

В.І. Степаненко, С.В. Іванов, О.Є. Федоренко, С.Г. Свирид,
Р.Л. Степаненко, Т.С. Коновалова
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ

Використання штучного інтелекту в клінічній дерматології: сучасний стан та перспективи

Динамічне підвищення рівня цифровізації (впровадження цифрових технологій) є значним допоміжним важелем у оптимізації, покращенні та впровадженні інноваційних розробок у сфері охорони здоров'я, підвищенні освітнього рівня та збільшенні наукового та дослідницького потенціалу медиків-клініцистів.

Сучасні інформаційно-комунікаційні технології дуже стрімко та безперервно розвиваються, внаслідок чого з'являються все нові і нові взаємозалежності та змінені співвідношення у споріднених галузях людської творчої діяльності. Медицина, як одна з найкреативніших наук, вимагає для свого подальшого розвитку значного інтелектуального навантаження на всіх ланках — від професійного навчання до практичної клінічної та наукової роботи.

Найявне натепер уявлення про штучний інтелект (ШІ) та його використання в доказовій медицині потребують поглибленого аналізу. З огляду на те, що відповідна інформація постійно змінюється і трансформується, етапи розвитку ШІ потребують подальшого вивчення щодо можливостей його використання в медицині.

Мета роботи — проаналізувати ефективність застосування сучасних цифрових дерматологічних платформ на основі технологічних алгоритмів ШІ в клінічній медицині.

Матеріали та методи. Проаналізовано численні міжнародні документи щодо впровадження ШІ в галузі охорони здоров'я; останні зміни документів державної політики в системі охорони здоров'я та вищої освіти України; міжнародні стратегії і підходи до використання основних технологій і платформ ШІ в дерматології; сучасні погляди на роль і доцільність застосування чинних штучних когнітивних структур.

Результати та обговорення. Проаналізовано напрями та наявні інструменти для суттєвого підвищення ролі цифрової трансформації в клінічній медицині і, зокрема, в дерматології. Доведено актуальність подальшого використання алгоритму технологій ШІ та визначено потребу в навчанні для їхнього практичного застосування.

Висновки. Штучний інтелект для нинішнього покоління дерматовенерологів стає все більш важливим допоміжним інструментом у клінічній роботі, пропонуючи нові можливості для ранньої діагностики, покращення персоналізованого лікування та регулярного фахового моніторингу захворювань шкіри, а також оптимізації роботи лікарів. Завдяки використанню розроблених алгоритмів машинного навчання, глибоких нейронних мереж та здатності глибокого аналізу зображень людської шкіри ШІ дає змогу підвищити точність діагностики, зокрема в розпізнаванні меланому, псоріазу, екземи та інших хронічних дерматологічних патологій. В умовах нинішнього воєнного стану в Україні та обмеження спеціалізованої медичної допомоги у низці регіонів це є особливо актуальним для реального прогнозування ризиків як розвитку, так і наступного рецидивування хронічних дерматозів та ідентифікації потенційно небезпечних висипань на шкірі з високою точністю, навіть на ранніх стадіях їхнього розвитку.

Використання різних алгоритмів ШІ і віртуальної реальності та створена з їхньою технічною допомогою експертна онлайн-система для ранньої діагностики злоякісних новоутворень шкіри, а також низки хронічних дерматозів дають змогу своєчасно діагностувати такі патологічні стани та призначати раціональну терапію.

Ключові слова

Штучний інтелект, нейронні мережі, експертні системи, фахові компетентності, клінічна дерматологія.

Сучасні інформаційно-комунікаційні технології дуже стрімко та безперервно розвиваються, завдяки чому виникають все нові і нові взаємозалежності та змінюються співвідносини у споріднених галузях творчої діяльності людини. Медицина як одна з найкреативніших наук потребує для свого подальшого розвитку значного інтелектуального навантаження на всіх етапах — від професійного навчання до практичної клінічної та наукової роботи [1, 8].

Останніми роками динамічне підвищення рівня цифровізації (впровадження цифрових технологій) стало значним допоміжним важелем в оптимізації, поліпшенні та впровадженні інноваційних розробок у галузі охорони здоров'я, підвищенні освітнього рівня та збільшенні наукового і дослідницького потенціалу клінічних медичних фахівців [4, 7].

З огляду на виразну тенденцію до диджиталізації у сучасному світі технічний прогрес неухильно змінює процес взаємодії працівників медичних закладів та хворих. Так, автоматизований запис до лікаря на сайті або за допомогою чат-боту вже став сталою константою медичної галузі, а з метою оптимізації обслуговування здійснюються спроби залучати штучний інтелект (ШІ) до збору і опрацювання персональної інформації. Широке впровадження потужних лінгвістичних систем, таких як Gemini (Google), ChatGPT-4 (OpenAI) та DeepSeek R1, відкриває широкі перспективи щодо імплементації цих програм у загальносвітову мережу ШІ (Artificial General Intelligence — AGI). Відображаючи європейські цінності щодо прозорості, відкритості та доступності відповідно до закону «Про штучний інтелект», 1 лютого 2025 р. стартував багатомовний проєкт з ШІ OpenEuroLLM (Large Language Models) з метою створення першого сімейства великих мовних моделей з відкритим кодом, які охоплюють мови усіх офіційних та майбутніх країн Європейського Союзу (ЄС) [11, 26, 51].

Загальновідомо, що початок свого шляху планетою ШІ бере з 1955 р., коли Аллен Ньюелл та Герберт Саймон створили Logic Theorist — першу програму зі ШІ. Вона довела свою безумовну спроможність, розв'язавши 38 із 52 математичних теорем, а також знайшла нові доведення для деяких інших. Українські вчені зробили фундаментальний внесок у розвиток кібернетики та ШІ, особливо у другій половині ХХ ст. Основоположниками інформаційних технологій в Україні вважають академіків Віктора Глушкова, Михайла Амосова (біокібернетика та моделювання інтелекту), Олександра Летичевського [6].

Україна, перебуваючи на шляху до європейської інтеграції, зобов'язана незабаром імплементавати загальноприйнятні нормативно-правові

акти з цієї галузі у вітчизняне законодавство (Artificial AI rules). Перші кроки на цьому шляху вже зроблено. Зокрема, уряд країни розробив Концепцію розвитку штучного інтелекту в Україні, яка визначає єдину скоординовану державну політику, спрямовану на розв'язання першочергових проблем розвитку ШІ в державі [12, 14].

На сьогодні прийнято Проєкт Національної стратегії розвитку штучного інтелекту в Україні на 2021—2030 рр., в якій визначено основні поняття та терміни у сфері ШІ, структуровано особливості його застосування у різних галузях медицини та освіти. Велику увагу також приділено питанням юридичної регуляції діяльності ШІ [9, 13].

Уже в перші десятиліття ХХІ ст. цифрові технології в країнах ЄС значно змінили парадигму медичної практики. Цифровізація медицини є комплексним процесом, який охоплює багато аспектів — від технічних інновацій до організаційних змін у системах охорони здоров'я та вищої освіти [15, 17, 22].

У 2024 р. в ЄС набув чинності перший у світі Закон про штучний інтелект (Artificial Intelligence Act), який заслуговує на довіру та має гарантії захисту основних прав людей, а з 2 серпня 2025 р. в ЄС почали діяти нові правила для постачальників ШІ загального призначення (General Purpose AI — GPAI), спрямовані на підвищення прозорості, безпеки й відповідальності. У червні 2024 р. Мінцифри України презентувало «Білу книгу» — пропозиції щодо юридичного регулювання користування ШІ в Україні. Для нашої держави це можливість швидше і повніше інтегруватися до ЄС та синхронізувати своє законодавство у сфері ШІ з чинними в ЄС [5, 34, 35, 71].

