозування взаємодії ліків, аналіз біомаркерів	Непрозорість логіки прийняття рішень ШІ, етичні ризики, відсутність універсального правового регулювання

Як видно з таблиці 1, за кілька десятиліть технології пройшли шлях від простих математичних калькуляторів до складних систем, які можуть самостійно навчатися. Це підтверджують і сучасні наукові дослідження провідних вітчизняних фахівців у галузі соціальної та клінічної фармації [1]. Зокрема, аналіз наукових праць показує, що в умовах такої цифрової трансформації сучасний спеціаліст охорони здоров'я повинен володіти не лише базовими професійними знаннями, а й вміти грамотно працювати з комп'ютерними програмами. Таким чином, штучний інтелект перетворюється на важливого суб'єкта модернізації як фармацевтичної практики, так і клінічної лабораторної діагностики.

1.2 Проблема інформаційного вибуху та управління великими даними у фармації

Сучасна система охорони здоров'я та фармацевтичний сектор зокрема перебувають у стані постійного та стрімкого накопичення інформації, який у науковій літературі отримав назву «інформаційного вибуху». Швидкість появи нових знань у медицині, результатів клінічних випробувань лікарських засобів, даних про побічні реакції та взаємодію препаратів зростає у геометричній прогресії. Якщо в середині ХХ століття для подвоєння обсягу медичних знань потрібні були десятиліття, то сьогодні, за даними міжнародних аналітичних досліджень, цей період скоротився до кількох місяців [2].

Такий колосальний потік інформації створює серйозний розумовий прес для практикуючих фахівців – фармацевтів та працівників клініко-діагностичних лабораторій. Фізичні можливості людини не дозволяють щоденно відстежувати, аналізувати та запам'ятовувати сотні нових наукових публікацій, тисячі торгових назв лікарських засобів та складні схеми

лабораторних показників. Інформаційне перевантаження персоналу стає однією з головних причин виникнення механічних помилок під час оцінки результатів аналізів або відпуску медикаментів пацієнтам [3].

Ситуація значно ускладнюється формуванням концепції «великих даних» (Big Data) у практичній фармації та лабораторній діагностиці. Великі дані в цій сфері включають мільйони електронних медичних карт, результати різноманітних досліджень, автоматичні цифрові звіти сучасних біохімічних та гематологічних аналізаторів, а також бази даних аптечних мереж про рух лікарських засобів. Ці масиви інформації характеризуються величезним обсягом, високою швидкістю оновлення та різноманітністю форматів, що унеможлиблює їх якісну обробку традиційними ручними методами.

Для ефективного управління цими потоками виникає гостра технологічна потреба в інтеграції систем штучного інтелекту. Алгоритми ШІ здатні миттєво систематизувати неструктуровані великі дані, виявляти приховані закономірності та прогнозувати ризики. Як зазначають вітчизняні дослідники, впровадження інтелектуальних систем автоматизації дозволяє трансформувати хаотичний потік інформації у чіткі клінічні рішення, мінімізуючи вплив людського чинника [4]. Таким чином, ШІ виступає не просто технічним інструментом, а необхідним аналітичним щитом, який захищає спеціаліста від інформаційного виснаження, а пацієнта – від потенційних помилок у процесі фармацевтичної опіки.

1.3 Типи та практичне застосування експертних систем штучного інтелекту у фармації та стандартизації інтерпретації даних клініко-лабораторної діагностики

Для успішного вирішення проблем інформаційного перевантаження у сучасній охороні здоров'я використовуються різні типи систем штучного

інтелекту, які часто помилково прирівнюють між собою. Варто чітко розмежувати ці поняття. Штучний інтелект – це загальна глобальна галузь комп’ютерних наук, спрямована на створення розумних машин. Експертні системи є лише однією з класичних гілок ШІ, яка працює на основі жорстких логічних правил «якщо – то», закладених людиною-експертом. Натомість великі мовні моделі (LLM, Large Language Models) – це сучасний підвид ШІ, заснований на глибокому навчанні та нейромережах, здатний розуміти й генерувати живий людський текст. Специфіку структури та ієрархічне співвідношення цих технологій зображено на рисунку 1.1



Рис. 1.1. Класифікація та ієрархія систем штучного інтелекту в медицині та фармацевтиці

У фармацевтичній практиці найбільшого поширення набули інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень. Вони інтегруються безпосередньо в комп’ютерні програми аптек та допомагають фармацевту здійснювати якісну фармацевтичну опіку. Наприклад, під час сканування рецепта програма автоматично звіряє призначені ліки з базою даних і миттєво попереджає фахівця про критичні взаємодії препаратів, наявність протипоказань або ризик дублювання діючих речовин. Це дозволяє уникнути

негативних наслідків одночасного призначення великої кількості ліків безпосередньо біля аптечного прилавка [5]. Крім того, алгоритми ШІ автоматизують логістичні процеси аптеки: аналізують історію продажів, сезонність, спалахи захворюваностей і самостійно формують оптимальне замовлення товарів у постачальників, запобігаючи дефіциту важливих медикаментів.

У сфері клініко-лабораторної діагностики штучний інтелект став базовим інструментом для стандартизації процесів. Головна проблема сучасної лабораторної медицини – це мінімізація помилок на преаналітичному та аналітичному етапах, а також правильне трактування складних показників. Інтелектуальні системи, що підключені до сучасних біохімічних, імунохімічних та гематологічних аналізаторів, здатні автоматично оцінювати якість взятої проби, виявляти наявність мікрозгустків або гемолізу і блокувати видачу невірного результату.

На етапі інтерпретації даних ШІ порівнює отримані результати аналізів із референтними значеннями, віком, статтю та навіть попередньою історією хвороби пацієнта. Алгоритми глибокого навчання допомагають лаборантам класифікувати клітини крові під час мікроскопії, виявляючи атипові форми з точністю, яка часто перевищує можливості людського ока [6]. Такий підхід забезпечує повну стандартизацію досліджень: незалежно від завантаженості лабораторії чи досвіду конкретного фахівця, кожен аналіз проходить через об'єктивний цифровий контроль. Підсумовуючи, можна сказати, що синергія експертних систем у фармації та лабораторній діагностиці дозволяє сформувати цілісний, безпечний та високотехнологічний цифровий простір для пацієнта.

РОЗДІЛ 2. БІОЕТИЧНІ, ДЕОНТОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ ВИКОИКИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1 Приховані алгоритми штучного інтелекту та ризики деградації клінічного мислення фахівця

Незважаючи на очевидні переваги автоматизації, масове впровадження ШІ у сферу охорони здоров'я супроводжуються серйозними ризиками, пов'язаними із закритістю програмного забезпечення та зміною розумової діяльності персоналу. Головним методологічним бар'єром є так звана проблема «чорної скриньки» (black box problem), яка впливає з неможливістю прослідкувати за логічним ланцюжком прийнятого рішення та складних неймереж.

Суть цієї проблеми полягає в тому, що розробники й практикуючі фахівці бачать лише вхідні дані (наприклад, показники крові пацієнта чи структуру хімічної сполуки) та кінцевий результат, який видав комп'ютер (готовий діагноз чи рекомендацію до відпуску ліків). Проте сам внутрішній процес математичного аналізу, за яким ШІ прийшов до цього висновку, залишається повністю прихованим і невідконтрольним людині через мільярди переплетених параметрів в середині неймережі. У фармацевтичній практиці та клінічній лабораторній діагностиці, де на кону стоїть життя людини, така непрозорість створює небезпечний дефіцит довіри. Якщо програми припустяться помилки через прихований системний збій, фахівець не зможе вчасно помітити нелогічність розрахунків, оскільки не бачить самого ланцюжка міркування машини [7].