Новітні медичні технології, розроблені на основі ШІ, швидко перетворюються на вже реально застосовані рішення для цілком конкретної клінічної практики. Алгоритми використання ШІ можуть працювати зі зростаючими обсягами даних, що надають переносні девайси, смартфони та інші мобільні гаджети для моніторингу в різних напрямках медицини.

На сучасному етапі в системі охорони здоров'я триває період набуття нею нової якості. Цей процес пов'язаний не з адміністративними реформами в різних системах охорони здоров'я, а із розвитком власне самої медицини, лавиноподібним накопиченням новітніх знань про людський організм та поступовою інтеграцією високіх технологій у мистецтво лікування. На відміну від засад класичної («гіппократівської») концептуальною основою сучасної (доказової) медицини є принцип «4Р». Усі ці процеси роблять можливим перехід до нової медичної

парадигми, яка отримала назву «медицина 4P» через те, що її фундамент ґрунтується на чотирьох базових принципах-вимогах, згідно з якими вона має бути прогнозованою, профілактичною, персоніфікованою та партисипованою. Ця парадигма означає перехід від реакції *post faktum* на хворобу до превенції розвитку такої патології в конкретного пацієнта. Наведені вище принципи сучасної (доказової) медицини закладено в клінічних настановах (протоколах), які є зведенням (сумою) найкращих світових практик. Ці протоколи містять лише ті рекомендації, користь і безпеку яких вже доведено під час рандомізованих клінічних досліджень та які на сьогодні є найефективнішими за наявності певного клінічного діагнозу та в конкретній клінічній ситуації.

Сучасне медичне середовище в Україні сформовано на засадах так званої гіппократівської медицини, основним гаслом якої було класичне *Primum non nocere* («Найперше — не зашкодь»), що на тлі відсутності розвинутих технологій часто обмежувало можливості як лікаря, так і пацієнта. Але стрімкий розвиток біотехнологій упродовж останніх десятиліть та накопичений натепер величезний обсяг медичних знань зумовили формування сучасної доказової медицини, яка впевнено інтегрується в систему існуючої класичної медицини і спонукає лікарів поступово та послідовно еволюціонувати разом із розвитком медичної науки. До 2007 р. сформувався три основних напрями, що стали визначальними для становлення ІІІ в медицині: нанотехнології, біотехнології (гена інженерія/молекулярна біологія), винахід квантового комп'ютера. Застосування квантових технологій в медицині дало змогу вченим зрозуміти та описати багато процесів, що відбуваються в мозку, зокрема алгоритми ухвалення рішень, сенсорне опрацювання та багато іншого, що дуже важливо для розуміння і схвалення лікарем адекватних фахових рішень. Розвиток цих напрямів дає можливість створити різноманітних ІІІ-асистентів лікаря та запровадити Ambient Intelligence (проекти «Медицина 2.0», «Розумний дім» і «Розумне місто») [6, 18].

Мета роботи — проаналізувати ефективність застосування сучасних цифрових дерматологічних платформ на основі технологічних алгоритмів ІІІ в клінічній медицині.

Матеріали та методи

Проаналізовано численні міжнародні документи щодо впровадження ІІІ в галузі охорони здоров'я; останні зміни документів державної політики в системі охорони здоров'я та вищої освіти України; міжнародні стратегії і підходи до вико-

ристання основних технологій і платформ ІІІ в дерматології; сучасні погляди на роль і доцільність застосування чинних штучних когнітивних структур. Критично оцінено поточні досягнення і обмеження використання ІІІ в дерматології з акцентом на релевантності в клінічній практиці. Крім того, висвітлено можливі стратегії подолання цих обмежень і майбутні перспективи, обговорено нещодавні наукові літературні публікації та представлено для обговорення погляди на переваги, майбутні можливості та ризики вже встановлених застосувань ІІІ в клінічній практиці для лікарів, установ охорони здоров'я, медичної освіти та біоетики. Також проаналізовано застосування когнітивного підходу до розроблення систем зі ІІІ на засадах парадигми граничних узагальнень.

Результати та обговорення

Нещодавно розпочате використання ІІІ здійснює революцію в медичних технологіях. Його зазвичай можна розуміти як частину інформатики, яка здатна вирішувати складні проблеми з багатьма додатками у галузях із величезною кількістю різноманітних якісних даних. Термін «медична технологія» широко використовують для позначення низки інструментів, які дають можливість медичним працівникам гарантувати пацієнтам і суспільству кращу якість життя завдяки проведенню ранньої діагностики, зменшенню кількості ускладнень, оптимізації лікування та/або застосування менш інвазійних варіантів терапії та скорочення тривалості госпіталізації. Розвиток таких високоінтелектуальних медичних технологій дає змогу розвивати нову галузь медицини — доповнену медицину, тобто використання нових медичних технологій для вдосконалення різних аспектів чинної клінічної практики. Доповнену медицину підтримують не лише технології на основі ІІІ, але й кілька інших цифрових інструментів. Поява смартфонів, різних переносних девайсів, датчиків і систем зв'язку зробила революцію в медицині завдяки можливості використовувати технічні спроможності ІІІ. Смартфони стають, наприклад, основним елементом для заповнення та розповсюдження електронних особистих довідок про здоров'я, реального моніторингу життєво важливих функцій з використанням біосенсорів і надання допомоги в досягненні оптимального терапевтичного комплаєнсу.

ІІІ в медицині став необхідним інструментом, що поступово змінює підхід до діагностики, лікування та державного управління системою охорони суспільного здоров'я. Він вже почав вносити революційні зміни в цю галузь, що забезпечує

покращену точність, ефективність та доступність фахової медичної допомоги.

Уже в середині першого десятиріччя XXI ст. (до 2007 р.) сформувався три основних напрями, що в подальшому стали визначальними для становлення ІІІ в медицині: нанотехнології, біотехнології (генна інженерія/молекулярна біологія) та винахід квантового комп'ютера. Квантові технології в медицині дозволили ІІІ ставати все більш складним інструментом, що використовує штучні нейронні мережі, машинне навчання (Machine Learning — ML), згорткові нейронні мережі (Convolutional Neural Network — CNN) та глибоке навчання (Deep Learning — DL) для виявлення складних і виразно неочевидних асоціацій та їхнього аналізу.

У 2006 р. Геоффри Хінтоном було розроблено глибокі нейронні мережі з використанням алгоритму зворотного поширення помилки. Відповідні мережі складаються з кількох вузлів, що імітують біологічні нейрони людини. Разом з тим відсутність доступної та ефективної обчислювальної потужності була основним обмеженням можливостей глибоких нейронних мереж та їхнього ефективного навчання. Однак у 2013 р. було визнано, що графічні процесори (GPU), які спочатку були розроблені лише для тривимірної графіки в комп'ютерних іграх, можуть бути перепрофільовані для забезпечення повторюваного навчання, необхідного для нейронних мереж. Слід зазначити, що CNN є особливою формою архітектури DL, яка довела свою ефективність для класифікації зображень [48, 67].