Не менш загрозливим є ризик хибного сприйняття, пов'язаний із тривалим використанням інтелектуальних помічників. Постійне делегування аналітичних функцій комп'ютеру з часом призводить до явища «автоматизованого упередження» (automation bias) – сліпої віри людини в

безпомилковість технологій. Коли фармацевт в аптеці або лаборант під час оцінки аналізів повністю покладається на підказки експертних систем, виникає загроза поступової деградації індивідуального клінічного мислення фахівця. Спеціаліст втрачає навичку самостійно аналізувати складні нестандартні випадки, критично оцінювати симптоми та піддавати сумніву недостовірні результати. Для наочного порівняння та систематизації цих ризиків їхні ключові характеристики наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Вплив прихованих алгоритмів штучного інтелекту на формування ризиків когнітивної деградації фахівця.

Технологічний прояв «чорної скриньки»	Клініко-фармацевтичний ризик	Механізм впливу на мислення фармацевта
Математична непрозорість прихованих шарів нейромережі	Неможливість перевірки логічного ланцюжка призначення ліків.	Блокування критичного осмислення результату, прийняття рішення на основі сліпої технологічної довіри.
Формування стійкого ефекту технологічної залежності (Automation Bias)	Втрата навичок розрахунку складних дозувань та виявлення міжлікових взаємодій.	Зниження аналітичної діяльності; згасання здатності до самостійного прийняття рішення в умовах форс-мажору.
Абстрагування від індивідуального анамнезу пацієнта	Шаблонізація фармацевтичної опіки та ігнорування нетипових суб'єктивних симптомів.	Зміщення уваги з особистості пацієнта на інтерфейс експертної системи; дегуманізація професійного мислення.
Ефект інформаційного тиску (Cognitive Overload)	Розгубленість дій фармацевта через надлишковий потік автоматичних сповіщень.	Зниження концентрації уваги; формування синдрому «екранної втоми» та деградація клінічного мислення.
Феномен алгоритмічних «галюцинацій» (Artificial	Генерування системою переконливих, але клінічно помилкових або неіснуючих даних про препарати.	Зниження контролю через переконливий і грамотний вигляд помилкових даних III.

Hallucinations)		
Звуження пошукового діапазону (Algorithmic Cage)	Обмеження вибору лікарських засобів виключно рамками запрограмованих рішень програми.	Формування гнучкості мислення; втрата здатності до творчого, нестандартного підбору альтернативної терапії.
Редукція оперативної пам'яті (ефект Google-ефекту в медицині)	Втрата здатності фахівця згадувати базові фармакологічні характеристики препаратів при відсутності доступу до інтернету.	Відмова від глибокого запам'ятовування професійної інформації через надію на цифрові бази даних.

Проаналізувавши представлені у таблиці дані, можна зробити висновок, що приховані алгоритми штучного інтелекту у жодному разі не повинні повністю замінювати людський розум. Технології мають функціонувати виключно як допоміжний інструмент (інструмент «другої думки»). Лише збереження за лікарем, фармацевтом та лаборантом статусу головного суб'єкта прийняття рішень дозволить уникнути системних криз в охороні здоров'я та зберегти високий рівень індивідуальної професійної майстерності кадрів.

2.2 Проблеми упередженості даних та розподіл відповідальності за помилки експертних систем

Масове впровадження експертних систем у повсякденну діяльність фармацевтів та фахівців лабораторної діагностики актуалізує проблему упередженості даних (data bias). Будь-який алгоритм штучного інтелекту приймає рішення на основі тієї інформації, яка була закладена в нього під час навчання. Якщо первинна вибірка даних була обмеженою, незбалансованою або застарілою, система підсвідомо копіює ці дефекти у свої фінальні звіти. У медико-фармацевтичній практиці це створює ризик системних помилок, коли програма некоректно інтерпретує аналізи або рекомендує хибні схеми

фармакотерапії для певних груп пацієнтів лише через те, що їхні специфічні клінічні профілі не були належним чином враховані розробниками софту [8].

Оскільки жоден алгоритм ШІ не застрахований від подібних збоїв чи хибної інтерпретації, ключовим стає питання правового та морального розподілу відповідальності за наслідки таких помилок. Сучасне законодавство більшості країн світу, включаючи Україну, чітко визначає, що комп'ютерна програма не є суб'єктом права. Вона розглядається лише як цифрове обладнання або допоміжний інструмент. Це означає, що вся повнота юридичної відповідальності за встановлений діагноз, оцінку лабораторних показників чи відпуск лікарських засобів у повному обсязі залишається на дипломованому фахівці – лікареві або фармацевтові [8].

Проте покладання провини виключно на практикуючого медика чи фармацевта у випадку внутрішнього збою алгоритму є деонтологічно несправедливим. Тому в міжнародній практиці охорони здоров'я зараз активно впроваджується концепція «розділеної відповідальності» (shared responsibility). Згідно з цією моделлю розробник програмного забезпечення має відповідати за технічну справність та відсутність прихованих системних багів у коді, тоді як клініцист чи фармацевт – за фінальну верифікацію даних на практиці. Для мінімізації ризиків обов'язковим є дотримання правила «золотого стандарту»: будь-яка підказка комп'ютерної системи повинна розглядатися персоналом лише як довідкова інформація, що потребує обов'язкового критичного переконтролю людиною [9].

2.3 Вплив технологій на взаємодію «пацієнт-фармацевт» та ризики дегуманізації фармацевтичної опіки

Сучасний етап розвитку фармації характеризується активним упровадженням цифрових технологій безпосередньо у процес обслуговування населення. Роботизовані аптечні склади, чат-боти для замовлення ліків та експертні системи підбору аналогів суттєво пришвидшують технічну роботу. Проте така масштабна цифровізація чинить серйозний вплив на традиційну модель взаємодії «пацієнт-фармацевт», породжуючи загрозу дегуманізації фармацевтичної опіки. Фармацевтична опіка – це не просто механічний відпуск медикаментів за чеком, а складна система взаємин, яка базується на емпатії, довірі, індивідуальному психологічному підході та усному консультуванні пацієнта [10].

Головним ризиком у цьому контексті є поступове зникнення живого контакту між фахівцем та відвідувачем аптеки. Коли фармацевт під час спілкування з пацієнтом постійно відволікається на монітор комп'ютера, звіряючи алгоритми чи заповнюючи електронні форми, втрачається невербальний зв'язок (зоровий контакт, тон голосу прояв співчуття). Пацієнт починає сприймати аптеку як сухий супермаркет, а не як заклад охорони здоров'я. Для людей літнього віку або осіб із хронічними захворюваннями такий дефіцит уваги є критичним, оскільки вони часто потребують саме емоційної підтримки та детального роз'яснення схеми лікування людською мовою, яку не здатна замінити жодна автоматизована інструкція [1]. Для комплексного аналізу трансформації цього процесу, ключові вектори впливу технологій на фармацевтичну опіку наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Трансформація взаємодії «пацієнт-фармацевт» в умовах цифровізації.

Параметр порівняння	Традиційна модель опіки	Технологічно змінена модель опіки	Ризики та наслідки дегуманізації
Характер комунікації	Живий діалог, активне вислуховування скарг, прояв емпатії.	Формальне опитування за шаблоном, взаємодія через монітор/екран.	Втрата довіри пацієнта, приховування ним важливих симптомів через дисконфорт.
Сприйняття фахівця	Порадник, консультант, ключова ланка системи охорони здоров'я.	Технічний оператор бази даних, «продавець» готових рішень комп'ютера.	Зниження авторитету професії фармацевта, знецінення його клінічних знань.
Консультаційний підхід	Глибокий облік індивідуальних особливостей (вік, спосіб життя, страхи).	Стандартизовані рекомендації алгоритму для середньостатистичного клієнта	Пропуск індивідуальних протипоказань, шаблонний підхід до складних випадків.