На сучасному етапі існує думка, що загальний ІІІ (Artificial General Intelligence — AGI) здатен успішно вирішити будь-яку інтелектуальну задачу, яку може виконати людина. Термін AGI увів американський філософ Джон Роджерс Серль. Він зазначив, що під час роботи над AGI мета полягає в тому, аби створити програми, здатні моделювати людське мислення [38, 39, 62].

Застосування ІІІ в клінічній дерматології

Сучасна дерматологія — це стратифікація окремих пацієнтів на основі генетичних, біомаркерних, фенотипових та психосоціальних характеристик, яка спрямована на те, щоб виділяти кожного пацієнта для надання цільового та унікального комплаєнтного лікування з метою досягнення найкращих клінічних результатів.

Що далі, то більше ІІІ стає невід'ємною частиною дерматології, однієї з найбільш візуально орієнтованих галузей охорони здоров'я. Останнім часом існують спроби впровадити технології ІІІ у систему охорони здоров'я у двох основних сценаріях: безпосередньо для споживача чи гро-

мадськості та як допомогу в ухваленні фахових рішень для лікарів. Модель «прямо до споживача» вже існує до певної міри: є програми для смартфонів, такі як SkinVision, Skinive AI тощо, що дають змогу людям оцінювати та відстежувати свої уражені ділянки шкіри. Проте на сьогодні такі додатки не встановлюють діагнозів, що піддаються обліку, і зазвичай відверто заявляють у своїх положеннях і умовах, що вони не надають діагностичних послуг і не мають наміру замінювати або підміняти візити до сертифікованих фахових постачальників медичних послуг — дерматовенерологів [30].

Завдяки розвитку алгоритмів ML, комп'ютерного зору (Computer Vision — CV) і DL можливості діагностики, прогнозування та моніторингу захворювань шкіри останнім часом значно розширюються. Для цього можуть бути застосовані кілька алгоритмів та підходів. Одним з таких підходів є використання алгоритмів ML, дещо іншим — алгоритми DL. DL є підмножиною ML і використовує багатошарові нейронні мережі для моделювання складних абстракцій [33, 57]. CNN як спеціалізований тип нейронних мереж є особливо потужними для візуального опрацювання та аналізу зображень. CNN складаються зі згорткових, об'єднувальних і повністю пов'язаних шарів. Основна мета згорткового шару — виявлення відмінних візуальних ознак, і він є життєво важливим для успішного вирішення завдань з опрацювання зображень, таких як сегментація і класифікація. Для того щоб CNN могли розпізнавати ці візуальні ознаки самостійно, їм від самого початку потрібен великий обсяг початкових (стартових) навчальних даних. Вони автоматично та ефективно виявляють основні особливості зображень без потреби в ручному «витагненні» ознак, що робить їх ідеальними для розпізнавання та діагностування виявлених шкірних захворювань. Сучасні алгоритми ІІІ та, зокрема, техніки ML та DL ефективно виявляють і узагальнюють характеристики шкірних уражень, дозволяючи точно розрізнити доброякісні та злоякісні утворення. DL зазвичай демонструє високу ефективність у роботі з об'ємними даними та складними задачами, в той час як ML-методи можуть бути використані в сценаріях з обмеженими відомостями. Такими підходами доцільно послуговуватись в системах комп'ютерної діагностики (CAD), завдяки чому можна отримати точні результати класифікації для ухвалення дерматологами діагностичних рішень [30, 49, 60].

Хоча автоматизація аспектів дерматології за допомогою комп'ютерної класифікації зображень здійснюється в дерматології вже понад 30 років, проте всі ці попередні зусилля мали лише обме-

жену діагностичну точність. Разом з тим останніми роками були спроби використовувати нейронні мережі для діагностики або моніторингу запальних дерматозів, але вони зазвичай не були такими успішними або вражаючими, як мережі, створені для ранньої діагностики такого ураження шкіри, як меланома [19, 23, 43].

Використання можливостей ШІ стає все більш важливим у дерматології. В опублікованих у цій царині результатах наукових досліджень було повідомлено про високу точність ШІ, що відповідає або перевершує точність дерматологів для діагностики уражень шкіри за даними клінічних, дерматоскопічних та патогістологічних досліджень. DL стало домінантною технологією ШІ для діагностики багатовимірних складних даних, таких як зображення шкіри. Штучні нейронні мережі вивчають та аналізують складні зіставлення між входними даними (візуальні патерни) та результатами аналітичних досліджень (наприклад, діагнозами) без явної участі людини в багатьох конкретних клінічних ситуаціях [48, 74].

Діагностика шкірних захворювань

Дерматологія є перспективною дисципліною для застосування ШІ саме тому, що більшість дерматологічних діагнозів ґрунтується на візуальному огляді, під час якого застосовують різні діагностичні шаблони, такі як форма, розмір, колір ураження шкірних покривів [45, 48, 49]. Тож перші спроби використання ШІ в дерматології були пов'язані саме з алгоритмами для аналізу медичних зображень. Результатом цього вже на початку 2000-х років стало створення систем-алгоритмів ШІ, які змогли розрізнити доброякісні та злоякісні новоутворення шкіри. Подальше удосконалення технологій дозволило підвищити точність цих алгоритмів до рівня їхнього порівняння з висновками фахових дерматологів.

Основними методами візуалізації в інноваційній європейській дерматології визнано цифрову фотографію, загальний знімок тіла (total body photography), ультрафіолетову фотографію, дерматоскопію, відбиваючу конфокальну мікроскопію (reflectance confocal microscopy) та оптичну когерентну томографію (optical coherence tomography). Для розпізнавання зображень новоутворень шкіри та хронічних дерматозів вчені на основі нейромереж ШІ розробили комп'ютерні програми, в яких використано найсучасніші алгоритми DL. Зокрема, вони ідентифікують та розпізнають шкірну патологію, а також визначають ступінь злоякісності раку шкіри [19, 56].

Одним з головних завдань сучасної дерматології є точна і за можливості рання діагностика шкірних захворювань, таких як рак шкіри/мела-

нома, псоріаз, акне та екзема. Наявні натеper технології ШІ дають змогу швидко та якісно аналізувати зображення шкіри, що ідентифікують патерни, які можуть бути непомітними для людського ока. Сучасні алгоритми глибокого навчання ґрунтуються на запам'ятовуванні величезних обсягів даних, що включають тисячі зображень різних захворювань шкіри. Ці алгоритми доволі часто досягають рівня точності, який можна порівняти з діагностуванням кваліфікованим дерматологом. Одним з таких успішних діагностичних алгоритмів є насамперед CNN, що демонструють точність, співставну з такою експертів-дерматологів. Відповідні перспективні результати досягнуто для розпізнавання раку шкіри та виявлення меланоми на ранніх стадіях [64].

Відомо, що захворюваність на меланому стрімко зростає. Цей вид раку шкіри потребує ранньої діагностики для своєчасного раціонального лікування. З метою виявлення та розпізнавання неопластичних процесів використовують різні алгоритми ШІ (National Cancer Institute, 2020) [55]. Доведено, що вони можуть аналізувати зображення пігментних уражень шкіри та чітко класифікувати їх як доброякісні або злоякісні [32, 68]. Рак шкіри включає немеланомний рак (базальноклітинну та плоскоклітинну карциному) і меланомний (меланому). Найпоширенішим видом раку шкіри в світі є базальноклітинна карцинома, тоді як меланома — п'ята головна причина смерті від раку. Лікування меланоми передбачає її хірургічне видалення. З огляду на це рання діагностика раку шкіри є першочерговим компонентом для зниження показників захворюваності та смертності [54, 69].

У дослідженнях алгоритми CNN класифікували дерматоскопічні зображення меланоми та невусів з ефективністю, що є аналогічною або перевершує таку у дерматологів. В одній із європейських клінік було впроваджено систему на основі ШІ для аналізу дерматоскопічних зображень. Алгоритм допоміг лікарям у 25 % випадків виявити меланому на ранніх стадіях, що раніше могло бути пропущено під час лише візуального огляду. Ця технологія значно підвищила точність діагностики та врятувала безліч життів [23, 41]. Також CNN досягли експертного рівня діагностики непігментованого раку шкіри і перевершили в цьому дерматологів за п'ятьма класами захворювань [52, 69]. Зокрема, згідно з результатами дослідження, проведеного у 2022 р., ШІ-система могла виявити рак шкіри з точністю 95 % порівняно з 75 % у дерматологів. Крім того, є повідомлення про кілька досліджень ШІ, які класифікують дерматоскопічні зображення, послуговую-

чись загальнодоступним архівом International Skin Imaging Collaboration (ISIC) [40, 56].

Дослідження з використання ШІ в дерматології включають здатність машини правильно класифікувати ураження шкіри. ШІ може навчатися на дерматоскопічних зображеннях і згодом проводити ранню діагностику завдяки цим зображенням. Програми та системи на основі ШІ, такі як DermAI, здатні аналізувати численні фотографії шкіри та встановлювати ймовірні діагнози [58].

На підставі клінічних зображень діагностична точність дерматологів у діагностиці 134 шкірних захворювань була збільшена на 10 % порівняно з такою за використання ШІ [43]. Близько половини візитів до лікаря, пов'язаних зі шкірними захворюваннями, припадає на недерматологів, які є недостатньо кваліфікованими в діагностиці та лікуванні шкірних захворювань [53, 72]. Ймовірно, саме первинна діагностика за допомогою ШІ принесе ще більшу користь лікарям первинної ланки медико-санітарної допомоги під час проведення масового скринінгу населення з метою виявлення раку шкіри та низки інших дерматозів.

ШІ також успішно застосовують для діагностування орфанних дерматозів. Зокрема, нейронна мережа Deep Gestalt дає можливість з високою точністю виявляти рідкісні спадкові хвороби за фенотиповими ознаками по фото. У Науково-дослідному центрі США використовували ШІ для ідентифікації рідкісних генетичних захворювань шкіри. Алгоритм зміг встановити правильний діагноз у 80% пацієнтів, тоді як традиційні методи потребували тривалого аналізу генетичних даних [46].

Диференційна діагностика хронічних дерматозів з активним залученням ШІ стала наступним кроком їхньої взаємодії. Виявилось, що ШІ може здійснювати диференційну діагностику таких захворювань, як atopічний дерматит, псоріаз, екзема, оніхомікози та розацеа [27]. Це також розширює можливості дерматологів у проведенні диференційної діагностики, коли можна оперативно порівнювати зображення із довідкової бібліотеки з найбільш схожими характеристиками з наявними морфологічними елементами висипки у вогнищі ураженої шкіри у конкретного пацієнта (VisualDx, 2020) [50, 65].

Нещодавно було опубліковано результати поглибленого дослідження, яке включало навчання ШІ моделі ResNet на загальнодоступній базі даних International Skin Imaging Collaboration (ISIC). Ця мережа ШІ була навчена на більш ніж 12 000 зображень для подальшого виконання нею двох завдань: перше полягало в класифікації дерматоскопічних зображень меланоцитарних уражень як доброякісних або злоякісних, друге —

в класифікації клінічних зображень відповідно до аналогічних критеріїв. За винятком кількох індивідуальних випадків, загальна діагностична продуктивність дерматологів виявилася нижчою за ROC (Receiver Operating Characteristic) Curve CNN як у клінічній, так і в дерматоскопічній класифікації зображень. Так, у дерматоскопічному тесті за чутливості 74,1 % специфічність дерматологів становила 60 %, тоді як CNN досягла показників, вищих за 86,5 %. На сучасному етапі дерматологи діагностують та лікують понад 2000 захворювань шкіри, і хоча алгоритми DL навчалися на 757 класах захворювань, їхня ефективність насамперед була перевірена на завданнях з бінарної класифікації (наприклад, злоякісні та доброякісні). Разом з тим ефективність помітно знижувалася, коли їм доручали розрізняти більшу кількість діагнозів. CNN також класифікували оніхомікози та хейліти на достатньо високому діагностичному рівні [23, 32, 42].

Наразі DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) — цифрова візуалізація та комунікації в медицині — це міжнародний стандарт для медичної візуалізації. Використання стандартизованого протоколу для якісного розпізнавання зображень має важливе значення. Він визначає формати медичних зображень, які можна обмінювати з цифровими даними, та якість, необхідну для клінічного використання [24].

Гістопатологічне дослідження традиційно є золотим стандартом для уточненої діагностики уражень шкіри. ШІ має високий потенціал для підвищення точності та відтворюваності результатів лабораторних і патогістологічних досліджень, особливо якщо для навчання такої моделі використовують молекулярну діагностику. Алгоритм DL здатен допомогти і у сортуванні найскладніших випадків, таких як атипів меланоцитарні ураження, для їхнього цілеспрямованого аналітичного огляду [58].

ШІ може бути використаний для розроблення нових методів лікування пацієнтів із захворюваннями шкіри, які є більш ефективними порівняно з традиційними методами. Зокрема, дослідження, проведене в 2023 р., засвідчило, що ШІ-систему можна успішно використати для розроблення нового методу лікування пацієнтів з акне, який є більш ефективним, ніж традиційні методи. ШІ-системами також послуговуються для розроблення нових методів лікування хворих на псоріаз, які ґрунтуються на використанні світла або лазерів [27, 30, 64, 66].

Персоніфікованість у сучасній (доказовій) медицині передбачає обов'язкову ідентифікацію індивідуальних особливостей розвитку захворювання у конкретного пацієнта і на їхній основі

значну «індивідуалізацію» самого лікувального процесу. У хворих зі шкірною патологією саме ШІ дає змогу активно виявляти неочевидні (приховані) тригери, що спровокували чергове загострення хронічного дерматозу, та пропонувати персоналізовані плани лікування і профілактики. Підтверджено спроможність ШІ засвоювати та аналітично опрацьовувати величезні та якісно різноманітні інформативні масиви, що сприяє створенню чітко персоналізованих підходів до лікування пацієнтів зі шкірними захворюваннями. На основі такої сукупності даних про пацієнтів, включаючи генетичну інформацію, анамнез перенесених хвороб та зображення висипки на шкірі, алгоритми ШІ можуть дійсно реально рекомендувати найбільш ефективні методи лікування для конкретного пацієнта. Наявність таких технічних обчислювальних можливостей ШІ дає підстави практикуючим клініцистам вважати реальним та перспективним впровадження їх у буденну практичну роботу, сприяти дійсно персоналізованому підходу до лікування пацієнтів із захворюваннями шкіри, виявляти неочевидні патерни, передбачати відповідь конкретного організму на терапію. Отже, можливості ШІ дають можливість не лише оптимізувати чинні схеми лікування, але й використовувати ці алгоритми для прогнозування ефективності певного методу лікування конкретного пацієнта, а також здійснювати та оперативно враховувати індивідуальну оцінку ризику побічних ефектів за використання системних та біологічних препаратів.