Аналіз представлених у таблиці даних свідчить, що заміна живого спілкування алгоритмічними підказками призводить до механізації професії. Фармацевт, покладаючись на ШІ, може втратити навички деонтологічного менеджменту – здатності заспокоїти пацієнта, виявити приховані побічні ефекти через психологічний аналіз його стану. У підсумку, цифрові технології мають звільняти час фармацевта від рутини (пошук залишків, облік термінів придатності) саме для того, щоб він міг приділити більше уваги живому спілкуванню з людиною. З огляду на це, гуманістичний та етичний стрижень фармацевтичної практики за будь-яких умов має залишатися незмінним пріоритетом.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ГОТОВНОСТІ ТА БАР'ЄРІВ СПРИЙНЯТТЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

3.1 Організація опитування фахівців і пацієнтів методом інтерв'ю щодо безпеки впровадження технологій ШІ в систему фармацевтичної опіки та лабораторної діагностики.

Обґрунтування доцільності та безпеки впровадження технологій ШІ в систему фармацевтичної опіки та лабораторної діагностики потребує глибокого вивчення думки безпосередніх учасників цього процесу. З цією метою в межах дипломного проекту було організоване та проведене опитування (інтерв'ювання). Основою роботи стало індивідуальне усне інтерв'ю за задалегідь підготовленими питаннями для двох цільових аудиторій: професійних експертів (фармацевтів, завідувачів аптек) та безпосередніх споживачів фармацевтичних послуг.

Програма та організаційна структура дослідження передбачали використання методу індивідуального опитування, яке здійснювалось протягом квітня 2026 року за допомогою безпосереднього інтерв'ювання на базі аптеки «АНЦ» № 30 у м. Кам'янське. Такий часовий проміжок дозволив оперативно зібрати та опрацювати первинний матеріал. Загалом в опитуванні взяло участь 16 фахівців (фармацевти, працівники зазначеної аптечної мережі) та 20 пацієнтів (відвідувачів аптеки різних вікових груп).

Наш науковий пошук складався з двох етапів. Перший етап був присвячений формуванню двох типів спеціалізованих опитувальних планів для майбутньої розмови. Перелік питань для спеціалістів мав такі запитання:

1. Як ви оцінюєте свій рівень цифрової грамотності та готовності інтеграції системи ШІ у повсякденну роботу?
2. Як часто ви використовуєте в роботі автоматизовані системи?

3. Оцініть свій рівень довіри до рекомендацій або підказок, отриманих за допомогою систем ШІ.
4. З якими саме автоматизованими системами (контроль взаємодії ліків, замовлення товару, облік дефектури) ви найчастіше взаємодієте у своїй щоденній практиці?
5. Чи відчуваєте ви або ваші колеги психологічну тривогу дискомфорт через те, що стрімкий розвиток ШІ може призвести до скорочення штату?
6. Хто, на вашу думку, несе юридичну відповідальність, якщо комп'ютерна система через технічний збій зробить помилку в дозуванні чи підборі аналога ліків, а фахівець за першим столом цього не помітить?
7. Які рутинні процеси в аптеці ви б із радістю повністю передали штучному інтелекту, а які професійні обов'язки, на вашу думку, мають залишатися виключно за людиною?
8. Яких знань чи навичок не вистачає для впровадження систем ШІ в повсякденну роботу?

Блок питань для споживачів був сфокусований на виявлення рівня довіри до автоматизованих систем медичного консультування і містив такі питання:

1. Чи готові ви довіряти автоматичному підбору аналогів або замінників ліків, якщо це робить система автоматично?
2. Яким є ваш досвід взаємодії з медичними чи фармацевтичними чат-ботами, мобільними додатками та сайтами для пошуку ліків, і чи можуть вони замінити для вас консультацію фахівця в реальній аптеці?
3. Наскільки важливим для вас під час купівлі ліків є емпатія, живе спілкування та психологічна підтримка з боку фармацевта, чи для вас головне – це суто швидкість обслуговування?

4. Які переваги ви можете відмітити при використанні сучасних цифрових систем, які стосуються покращення сервісу чи полегшення доступу до медичних послуг в охороні здоров'я вцілому?
5. Чи стикалися ви з ситуацією, коли інформація, надана чат-ботом була невірною?
6. Чи виникає у вас побоювання щодо конфіденційності ваших діагнозів та особистих медичних даних, якщо їх оброблятиме та зберігатиме системи ІІІ аптечної мережі?

Другий етап включав безпосереднє проведення індивідуальних інтерв'ю з учасниками, фіксацію їхніх відповідей у робочих протоколах та подальше узагальнення отриманих результатів для визначення головних тенденцій цифровізації в аптечній практиці. Усі розмови проходили на умовах повної конфіденційності. Відповіді респондентів фіксувалися під час бесіди у робочому протоколі дослідника для їх подальшого групування, аналізу та логічного узагальнення.

3.2 Інтерпретація результатів оцінки технологічного оптимізму та тривожності

Практична частина нашого дослідження дозволила комплексно оцінити проблему цифровізації, вивчивши думку як професійної спільноти, так і безпосередніх споживачів послуг. Аналіз відповідей виявив цікавий баланс між технологічним оптимізмом та тривожністю обох сторін. Під час проведення індивідуального інтерв'ю було помітно, що і аптечна спільнота, і звичайні відвідувачі виявили високий інтерес до запропонованої теми. Фармацевти охоче ділились думками, оскільки щодня стикаються з новими програмами, а перспектива появи штучного інтелекту за першим столом викликає жваві дискусії. Пацієнти, своєю чергою, активно долучилися до

спілкування, адже питання збереження людського контакту в охороні здоров'я хвилює кожного. Багато опитаних зазначали, що це дослідження є дуже вчасним, оскільки технології розвиваються швидше, ніж встигають адаптуватися етичні правила.

З одного боку, більшість опитаних працівників (загалом у дослідження було залучено 16 фахівців аптечних закладів) чітко розділяють рутинні технічні завдання та безпосередню роботу з людьми. Вони позитивно оцінюють автоматизацію процесів, які забирають багато часу. Наприклад, автоматичний пошук залишків медикаментів, ведення електронного обліку термінів придатності ліків та швидке сканування рецептів суттєво полегшують щоденну працю, зменшують втому і рятують від механічних помилок. У цьому проявляється технологічний оптимізм: фармацевти готові бачити в ШІ надійного цифрового помічника, який звільняє їх від паперової рутини.

Проте, як тільки мова заходить про передачу комп'ютерним алгоритмам функцій безпосередньо консультування пацієнтів та вибору схем лікування, оптимізм поступається місцем тривозі. Працівники аптек чітко усвідомлюють, що машина не здатна замінити людські якості. Ключовим маркером цієї тривожності стали відповіді на запитання про довіру до підказок, отриманих від ШІ та делегування ФО системі. Більше половини опитаних працівників аптек (10 із 16 фахівців) відчують високу тривожність щодо майбутнього взаємодії з відвідувачами. Вони переконані, що робота суто за шаблонами комп'ютера перетворить фармацевта на звичайного технічного видавця коробок із ліками, а пацієнт втратить можливість отримати щирю людську підтримку, співчуття та індивідуальний підхід. Що цікаво, таку позицію найчастіше висловлювали досвідчені фахівці, які на практиці знають, як часто щира розмова з літньою людиною чи вчасне тепле слово допомагають краще за будь-які стандартні інструкції.