Ще одним ґрунтовним принципом медицини «4P» є партисипативність. Це означає свідому участь пацієнта в ухваленні медичних рішень, тісну співпрацю з медичними працівниками та всіма учасниками діагностично-лікувального процесу. Принцип партисипативності також представлено положенням, за яким лікар обов'язково має надати пацієнтові інформацію про перебіг хвороби, ймовірні ускладнення та сучасні методи лікування. При цьому також потрібно розповісти про ступінь ефективності та неефективності тих чи інших препаратів на підставі положень сучасної (доказової) медицини. Дотримання принципу партисипативності за участю ШІ дає лікарю можливість ухвалити зважене рішення та призначити оптимальну схему терапії відповідно до потреб пацієнта з урахуванням конкретної клінічної ситуації. У парадигмі партисипативності додатковим інструментом участі пацієнта в ухваленні медичних рішень слугує візуально-аналогова шкала для самооцінки власного соматичного стану.

Предиктивність — це оцінювання ймовірності (виявлення факторів ризику) розвитку тієї чи

іншої патології в конкретній особі. Принцип предиктивності відображено в будь-якому клінічному протоколі в розділі «Фактори ризику». Предиктивність передбачає також попередню оцінку ефективності того чи іншого методу лікування для визначення прогнозу захворювання. Надзвичайно важливим для реалізації принципу предиктивності є вибір препаратів із доведеною ефективністю та безпекою. У цьому сенсі доказово обґрунтоване лікування із залученням аналітичних спроможностей ШІ і є тим інструментом, який допомагає лікарю встановити правильний діагноз та рекомендувати відповідне лікування.

Ще одним аспектом застосування лікарями вже виявлених і цілком адекватних спроможностей алгоритмів ШІ є їхнє використання в системі охорони здоров'я з метою одержання більш повної інформації про ліки та їхній вплив на організм людини. Результати дослідження, проведеного вченими факультету фармації Пекінського університету, підтвердили, що здатність ChatGPT відповідати на різноманітні запити щодо детальної інформації про ліки була загалом прийнятною, особливо щодо моделі GPT-4. Проте вчені зауважили, що неточні відповіді можуть становити загрозу безпеці, зокрема у розпізнаванні протипоказань і несумісності препаратів. Багаторазове повторне надсилання ідентичних запитів може призвести до отримання неузгоджених відповідей, пов'язаних із властивою випадковістю процесу генерації вихідних даних. Наразі ChatGPT не надає посилань і не має можливості розпізнавати власні помилки. Зараз ШІ почали активно використовувати для моделювання та тестування нових ліків для лікування пацієнтів із захворюваннями шкіри. Це значно прискорює процес розроблення ліків завдяки аналізу мільйонів молекул для пошуку потенційно ефективніших сполук. Зокрема, ШІ-системи вже використовують для розроблення нових формул кремів та мазей для лікування пацієнтів із акне [44, 59].

Також ШІ допомагає дослідникам аналізувати великі обсяги даних для виявлення нових закономірностей у розвитку та прогнозу дерматологічних захворювань. Для пацієнтів із хронічними захворюваннями, такими як псоріаз, екзема чи atopічний дерматит, регулярний моніторинг є ключовим аспектом лікування та профілактики. ШІ спрощує цей процес, здійснюючи дистанційний моніторинг. За допомогою спеціальних девайсів та застосунків (application) пацієнти можуть завантажувати зображення своєї шкіри, а ШІ здатен контролювати трекінг уражень, аналізувати їх, відстежуючи зміни стану вогнищ ураження та оцінюючи ефективність лікування. Алгоритми ML можуть виявляти ознаки погір-

шення стану шкіри на ранніх стадіях, дають можливість вчасно коригувати лікування та запобігати можливим рецидивам захворювань.

Теледерматологія

Термін «теледерматологія» введено в наукову фахову термінологію в 1995 р. Зокрема, у першій науковій публікації було описано цінність теледерматологічної послуги в сільській місцевості, мешканців якої недостатньо обслуговують дерматологи. Теледерматологія може стати однією з пріоритетних галузей, в якій буде активно використовуватися ШІ, що зумовлено потребою підвищення якості та доступності медичної допомоги, необхідністю збору високоякісних зображень, які відповідають визначеним завданням, та певною доступністю чинних технологій. Безумовно, точність візуальної діагностики перевищує таку теледерматології. Разом з тим, враховуючи різні можливості доступу до фахової дерматологічної допомоги, теледерматологія може розширити доступ пацієнтів завдяки спрощенню напрямів, наданню зручності та скороченню часу очікування [37, 61, 73].

На сучасному етапі не завжди існує можливість негайно звернутися до фахівця через наявність територіальних, комунікаційних, фінансових або інших бар'єрів. Тому стає очевидною потреба у розробленні доступних, зручних і надійних інструментів для попередньої діагностики, на підставі якої можна оперативного надати допомогу і дати пораду. Зокрема, створення інформаційної технології діагностування шкірних захворювань з використанням алгоритмів квантилізації чат-ботів, інтегрованих з чинними алгоритмами ШІ, може стати революційним рішенням, яке зробить первинну діагностику доступною для всіх верств населення. Такий підхід дасть змогу не тільки зменшити навантаження на фахівців, але й забезпечити швидкий доступ до отримання кваліфікованої медичної консультації безпосередньо з дому. Вже сьогодні існують програми/додатки для смартфонів, які дають можливість користувачам завантажувати фотографії власних висипань на шкірі для проведення попереднього аналізу. Хоча такі інструменти не замінюють візит до дерматолога, вони можуть бути першою лінією попередньої діагностики багатьох хронічних дерматозів. Включення ШІ в мобільні додатки та платформи дає змогу автоматично класифікувати шкірні ураження на основі фотографій, завантажених пацієнтами, та надавати вмотивовані рекомендації щодо необхідності особистого візиту до лікаря.

Наразі вже варто вважати цілком актуальними деякі платформи, засновані на активному

використанні спроможностей ШІ: DermEngine (<https://www.dermengine.com/>), SkinVision (<https://www.skinvision.com/>), Miiskin (<https://miiskin.com/>), AI Dermatologist: Skin Scanner (<https://aidermatologist.com/>), Skinive AI (<https://skinive.com>) тощо. Існує думка, що ШІ може бути інтегрований у додатки для смартфонів для фотографування уражень шкіри, збирання відповідної клінічної інформації та за необхідності генерації напряму. З метою розроблення чат-ботів, що інтегруються з месенджерами, такими як Telegram або Facebook Messenger, для опрацювання та аналізу зображень шкіри важливою є бібліотека OpenCV. Багато смартфонів уже підтримують DL на пристрої за допомогою TensorFlow Lite від Google чи CoreML від Apple, зберігаючи при цьому конфіденційність і отримуючи інформацію про стан здоров'я пацієнта на пристрої [51].

Наступним принципом сучасної медицини «4P» є профілактичність, яка передбачає застосування методів, що дають можливість запобігти ризикам розвитку захворювання, зменшити його прояви та контролювати подальший розвиток. Принцип профілактичності є основним у превентивній медицині. Саме ШІ можна успішно використовувати для розроблення нових методів профілактики захворювань шкіри.