Помірним цей ризик вважають 4 респонденти серед фахівців. До цієї групи переважно увійшли молоді спеціалісти, які мають високу цифрову грамотність. Вони вірять, що негативних наслідків можна легко уникнути, якщо чітко визначити межі: нехай штучний інтелект пропонує варіанти та перевіряє сумісність ліків, але остаточне слово і живий діалог з людиною завжди залишаються за спеціалістом. І лише 2 опитаних мають нульову тривожність, розглядаючи автоматизацію як звичайний технічний крок вперед, який спростить систему і не потребує збереження емоційного контакту. Отримані результати чітко показують: попри загальну відкритість до нових технологій, аптечна спільнота прагне зберегти етичний, деонтологічний та суто людський стрижень своєї професії.



Рис. 1.2. Результати порівняльного анкетування фахівців фармацевтів щодо впровадження ШІ-систем.

Окремим вагомим вектором інтерв'ювання став аналіз відповідей споживачів фармацевтичних послуг (усього було опитано 20 відвідувачів зазначеної аптеки), який дозволив оцінити рівень суспільної довіри до цифровізації. Результати інтерв'ювання виявили високий ступінь консервативності населення у питаннях, що стосуються безпосередньо їхнього здоров'я та вибору лікування. Як виявилось, звичайні громадяни

чітко розділяють сфери, де комп'ютер є корисним, і де він є абсолютно небажаним.

Переважає більшість опитаних пацієнтів (14 із 20 респондентів) висловили чітке переконання, що використання штучного інтелекту чи аптечних роботів є припустимим виключно як допоміжний технічний елемент (проявляючи побоювання та консерватизм і довіряючи ШІ лише технічні функції). На думку людей, автоматизація потрібна для прискорення обслуговування, швидкого пошуку ліків у базі або перевірки їхньої наявності та ціни. Проте у ситуаціях, які потребують підбору взаємозамінних препаратів, роз'яснення складних схем прийому або детального аналізу побічних ефектів, громадяни вимагають виключно живого контакту з фахівцем. Головним бар'єром довіри до алгоритмів з боку споживачів визначено дефіцит індивідуального підходу та страх перед бездушністю машини, яка не здатна вислухати та врахувати унікальний психоемоційний стан людини. І лише 4 пацієнти висловили повну довіру та прихильність, зазначивши, що готові до консультування роботом. Абсолютну прихильність та готовність до повноцінного консультування ШІ-роботом висловило 4 опитаних пацієнта, тоді як 2 опитаних взагалі не використовують системи штучного інтелекту через власні переконання чи недовіру.

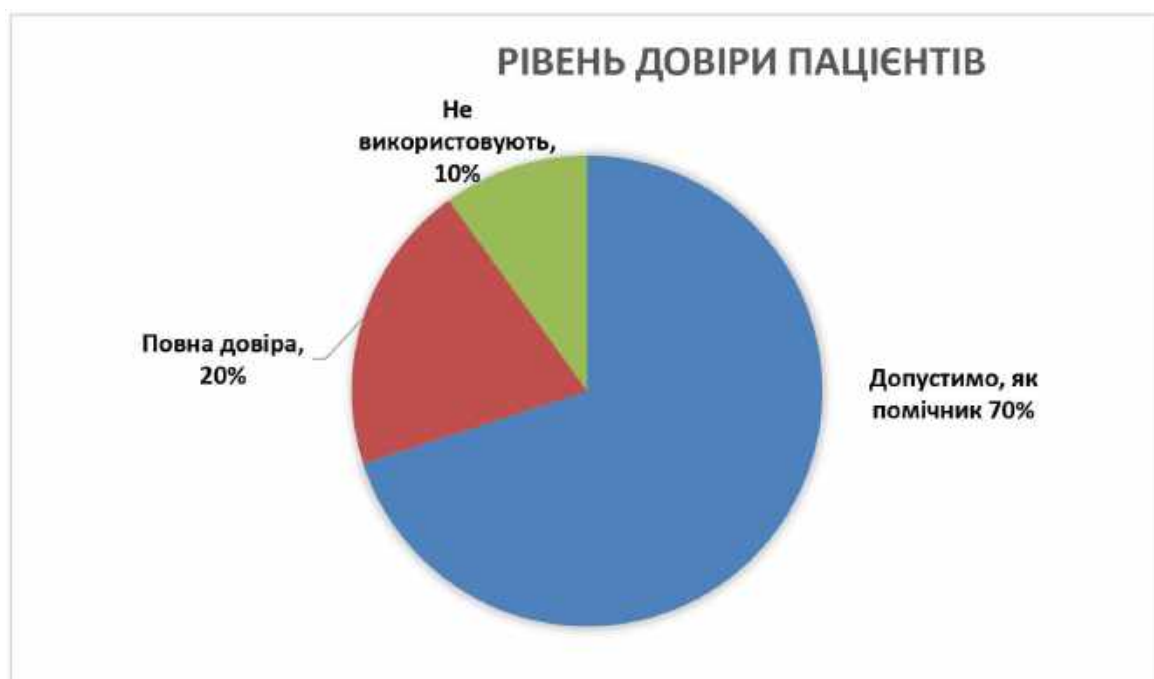


Рис. 1.3. Аналіз готовності споживачів фармацевтичних послуг до взаємодії з елементами штучного інтелекту

Важливим показником готовності до інновацій стала самооцінка респондентів. Зокрема 12 із 16 опитаних фахівців оцінюють власну цифрову грамотність як високу та висловлюють повну готовність до впровадження ШІ у практику, а решта 4 особи відзначили середній рівень із бажанням пройти додаткове навчання. Загалом опитування показало високий рівень адаптації обох груп до сучасних технологій. Так, серед 16 опитаних фахівців аптеки

абсолютно всі використовують автоматизовані системи у своїй роботі щодня, що підтверджує повну цифровізацію робочих процесів. З боку споживачів (20 осіб) також зафіксовано оптимістичну динаміку: 12 респондентів користуються сайтами пошуку ліків та медичними додатками регулярно, 6 – звертаються до них час від часу, і лише 2 особи не мають такого досвіду. Водночас 16 із 20 покупців чітко зазначили, що навіть за умовами активного використання зручних додатків, вони не готові повністю відмовитись від живої консультації фармацевта, що відображено на порівняльній діаграмі.



Рис. 1.4. Розподіл відповідей фахівців та споживачів щодо частоти використання цифрових інструментів та оцінки їхнього потенціалу заміни людини в аптеці

Отримані відповіді переконлива доводять, що щире людське співчуття, увага та професійна емпатія залишаються головною та незамінною основою та пріоритетом класичної фармації. Жодна технологічна платформа не здатна повноцінно відтворити індивідуальну пацієнтоорієнтованість. Результати

опитування виявилися ідентичними: і професійна спільнота, і звичайні споживачі погоджуються в тому, що майбутнє штучного інтелекту виключно у ролі надійного технічного асистента, тоді як право приймати ключові рішення та здійснювати фармацевтичну опіку має належати виключно людині.

3.3 Впровадження штучного інтелекту у фармацевтичну освіту

Впровадження штучного інтелекту та цифрових технологій в аптечну практику напряму залежить від підготовки молодих спеціалістів. Сучасні умови вимагають швидкого оновлення навчальних програм у вищій медико-фармацевтичній школі. Стара модель навчання, де потрібно було просто заучувати великі обсяги інформації, вже не працює, адже нові дані з'являються надто швидко. Тому головна мета нової освітньої стратегії – навчити студентів цифрової грамотності та вміння критично оцінювати підказки комп'ютерних систем.