Первинну профілактику варто розглядати як інтенсивний шлях подальшого успішного розвитку медицини, що ґрунтується на реальних інвестиціях в збереження здоров'я. Своєю чергою вторинна й третинна профілактика — це екстенсивний метод розвитку медицини, що передбачає прямі й непрямі витрати на лікування різноманітних соматичних захворювань та запобігання їхнім можливим ускладненням. У цій парадигмі дуже гостро постає питання якості й вартості лікування, тому зрозуміло, що вибір пацієнтом лікаря має ґрунтуватися на інформації про те, що запропоновані ним методи терапії мають доведену ефективність та є цілком безпечними. Зокрема, результати дослідження, проведеного у 2024 р., показали, що ШІ-система може бути успішно використана для розроблення нового методу профілактики раку шкіри, що враховує такі параметри, як стать, тип шкіри, тривалість перебування на сонці. Це дослідження довело, що ШІ може реально допомогти людям захистити себе від виникнення раку шкіри, навіть за наявності високого ризику розвитку цього захворювання.

Завдяки постійним науковим інноваціям, технологічним досягненням та зростаючому попиту на якісну медичну допомогу медичне обладнання стає все більш ефективним, точним і доступним. Загалом розвиток медичного облад-

нання є ключовим фактором у поліпшенні діагностики, лікування та профілактики захворювань. Натепер сучасний медичний прогрес неможливо уявити без впровадження ШІ у різноманітні девайси. Прикладом цього є система ШІ Moleanalyzer Pro, яку було схвалено для європейського ринку як медичний пристрій, що виконує функції, які можна порівняти з фаховою роботою дерматологів. Інтегрований ШІ Foto-Finder класифікує ураження шкіри за шкалою кольорів. У Moleanalyzer pro (онлайн-версія) також можна відобразити так звану теплову карту фактично для кожного дерматозу [41].

ШІ у поєднанні з апаратними методами, такими як спектроскопія, мультиспектральна візуалізація або інші спеціалізовані методи візуалізації, може суттєво розширити фахові можливості дерматологів. Наприклад, ранні меланоми не завжди мають морфологічні відмінності, які можливо виявити за допомогою звичайної фотографії, але комп'ютерні методи, такі як дерматофлюороскопія, надають лікарю суттєво важливу додаткову інформацію саме для їхньої ранньої діагностики [28, 36].

Косметична дерматологія — це галузь, в якій відбуваються постійні технологічні досягнення. Поточне використання ШІ в цій медичній царині зосереджено на наданні пацієнтам можливості більш активно брати участь в ухваленні рішень щодо лікування за допомогою регулярного догляду за шкірою, використання додатків доповненої реальності та інструментів для аналізу стану шкіри в домашніх умовах. Такі інструменти на основі ШІ також включено в багато дерматологічних практик із розробленням тривимірної (3D) реконструкції тіла особи, включаючи моделі для прогнозування клінічних результатів терапевтичного втручання.

Створення 3D-віртуальних систем для реконструкції особи з метою планування косметичних процедур вже почало здійснювати революцію у можливостях дерматологів оптимізувати процедури та їхні результати. Пацієнти мають можливість купувати та безпечно використовувати домашні лазерні пристрої та скоро зможуть отримувати індивідуальні схеми догляду за шкірою, що відповідають потребам їхньої шкіри, за допомогою повністю віртуальних платформ. Подальше розроблення роботизованих систем для автоматизації та оптимізації лазерних процедур також може здійснити справжню революцію у цій галузі.

Система аналізу стану шкіри VISIA призначена для використання лікарем у своєму робочому кабінеті та забезпечує найбільш повний аналіз стану шкіри пацієнтів. Крім того, VISIA широко

застосовують для аналізу зображень у дерматології, естетичній практиці та індустрії догляду за шкірою. Система аналізу стану шкіри VISIA оцінює вісім характеристик шкіри: зморшки, пошкодження внаслідок УФ-випромінювання, текстуру, пори, загальні плями, коричневі плями, червоні ділянки та порфірини. У цій системі використано крос-поляризоване та УФ-освітлення для запису і вирівнювання поверхні та текстури шкіри.

Адаптована система 3D-фотографії LifeViz Micro від Quantificare призначена для отримання зображень мікроструктури шкіри збільшеним планом для будь-якої ділянки тіла. Як і у всіх системах LifeViz, у ній використано інтегровані двопробеневі світлові покажчики для забезпечення підвищеної відтворюваності цих зображень. Це має вирішальне значення для надійного порівняння зображень, отриманих з часовими інтервалами, розділеними годинами, днями, тижнями або місяцями.

CV — одна із галузей ШІ, яка дає змогу комп'ютерам і системам отримувати корисну інформацію з цифрових зображень, відео та візуальних даних. Це навчає комп'ютери інтерпретувати та правильно розуміти цифрові зображення. Моделі DL — це підмножина технологій CV, які дають змогу комп'ютерам навчатися і вдосконалювати завдання для точного визначення та класифікації об'єктів на представлених зображеннях. Цю технологію вже використовують у косметичній дерматології для належного виявлення та класифікації зморщок на обличчі перед лікуванням нейромодуляторами або філерами для м'яких тканин [59].

Переваги та виклики ШІ

ШІ відкриває нові широкі горизонти у дерматології. Технічні та аналітичні переваги роблять його важливим інструментом для підвищення якості діагностики та лікування захворювань шкіри. Завдяки подальшому розвитку технологій і вдосконаленню алгоритмів ця галузь стане ще більш ефективною та доступною. Проте наявні і виклики.

Існує два міркування щодо суспільної безпеки, які потрібно свідомо і неупереджено розглянути. По-перше, щоб «замінити» дерматолога, алгоритм має відповідати поточному золотому стандарту скринінгу уражень шкіри у пацієнта. На сьогодні це клінічна оцінка дерматологом, який вивчає висипання на шкірі в контексті всієї історії хвороби конкретного пацієнта та загального стану його шкіри. Така загальна клінічна оцінка, включно з історією хвороби та оглядом пацієнта, є основною для кожного лікаря. У штуч-

них умовах випробувань і досліджень з оцінки продуктивності CNN фахові здібності лікаря часто недооцінюють [41]. За результатами багатьох досліджень визнано відсутність включення клінічних чинників, таких як вік, стать, ступінь пошкодження внаслідок дії сонячних променів, анатомічне розташування, а також особистий і сімейний анамнез. Критика з боку дослідників можливостей ШІ та архіву ISIC (www.isic-archive.com) свідчить, що навчальні набори відомостей для алгоритмів ШІ здебільшого містять дані пацієнтів європеїдної раси, що суттєво обмежує вірогідність адекватної фахової оцінки можливих варіацій у прояві багатьох хронічних дерматозів [68, 69]. Опубліковані результати досліджень не порівнюють нейронних мереж із цим стандартом оцінки; їх співставляють лише з висновками дерматологів, яким було надано дерматоскопічні або клінічні зображення, іноді з обмеженою додатковою клінічною інформацією. По-друге, важливим є міркування про те, що для повноцінного навчання відповідного алгоритму ШІ бракує достатньої кількості певних типів уражень, особливо рідкісних проявів злоякісних новоутворень, зокрема безпігментної меланоми, а також інших атипичних варіантів клінічного перебігу хронічних дерматозів.

Етика та конфіденційність

Використання ШІ пов'язане з опрацюванням великих обсягів медичних даних, що потребує дотримання суворих стандартів безпеки та конфіденційності відомостей конкретних пацієнтів. Важливим є також професійне розуміння технології блокчейну, впровадження якого сприятиме надійному і безпечному збереженню та передачі медичної інформації.