Для цього необхідно поєднати класичні фармацевтичні дисципліни з новими технологічними курсами. Сьогодні випускник фармацевтичного факультету повинен вміти працювати в умовах великого потоку інформації, зокрема аналізувати відгуки та повідомлення про безпеку ліків на різноманітних інтернет-ресурсах [12]. З огляду на це, у навчальні плани доцільно включати основи комп'ютерної лінгвістики та методи обробки текстів. Розуміння логіки роботи таких алгоритмів допоможе майбутнім фахівцям знаходити помилки у комп'ютерних звітах та перевіряти правильність автоматичних рішень. Щоб краще зрозуміти, як реалізувати таку стратегію на практиці, варто розглянути світовий та вітчизняний досвід оновлення освіти.

Американська модель орієнтована на глибоку інтеграцію Data Science у фундаментальну підготовку. Провідні університети США вже перейшли від ознайомчих курсів до створення профільних магістерських треків [13]. Наприклад, у Гарвардській медичній школі впроваджено модулі з машинного навчання для комп'ютерного моделювання нових ліків. Фармацевтичний факультет Університету Північної Кароліни використовує симуляційні класи, де нейромережі моделюють стани віртуальних пацієнтів, а студенти вчаться перевіряти автоматично згенеровані схеми лікування [14]. Університет Південної Кароліни фокусується на аналітиці Big Data для проведення моніторингу безпеки лікарських засобів у глобальних реєстрах [15].

Європейський освітній та правовий простір робить акцент на регуляторній політиці, біоінформатиці та автоматизації фармаконагляду відповідно до суворих вимог законодавства ЄС [8]. Яскравим прикладом є Університет Копенгагена, де студентів навчають алгоритмам обробки природної мови для моніторингу інтернет-простору та виявлення скарг громадян на побічні ефекти препаратів [16]. У свою чергу Університет Бордо реалізує міжнародну програму з біоінформатики, яка готує студентів до управління цифровими платформами збору медичної інформації під час клінічних випробувань [14].

Вітчизняний досвід спрямований на адаптацію навчальних планів національної системи e-Health та цифровізації аптечного ритейлу. Провідну роль у цих змінах відіграє Національний фармацевтичний університет (м.Харків), який активно впроваджує курси з фармацевтичної інформатики, хмарних технологій та роботи з медичними інформаційними системами (МІС). Студенти отримують практичні навички автоматизованого управління товарними запасами на базі елементів ШІ [11]. Паралельно у Львівському національному медичному університеті імені Данила Галицького розвиваються засади цифрового фармакоменеджменту для оптимізації логістики. Вагомий внесок у дослідження інтелектуальних систем

моніторингу безпеки ліків та обґрунтування методології навчання майбутніх фармацевтів здійснює і Дніпровський державний медичний університет. Вітчизняні науковці активно аналізують світові тенденції та перспективи інтеграції ШІ в освітній і практичний простір галузі [17].

Трансформація навчання має відбуватися через повну зміну практичної підготовки. Замість рутинного заповнення паперових журналів доцільно впроваджувати інтерактивні симуляційні платформи, які моделюють роботу цифрової аптеки. У процесі навчання студент повинен стикатися з навмисно закладеними в алгоритм помилками. Це навчить майбутнього спеціаліста не сліпо довіряти екранним підказкам, а виступати в ролі екранного та деонтологічного фільтра. Створення міжфакультетних хабів, де майбутні фармацевти спільно з програмістами тестуватимуть прості експертні системи, дозволить подолати когнітивну тривожність і сформувати сприйняття ШІ як корисного помічника.

Окремим пріоритетом освітньої стратегії є збереження гуманістичного фундаменту професії. Щоб уникнути появи «екранного бар'єру» та деградації клінічного мислення, вища освіта має посилити блок біоетики та розвиток м'яких навичок (soft skills). Живе людське спілкування, емпатія та психологічна підтримка залишаються фундаментальною основою та визначальним пріоритетом класичної фармації. Модернізована програма повинна вчити студента трансформувати складний аналітичний звіт машини у зрозумілу та заспокійливу консультацію біля першого столу.

Реалізація стратегії вимагає оновлення нормативної підготовки випускників. В умовах законодавчого вакууму майбутні фахівці повинні розуміти межі відповідальності за рішення, прийняти за участю ШІ, та знати протоколи захисту даних пацієнтів. Це дозволить підготувати лідерів цифрової трансформації, здатних ефективно управляти штучним інтелектом,

гарантуючи безпеку терапії та зберігаючи найкращі традиції гуманної фармації.

3.4 Практичний досвід та перспективи використання ШІ в аптеках і лабораторіях

Світовий досвід показує, що штучний інтелект в аптечній та лабораторній практиці вже перейшов зі статусу теоретичних розробок у категорію щоденних робочих інструментів. У великих закордонних аптечних мережах алгоритм ШІ в межах інтелектуальних хмарних платформ обробляють колосальні масиви рецептурних даних. Системи автоматично аналізують електронні медичні картки пацієнтів у реальному часі, що дозволяє впроваджувати проактивні моделі фармацевтичної опіки. Програми миттєво виявляють випадки, коли призначені ліки не сумісні між собою, прогнозують чіткість дотримання пацієнтом режиму прийому або заздалегідь попереджають про ризики виникнення небажаних побічних реакцій, мінімізуючи прояви автоматизованого упередження під час комп'ютерного призначення ліків [2].

Яскравим прикладом практичної цифровізації є масове впровадження у практику провідних закордонних та вітчизняних аптек роботизованих систем (зокрема німецьких роботів-фасувальників BD Rowa). Використання технологій комп'ютерного зору для пошуку, сортування та видачі упаковок безпосередньо у залі аптеки радикально оптимізує складську логістику. Автоматизація дозволяє скоротити час збору медикаментів спеціалістом біля першого столу в середньому до 20-25 секунд на одне замовлення та практично повністю усуває механічні помилки, викликані людським фактором. Завдяки цьому фармацевт звільняється від рутинної технічної роботи й може зосередитися на якісному консультуванні пацієнта, що

повністю змінює класичні уявлення про організацію фармацевтичного простору [1].

Паралельно з цим, сучасна медична лабораторія вже давно перестала бути просто місцем, де лаборант дивиться у мікроскоп чи змішує реактиви у пробірках. Сьогодні ми стикаємося з величезним потоком аналізів, і штучний інтелект стає незамінним помічником для лікаря-лаборанта. Він допомагає уникнути помилок через втому та помічає дрібниці, які людське око може просто пропустити [19]. Як показує досвід європейських клінік, автоматизація рутинних процесів допомагає швидше та точніше встановлювати діагнози пацієнтам [20].

Приклади застосування ШІ у клініко-діагностичних лабораторіях:

1. Автоматизоване розпізнавання зображення (розумний зір).

Завдяки навчанню на мільйонах реальних знімків, спеціальні комп'ютерні програми навчилися «бачити» і розпізнавати мікроскопічні об'єкти так само чітко, як досвідчений фахівець [21].

- Пошук небезпечних клітин у крові: програма вміє самостійно сканувати мазки крові пацієнта. Вона миттєво знаходить і підсвічує атипові, змінені клітини, які з'являються при тяжких хворобах, наприклад, при лейкозах чи лімфомах. Система оцінює форму клітини та її внутрішню структуру, щоб лаборант випадково не пропустив загрозу.
- Виявлення паразитів та інфекцій: при аналізі мазків комп'ютер здатний сам маркувати збудників небезпечних хвороб – наприклад малярійних плазмодії у крові або палички туберкульозу у мокротинні, що значно прискорює встановлення діагнозу.