Використання ШІ в дерматології швидко зростає у міру його застосування у дерматопатології, медичній дерматології, естетичній/косметичній хірургії, мікроскопії/спектроскопії та ідентифікації прогностичних біомаркерів (характеристик, що надають різноманітну інформацію про ймовірні результати для здоров'я пацієнта). Однак зі зростанням ролі ШІ в клінічній медицині загалом та у дерматології зокрема виникли певні етичні проблеми. Наразі виявлено, що ці проблеми пов'язані з використанням алгоритмів ШІ для аналізу клінічних зображень, у теледерматології, для дотримання конфіденційності, оцінки кольору шкіри та ставлення як пацієнтів, так і окремих постачальників послуг до ШІ. Аналіз доступних інформаційних повідомлень дав підставу визначити дев'ять етичних принципів, які сприяють безпечному використанню ШІ в дерматології. Вони включають справедливість,

інклюзивність, прозорість, підзвітність, безпеку, конфіденційність, надійність, поінформовану згоду та запобігання конфлікту інтересів. Попри численні очевидні переваги інтеграції ШІ в клінічну практику, потрібно вжити деяких запобіжних заходів для подальшого зменшення кількості етичних проблем [16, 20, 25, 31]. У цьому аспекті дещо насторожує використання ChatGPT у медичній практиці. Згідно з результатами досліджень, проведених німецькими вченими, фахівці не заперечують користі від використання ШІ в навчальному або науковому процесі зі застереженням щодо коректності цитувань, що навіть має певний потенціал для полегшення взаємодії між лікарем та пацієнтом. У той же час S. Sedaghat наголошує, що складні завдання для ChatGPT, такі як розуміння анатомії шкіри людини, досі залишається обмеженим, що потребує подальшого вдосконалення [63]. Більш оптимістично щодо використання ШІ у медичній галузі налаштовані американські та китайські вчені. На їхню думку, точність і своєчасність інформації, яку надає, наприклад, ChatGPT, може допомогти вже зараз поліпшити безпосередні результати лікування пацієнтів і зменшити ймовірність медичних помилок [47, 51, 70].

Юридично-правова регуляція використання медичних алгоритмів ШІ-систем потребує певної стандартизації та сертифікації, що може суттєво уповільнити їхнє подальше впровадження в клінічну практику. З правової точки зору, проблемою, яку ще не повністю вирішено, є відсутність зрозумілості нейронних мереж. Нині неможливо дізнатися, що саме впливає на процес ухвалення ними відповідних рішень. Загальні вимоги ЄС щодо захисту персональних даних визначають зрозумілість як вимогу для алгоритмічного ухвалення рішень, що на сьогодні є недосяжним, і відповідальність, як і раніше, ще тривалий час буде нести конкретний клініцист. Для подальшого успішного поєднання ШІ та загального юридичного регламенту про захист даних (GDPR) необхідно враховувати принципи законності, прозорості, згоди, обмеження в опрацюванні даних та інші вимоги GDPR. Це означає розроблення та впровадження алгоритмів та технологій з дотриманням цих принципів, а також освіту та свідоме використання ШІ з обов'язковим урахуванням правил GDPR [2, 3, 10].

Впровадження нових технологій потребує часу для поступового формування довіри до них. Нові інтелектуальні медичні технології (тобто на базі ШІ), які однозначно впроваджують нову сучасну медицину з доповненою реальністю (augmented reality — AR), були прийняті населенням з ентузіазмом, частково тому, що вони

реально уможливають 4P-модель медицини (прогностичну, превентивну, персоналізовану та партисипативну). Однак це зустрічає певну упередженість та засторогу з боку лікарів, які не були готові до такої суттєвої революційної еволюції традиційної щоденної клінічної практики.

Для кращого розуміння цієї медико-правової проблеми слід навести чотири базові причини, які зараз широко обговорюють у численних фахових публікаціях.

По-перше, неготовність до адекватного розуміння реального потенціалу цифрової медицини зумовлена очевидною відсутністю безперервної базової та спеціальної освіти щодо цієї нової дисципліни на межі програмування та клінічних знань.

По-друге, раннє і доволі неупорядковане оцифрування багатьох процесів у чинній системі охорони здоров'я супроводжувалося різким збільшенням адміністративного тягаря, головним чином пов'язаного з обов'язковими електронними медичними записами, які реально стали одним з основних видимих і легко контрольованих компонентів роботи будь-якого практикуючого лікаря, потребуючи для цього забагато робочого часу.

По-третє, зростання побоювань щодо того, що ШІ замінить лікарів, хоча в літературі поширена думка, що ШІ лише суттєво доповнить інтелект лікаря та його фаховість у майбутньому.

По-четверте, поточна відсутність у всьому світі адекватної законодавчої бази, яка юридично визначає і окреслює концепцію юридичної та моральної відповідальності у разі ухвалення або відхилення поточних рекомендацій ШІ щодо алгоритму рекомендованого лікування, залишаючи лікаря в ризикованій ситуації хронічного очікування потенційно негативних юридичних наслідків у разі використання ШІ. Ця проблема також створює нагальну потребу перевірити сучасні інноваційні технічні інструменти за допомогою традиційних клінічних випробувань. Також слід обговорити термінове освітнє оновлення медичних навчальних програм у світлі «новонародженої» цифрової медицини, а також етичні міркування щодо поточного вже підключеного моніторингу ШІ.

Лікарям-клініцистам варто чітко усвідомити, що сучасні медичні технології з участю ШІ є одним із найперспективніших та найприбутковіших видів фахової діяльності у XXI ст. Саме через це явище в інтернеті — IoT (Internet of Things — концепція мережі, що складається зі взаємопов'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані давачі) активно і гостродискусійно переосмислюється концепція здорової людини як своєрідного поєднання кількісного я (особистісні показники, закодовані у смартфоні чи

ПК) та низки параметрів способу життя, що надаються їхнім носіям (моніторинг активності, контроль маси тіла та стану шкіри тощо). Слід чітко розуміти та пам'ятати, що постійний моніторинг ШІ і порушення конфіденційності потенційно можуть посилити стигматизацію навколо пацієнтів із хронічними дерматозами або більш знедолених і соматично хворих осіб. Це може спричинити дискримінацію тих громадян, які не можуть або не хочуть прийняти нові стандарти здорового способу життя, наприклад, через зменшення доступу до медичного страхування та догляду. У цьому техніко-політичному контексті питання захисту особистих даних і інтелектуальної власності стає все більш важливим, хоча воно реально існує вже більше двох десятиліть. У літературі описано кілька типів ставлення до володіння такою інформаційною базою, хоча в деяких роботах стверджується, що загальне володіння інформацією стосовно конкретних персональних даних пацієнтів є можливим для отримання прибутку від фахової персоналізованої медицини. Консенсус у процесі обговорення зміщується в бік усвідомлення такого факту пацієнтами, оскільки це позитивно впливає на їхнє залучення до активної співпраці з лікарями, а також може поліпшити обмін інформацією, якщо між пацієнтом і медичними працівниками буде укладено угоду про фахове використання цих даних.