- Система автоматично оцінює якість сперматозоїдів: разом рахує їх кількість, швидкість руху і відсіює клітини з дефектами. Це прибирає суб'єктивність, адже комп'ютер оцінює все за чіткими стандартами.

2. Аналіз складних біохімічних профілів.

Замість того, щоб дивитися на кожний показник аналізу окремо, штучний інтелект вміє оцінювати всю картину комплексно, знаходячи приховані зв'язки між різними тестами [21]:

- Оцінка роботи печінки: комп'ютер аналізує комплекс ферментів (АЛТ, АСТ, ГГТ) та рівень білірубіну в динаміці. Це дозволяє помітити перші ознаки печінкової недостатності ще до того, як пацієнт відчуває реальні симптоми.
- Діагностика діабету: поєднуючи дані аналізів на глюкозу, інсулін та С-пептид, алгоритми допомагають лікарям точно визначити тип цукрового діабету та виявити приховану стійкість до інсуліну.
- Розшифровка гормонів: система допомагає правильно оцінити складні гормональні панелі, адже вона автоматично враховує вік пацієнта, день циклу чи супутні хронічні стани.

3. Прогнозування ризиків для пацієнта.

Найцікавіше те, що штучний інтелект може передбачити хворобу навіть тоді, коли всі показники результатів аналізів ще формально перебувають у межах норми. Він помічає ледь помітні коливання та мікротренди [19]:

- Прогноз проблем із серцем: аналізуючи ліпідний профіль (холестерин та його фракції), рівень гомоцистеїну та С-реактивного білка, програма враховує індивідуальний ризик інфаркту інсульту в майбутньому.

- Ускладнення при вагітності: оцінюючи специфічні ранні маркери у акрові вагітних жінок, ШІ допомагає прогнозувати ризик розвитку прееклампсії на пізніх термінах.
- Контроль онкомаркерів: комп'ютер порівнює результати аналізів на онкомаркери, які пацієнт здавав протягом певної години. Швидкість зростання показника у динаміці допомагає вчасно помітити повернення хвороби.

Практичні приклади застосування систем ШІ у лабораторіях

- 1) Автоматичний цитологічний скринінг (США та Японія): у великих лабораторіях США та Японії спеціальні програми первинно перевіряють мазки Папаніколау, які жінки здають для профілактики раку шийки матки [22]. ШІ миттєво відсіює повністю здорові зразки (а їх зазвичай більшість) і показує лікарю лише ті мазки, де є підозрілі зміни у клітинах. Завдяки цьому навантаження на лікарів–цитологів зменшилося на 40%, а ризик пропустити хворобу через звичайну втому чи неуважність став мінімальним [23].
- 2) Передбачення сепсису (Німеччина): у лікарнях Німеччини штучний інтелект допомагає рятувати життя пацієнтів у реанімаціях, вирішуючи проблему пізньої діагностики сепсису [24]. Програма цілодобово стежить за гематологічними показниками крові стаціонарних пацієнтів. Вона навчилася розпізнавати небезпечні паттерни та прогнозує розвиток сепсису за 12-24 години до того, як з'являються перші видимі симптоми. Це дає лікарям дорогоцінний час, щоб вчасно розпочати лікування антибіотиками [25].
- 3) впровадження Лабораторних інформаційних систем (Україна): в Україні цифровізація лабораторій зараз активно відбувається завдяки спеціальним Лабораторним інформаційним системам (ЛІС), які безпосередньо підключені до нашої загальної системи e-Health [26]. Сучасні програми об'єднують усі лабораторні апарати та аналізатори в

одну мережу, тому результати тестів передаються в комп'ютер автоматично, без ручного переписування лаборантом, що виключає помилки через неуважність [27]. У ці системи вбудовано функцію «дельта-перевірки»: комп'ютер порівнює свіжий аналіз пацієнта з його попередніми результатами. Якщо система вбачає різкий небезпечний стрибок показника або критичне значення, вона миттєво блокує видачу результату і надсилає тривожне сповіщення завідувачу лабораторії та лікувальному лікарю, щоб уберегти пацієнта від медичної помилки [26].

У лабораторній практиці та в сфері розробки нових терапевтичних молекул штучний інтелект забезпечує прорив у процесах *in silico* (моделювання на комп'ютері). Традиційний пошук нових хімічних сполук та прогнозування їхніх властивостей раніше вимагали років живих лабораторних тестів та значних фінансових витрат. Сьогодні нейромережеві алгоритми дозволяють з високою точністю симулювати тривимірну структуру взаємодії білків-мішеней із малими молекулами (лігандами), візуалізувати просторові «кишені» зв'язування та за лічені години аналізувати мільйони комбінацій речовин [6]. Окрім цього, інтелектуальні платформи використовуються для автоматизації рутинного аналізу хроматограф та оптимізації процесів біоінформатики, забезпечуючи точний аналіз сировини й виявлення щонайменших домішок у готових серіях лікарських засобів, що виступає фундаментальним кроком на шляху до створення прецизійної (високоточної) медицини [3].

Вітчизняний досвід інтеграції цифрових технологій наразі демонструє стрімку еволюцію, фокусуючись на автоматизації аптечного рітейлу, оптимізації логістичних ланцюгів та впровадження інтелектуального маркетингу. Великі українські аптечні мережі (зокрема «АНЦ», «911», «Подорожник») активно використовують алгоритми ШІ для автоматичного прогнозування дефектури (дефіциту ліків), управління товарними запасами на складах та взаємодії з дистриб'юторами [1]. Іншим практичним

напрямок є доступна цифровізація сервісів для клієнтів. Сучасні аптечні чат-боти та мобільні додатки на основі комп'ютерного зору допомагають пацієнтам автоматично розпізнавати нечіткі фотографії рукописних рецептів, оперативно підбирають замінники за міжнародною непатентованою назвою (МНН), здійснюють пошук найближчої аптеки з потрібними ліками та нагадують про необхідність прийому препаратів, суттєво підвищуючи доступність та безпеку самолікування пацієнтів у межах фармацевтичної опіки [18].

Перспективи розвитку ІІІ в Україні тісно пов'язані з розширенням національної системи e-Health та посиленням нормативних вимог до цифрової дисципліни. Головним вектором є створення автоматизованих експертних систем-помічників для лікарів та фармацевтів. Під час виписування або відпуску електронного рецепта така програма миттєво аналізуватиме профіль пацієнта, підказуватиме правильне дозування та блокуватиме потенційно небезпечні комбінації ліків. У лабораторній базі майбутнє стоїть за хмарними аналітичними платформами, які повністю звільнять фахівців від паперової рутини. Розумне впровадження ІІІ не спрямоване на заміну людини, а виступає інструментом підвищення точності, швидкості та безпеки медико-фармацевтичного забезпечення населення.

ВИСНОВКИ

1. Дослідження розвитку інтелектуальних систем в охороні здоров'я в умовах «інформаційного вибуху» дозволило встановити, що стрімке подвоєння обсягу медико-фармацевтичних знань кожні 73 дні формує суттєве когнітивне перевантаження практикуючих фахівців та підвищує ризик виникнення механічних помилок. Доведено, що концепція «великих даних» (мільйони електронних медичних карт, цифрові звіти лабораторних аналізаторів та бази даних аптечних мереж) унеможлиблює якісну обробку інформації традиційними ручними методами. За таких умов штучний інтелект стає необхідним аналітичним інструментом.
2. Визначено, що у практичній фармації штучний інтелект забезпечує автоматизацію логістики, прогнозування попиту, контроль безпеки фармакотерапії, аналіз лабораторних даних, прогнозування ризиків захворювань, підтримку клінічних рішень та оптимізацію управління медичною інформацією.
3. Досліджено проблему «чорної скриньки», де непрозорість нейромереж знижує рівень суспільної довіри, а тривале безкритичне використання підказок призводить до «автоматизованого упередження», шаблонізації мислення та деградації самостійного клінічного аналізу фахівця. Через відсутність у програмного забезпечення статусу суб'єкта права, уся юридична відповідальність за помилки автоматизації залишається на людині, що обґрунтовує доцільність впровадження моделі «розділеної відповідальності» та правила «золотого стандарту», де ШІ діє виключно як інструмент «другої думки».
4. На основі проведеного у квітні 2026 року опитування на базі мережі аптек «АНЦ» (м. Кам'янське) було визначено баланс технологічного оптимізму та цифрової тривожності експертів і споживачів. З боку фармацевтичної спільноти (опитано 16 фахівців) виявлено високу готовність до автоматизації рутинних облікових процесів, проте зафіксовано виражену тривожність щодо передачі штучному інтелекту функцій консультування через ризик нівелювання індивідуального підходу та емпатії. З боку споживачів (опитано 20 пацієнтів) підтверджено високу зацікавленість у цифровому пошуку ліків за умови обов'язкового збереження живого контакту та роз'яснення схем лікування людською мовою, що робить повну заміну фахівця неможливою. Ключовими бар'єрами суспільної довіри до ШІ визначення побоювання щодо конфіденційності медичних даних,

відсутність індивідуального підходу, неможливість відтворення емпатії та ризик помилок автоматизованих систем. Це свідчить про необхідність поєднання технологічних інновацій із принципами пацієнтоорієнтованості та професійної відповідальності.

АНОТАЦІЯ

До кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти «магістр» на тему «Роль та перспективи використання штучного інтелекту (ШІ) у фармації, стандартизації та інтерпретації результатів клінічної лабораторної діагностики».

Кваліфікаційна робота присвячена комплексному дослідженню інтеграції технологій штучного інтелекту у сучасну фармацевтичну практику та клінічну лабораторну діагностику.

Об'єкт дослідження — процес інтеграції та використання систем ШІ у фармацевтичній практиці та клінічній лабораторній діагностиці.

Мета дослідження — проаналізувати роль, практичні можливості та бар'єри використання штучного інтелекту у фармацевтичній діяльності та для стандартизації й інтерпретації результатів клініко-лабораторних досліджень.

Предмет дослідження — технологічні особливості, правові, біоетичні та деонтологічні виклики, бар'єри сприйняття, а також готовність фахівців і пацієнтів до використання ШІ.

Методи дослідження включають аналіз наукової літератури, пошук у базах даних (зокрема PubMed) та пілотне опитування методом інтерв'ю.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У вступі визначається актуальність теми, зумовлена проблемою інформаційного вибуху в медицині, формулюються мета, завдання, об'єкт, предмет, методи дослідження, наукова новизна, практичне значення та дані про апробацію роботи.

У першому розділі розглядаються етапи розвитку інтелектуальних систем у медицині та фармації, проблема інформаційного вибуху та управління великими даними, а також досліджуються типи й практичне застосування експертних систем штучного інтелекту у фармацевтичній практиці та для стандартизації інтерпретації даних клініко-лабораторної діагностики.

У другому розділі оцінюються біоетичні, деонтологічні та правові виклики автоматизації. Проаналізовано феномен прихованих алгоритмів ШІ

та ризику деградації клінічного мислення фахівця, висвітлено проблеми упередженості даних і розподілу відповідальності за помилки експертних систем, а також визначено вплив технологій на взаємодію «пацієнт-фармацевт» та ризику дегуманізації фармацевтичної опіки.

У третьому розділі наведено організацію та результати авторського якісного інтерв'ю (опитано 16 фахівців та 20 споживачів на базі міської аптеки провідної мережі). Здійснено інтерпретацію оцінки технологічного оптимізму та тривожності респондентів, визначено напрями впровадження штучного інтелекту у фармацевтичну освіту, а також узагальнено практичний досвід і перспективи використання ШІ в аптеках і лабораторіях.

У висновках підбиваються підсумки проведеного дослідження та узагальнюються результати аналізу переваг і викликів впровадження ШІ.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання сформованого методичного інструментарію керівниками аптечних підприємств для адаптації персоналу до умов цифровізації, а також для оновлення навчальних програм і вибіркових дисциплін у закладах вищої фармацевтичної освіти.

Кваліфікаційна робота викладена на 46 сторінках комп'ютерного тексту, складається зі вступу, 3 розділів, висновків, містить 4 рисунки, 3 таблиці, 27 найменувань використаних літературних джерел та додатки.

Ключові слова: штучний інтелект, експертні системи, фармація, клініко-лабораторна діагностика, технологічний оптимізм, цифрова тривожність, фармацевтична опіка, біоетика.

SUMMARY

Of the qualification work for the Master's degree on the topic "The Role and Prospects of Using Artificial Intelligence (AI) in Pharmacy, Standardization, and Interpretation of Clinical Laboratory Diagnostics Results".

The qualification work is devoted to a comprehensive study of the integration of artificial intelligence technologies into modern pharmaceutical practice and clinical laboratory diagnostics.

The object of the research is the process of integration and use of AI systems in pharmaceutical practice and clinical laboratory diagnostics.

The objective of the research is to analyze the role, practical capabilities, and barriers of using artificial intelligence in pharmaceutical activity and for the standardization and interpretation of clinical laboratory research results.

The subject of the research consists of technological features, legal, bioethical, and deontological challenges, perception barriers, and the readiness of specialists and patients to use AI.

Research methods include the analysis of scientific literature, database searching (specifically PubMed), and a pilot interview-style survey.

The explanatory note of the qualification work consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of used sources, and appendices.

In the introduction, the relevance of the topic driven by the information explosion in medicine is determined, the objective, tasks, object, subject, research methods, scientific novelty, practical significance, and data on the approbation of the work are formulated.

In the first chapter, the stages of development of intelligent systems in medicine and pharmacy, the problem of information explosion and big data management are considered, and the types and practical application of expert

artificial intelligence systems in pharmaceutical practice and for the stabilization of clinical laboratory diagnostics data interpretation are investigated.

In the second chapter, bioethical, deontological, and legal challenges of automation are evaluated. The phenomenon of hidden AI algorithms and the risks of a specialist's clinical thinking degradation are analyzed; the problems of data bias and liability distribution for expert systems errors are highlighted; the impact of technologies on "patient-pharmacist" interaction and the risks of pharmaceutical care dehumanization are determined.

In the third chapter, the organization and results of the author's qualitative interview (involving 16 professionals and 20 consumers at a local pharmacy of a leading domestic chain) are presented. The evaluation of respondents' technological optimism and anxiety is interpreted, the directions of integrating artificial intelligence into pharmaceutical education are defined, and the practical experience and future prospects of AI application in pharmacies and laboratories are summarized.

In the conclusions, the results of the research are summarized, and a generalized analysis of the benefits and challenges of AI implementation is provided.

The practical significance of the obtained results lies in the possibility of using the methodological tools developed by the author by pharmacy managers to adapt personnel to digitalization conditions, as well as to update educational programs and elective courses in institutions of higher pharmaceutical education.

The qualification work is presented on 46 pages of computer text, consists of an introduction, 3 chapters, conclusions, contains 4 figures, 3 tables, 27 references, and appendices.

Keywords: artificial intelligence, expert systems, pharmacy, clinical laboratory diagnostics, technological optimism, digital anxiety, pharmaceutical care, bioethics.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Котвіцька А. А., Костюк В. Г., Кубарева І. В. Оцінка стану впровадження медичних інформаційних систем та elements автоматизації в діяльність аптечних закладів України. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2026. № 2 (54). С. 12–19.
2. Денсен П. Виклики та можливості, що стоять перед медичною освітою. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*. 2011. Т. 122. С. 48–58. PMID: 21686217.
3. Лайелл Д., Маграбі Ф., Рабан М. З. та ін. Автоматизоване упередження при електронному призначенні ліків. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2017. Т. 17, № 1. С. 28. DOI: 10.1186/s12911-017-0425-5.
4. Тополь Е. Дж. Високоєфективна медицина: конвергенція людського та штучного інтелекту. *Nature Medicine*. 2019. Т. 25, № 1. С. 44–56. DOI: 10.1038/s41591-018-0300-7.
5. Татонетті Н. П., Є П. П., Данешджоу Р., Альтман Р. Б. Прогнозування ефектів та взаємодії ліків на основі даних. *Science Translational Medicine*. 2012. Т. 4, № 125. С. 125ra31. DOI: 10.1126/scitranslmed.3003377.
6. Бера К., Шалпер К. А., Рімм Д. Л. та ін. Штучний інтелект у цифровій патології — нові інструменти для діагностики та прецизійної онкології. *Nature Reviews Clinical Oncology*. 2019. Т. 16, № 11. С. 703–715. DOI: 10.1038/s41571-019-0252-y.
7. Кадрі Й. А., Шейх С., Ахмад К. та ін. Пояснювальний штучний інтелект: перспективи відкриття ліків. *Pharmaceutics*. 2025. Т. 17, № 9. Ст. 1119. DOI: 10.3390/pharmaceutics17091119.

8. Чар Д. С., Шах Н. Х., Магнус Д. Впровадження машинного навчання в охорону здоров'я — вирішення етичних викликів. *The New England Journal of Medicine*. 2018. Т. 378, № 11. С. 981–983. DOI: 10.1056/NEJMp1714229.9
9. Прайс В. Н., Коен І. Г. Конфіденційність в епоху великих медичних даних. *Nature Medicine*. 2019. Т. 25, № 1. С. 37–43. DOI: 10.1038/s41591-018-0272-7.
10. Пол Д., Санап Г., Шеной С. та ін. Штучний інтелект у відкритті та розробці ліків. *Drug Discovery Today*. 2021. Т. 26, № 1. С. 80–93. DOI: 10.1016/j.drudis.2020.10.010.
11. Малішевська Н. Нові правила для МІС: безпека, е-рецепти, персонал. *Фармацевт практик*. 2026. <https://www.fp.com.ua/novi-pravila-dlia-mis-biezpieka-ie-rietsiepti-piersonal/>
12. Саркер А., Джинн Р., Нікфарджам А. та ін. Використання даних соціальних мереж для фармаконагляду: огляд. *Journal of Biomedical Informatics*. 2015. Т. 54. С. 202–212. DOI: 10.1016/j.jbi.2015.02.004.
13. Ло М. В., Хе Ц., Шернер Дж. С. та ін. Розробка та оцінка навчальної програми з медичної інформатики для студентів-фармацевтів. *Journal of the American Pharmacists Association*. 2019. Т. 59, № 4. С. S88–S95. DOI: 10.1016/j.japh.2019.05.006.
14. Галеано Д., Пакканаро А. Прогнозування побічних ефектів лікарських засобів у клінічних дослідженнях за допомогою машинного навчання. *Cell Reports Methods*. 2022. Т. 2, № 12. Ст. 100358. DOI: 10.1016/j.crmeth.2022.100358.
15. Харпаз Р., ДюМушель В., ЛеПенду П. та ін. Ефективність алгоритмів виявлення сигналів фармаконагляду для системи звітності про несприятливі події FDA. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*. 2013. Т. 93, № 6. С. 539–546.

16. Бентон А., Унгар Л., Хілл С. та ін. Ідентифікація потенційних побічних ефектів за допомогою вебмережі: новий підхід до генерації медичних гіпотез. *Journal of Biomedical Informatics*. 2011. Т. 44, № 6. С. 989–996.
17. Потапова Т. М., Слесарчук В. Ю., Логвиненко Н. В. Світовий досвід і перспективи застосування штучного інтелекту в освітньому процесі та у фармацевтичній практиці. *Медична освіта*. 2024. № 1. DOI 10.11603/m.2414-5998.2024.1.14582.
18. Саричева В., Слесарчук В. Використання штучного інтелекту у фармаконагляді як виклик і можливість для фармацевтичної освіти. Перспективні напрямки розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та інженерії: матеріали конференції. Одеса. 2026.
19. Ф. Пеннестрі, Г. Банфі. Штучний інтелект у лабораторній медицині: фундаментальні етичні проблеми та нормативні ключові моменти. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 2022). DOI: 10.1515/cclm-2022-0096. PMID: 35413163
20. Таран Р. У., Уткарша У. та ін. Інтеграція штучного інтелекту для клінічної та лабораторної діагностики — огляд. *Maedica* (2022). DOI: 10.26574/maedica.2022.17.2.420. PMID: 36032592
21. Дж. Кадамуро, А. Каробене, Ф. Кабіца, та ін. Комплексне дослідження впровадження штучного інтелекту в європейську лабораторну медицину: поточне використання та перспективи. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 2024). DOI: 10.1515/cclm-2024-1016. PMID: 39443973
22. Чонг Й., Бичков О. Комерційно доступні рішення на основі штучного інтелекту для скринінгу у гінекологічній цитології та їх інтеграція у

клінічний робочий процес. Цитопатологія. (Cytopathology. 2026), 37(1) 24-44. doi: 10.1111/cyt.70023. PMID: 41028901.

23. Агата Станек-Відера, Єнджей Боровчак та ін. Штучний інтелект у цервікальній цитології: можливості та обмеження у скринінгу, сортуванні (тріажі) та діагностичній підтримці. *Diagnostics* (2026). DOI: 10.3390/diagnostics16101541.

24. М. Ель-Діб та ін. Застосування машинного навчання до даних розгорнутого аналізу крові для прогнозування сепсису та госпіталізації до відділення інтенсивної терапії. *ResearchGate*. 2024. https://www.researchgate.net/publication/378681430_Applying_Machine_Learning_to_Blood_Count_Data_Predicts_Sepsis_with_ICU_Admission.

25. Т. Лафон та ін. Виклики в ранньому виявленні та прогнозуванні сепсису: нові підходи в відділенні екстреної медичної допомоги та інтенсивної терапії *EClinicalMedicine*. 2026. Vol. 94. Article 103864. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2026.103864>.

26. Ірина Цимбал. Можливості ЛІС (Лабораторної інформаційної системи) для сучасної медичної лабораторії / ЕМСІ Медична інформаційна система. ЕМСІ: статті та інновації. 2025. URL:<https://emci.ua/statti/mozhlyvosti-lis/>

27. Інтеграція медичного обладнання з ЛІС / DocDream Medical Software. DocDream: рішення для автоматизації лабораторій 2025. URL:<https://docdream.com/index.php/uk/docdream/integration-of-medical-equipment/lis>.