Сьогоднішній «горизонт майбутнього» ШІ в дерматології

На сучасному етапі поступового формування медицини «4P» українським дерматовенерологам необхідно визначити, за яких саме умов наявні алгоритми ШІ будуть корисні в реальних клінічних умовах дерматології, зокрема під час війни. Відомості численних закордонних наукових публікацій підтвердили, що вже реальним є автоматизоване картування пігментних уражень шкіри за використання існуючої панорамної системи сканування всього тіла, а алгоритми CNN можуть успішно і оперативно здійснювати підрахунок невусів за допомогою скринінгової 3D-фотографії всього шкірного покриву (ТВР). Крім того, потрібно визнати доцільність і необхідність довічного спостереження за пацієнтами з високим ризиком малігнізації висипань, послуговуючись результатами послідовної цифрової дерматоскопії (SDD), як це вже роблять сьогодні в країнах ЄС [19, 21, 40]. У майбутньому доволі оптимістичними виглядають очікування, що ШІ буде не лише інформаційно підтримувати лікарів-клініцистів у їхній щоденній роботі, але й суттєво інтегруватися в системи профілактики

хронічних дерматозів. Можливим видається і створення комплексних рішень, які враховуватимуть генетику, спосіб життя та інші чинники, щоб запобігти розвитку захворювань шкіри ще до їхньої появи [29, 45].

Отже, поступове впровадження принципів медицини «4P» у рутинну клінічну практику дасть можливість успішніше здійснювати професійну медичну діяльність, зокрема в дерматології. Тобто свідоме та фахове застосування цих цифрових технологій зробить щоденну клінічну практику апріорі більш успішною та сприятиме підвищенню прихильності пацієнтів із дерматологічною патологією як до лікування, так і до профілактичних заходів. Крім того, активне використання принципів доказової медицини на основі ШІ в діагностично-лікувальному процесі дає можливість більше спілкуватися з колегами у всьому світі, які працюють на засадах медицини «4P».

Проте попри доволі активне впровадження у вітчизняну систему охорони здоров'я міжнародних стандартів, багато адептів класичної («гіпократівської») медицини й досі не готові повністю відмовитись у своїй роботі від досвіду, набутого ними в попередні часи, коли в рутинній клінічній практиці панував переважно емпіричний підхід до лікувально-діагностичного процесу, а персональні думки, індивідуальні характеріологічні особливості та життєві потреби пацієнтів майже не були враховані.

ШІ, як це видно з численних фахових наукових публікацій закордонних колег, дійсно відкриває нові горизонти в клінічній дерматології, підвищуючи точність діагностики, поліпшуючи ступінь персоналізації лікування та розширюючи доступність високопрофесійної медичної допомоги. Однак для подальшої успішної інтеграції ШІ в чинну клінічну практику необхідно оперативно вирішити питання, пов'язані з якістю клінічних даних, які ШІ надає лікарям, етикою взаємостосунків та юридичною нормативною базою. Лише після цього в осяжному майбутньому ШІ може стати важливим дієвим інструментом у руках дерматологів, сприяючи як поліпшенню здоров'я і якості життя пацієнтів, так і значній фаховій успішності дерматовенерологів. Наразі кваліфіковане використання алгоритмів ШІ може бути корисним дерматологам і пацієнтам, особливо в галузях теледерматології, 3D-візуалізації та послідовної цифрової дерматоскопії, тоді як додатки ШІ можуть бути потенційно корисними для всієї галузі дерматології. Також не варто забувати, що досі все ще не вирішене питання формалізації унікального досвіду лікаря та його свідомої інтеграції до сучасних систем

комп'ютерної діагностики. Тому наукова дерматологічна спільнота має віддавати перевагу дослідженням, які активно і послідовно просувають розуміння обопільної корисності співпраці людського та ШІ, а не розглядати їх як ворогуючих опонентів. Треба виходити з базового положення, що коли встановлений лікарем діагноз підтримує алгоритм ШІ, діагностична точність поліпшується порівняно з такою у разі його встановлення ШІ або лікарями окремо [41, 43, 68].

Висновки

1. ШІ для нинішнього покоління дерматовенерологів стає все більш важливим допоміжним інструментом у клінічній роботі, пропонуючи нові можливості для ранньої діагностики, поліпшення персоналізованого лікування, здійснення регулярного фахового моніторингу захворювань шкіри, а також оптимізації роботи лікарів. Завдяки використанню розроблених алгоритмів машинного навчання, глибоких нейронних мереж та здатності глибокого аналізу зображень людської шкіри ШІ дає змогу підвищити точність діагностики, зокрема в розпізнаванні меланоми, псоріазу, екземи та інших хронічних дерматологічних патологій. В умовах нинішнього воєнного стану в Україні та обмеження в наданні спеціалізованої медичної допомоги у низці регіонів це є особливо актуальним для реального прогнозування ризиків як розвитку, так і подальшого рецидивування хронічних дерматозів та ідентифікації потенційно небезпечних висипань на шкірі з високою точністю, навіть на ранніх стадіях їхнього розвитку.

2. ШІ сприяє персоналізації лікування, аналізуючи дуже великі обсяги різноманітних даних про пацієнтів і прогножуючи ефективність їхньої терапії. Подальше фахове поступове впровадження ШІ у дерматологічну практику також може скоротити час на проведення діагностики, зменшити кількість помилок і поліпшити якість надання медичних послуг завдяки розробленню більш ефективних препаратів та методів їхнього використання в лікуванні хворих із хронічними дерматозами.

3. Попри вже незаперечно проявлений великий потенціал використання в клінічній роботі ШІ, залишаються такі виклики, як необхідність великих обсягів якісних первинних даних, етичні та юридичні питання стосовно конфіденційності інформації, а також необхідність інтеграції ШІ в чинні медичні протоколи клінічної практики. Майбутнє дерматології як однієї з клінічних медичних дисциплін пов'язане з подальшим розвитком і вдосконаленням поєднання технологій ШІ, що відкриває нові оптимістичні горизонти

для профілактики та ефективного лікування пацієнтів із захворюваннями шкіри, та вже існуючого клінічного досвіду дерматовенерологів.

4. Принципово важливо також усвідомити, що ШІ не може повністю замінити дерматологів. Це лише інноваційний інструмент, який здатний допомогти лікарям суттєво поліпшити якість професійної медичної допомоги, яку вони надають пацієнтам. Дерматологи завжди мають покладатись на свій клінічний досвід та знання для ухвалення остаточних рішень щодо діагностики та лікування пацієнтів із захворюваннями шкіри. У майбутньому ШІ, ймовірно, буде відігравати ще більшу роль у клінічній дерматології ще й завдяки тому, що клініцисти будуть спроможні більш професійно використовувати всі його технологічні можливості.

5. Перспектива впровадження ШІ у вищій школі може кардинально змінити ситуацію в навчальному процесі для викладачів та здобува-

чів вищої освіти, поліпшити ефективність та якість вищої освіти в Україні. У вітчизняних закладах вищої освіти важливо забезпечити прозорю та етичне використання ШІ, розробивши політику застосування технологій ШІ в освітньому процесі, в якій слід детально розкрити вимоги до етичного використання цього інструмента здобувачами вищої освіти, науково-педагогічними працівниками та адміністративним персоналом, висвітлити напрями та порядок використання ШІ, а також визначити ризики, пов'язані з цим.

6. Зростаючі популярність та доступність ШІ вказують на необхідність удосконалення законодавчого регулювання використання цієї технології, а також впровадження механізмів контролю та відповідальності, зокрема відстеження та розроблення нормативної бази щодо захисту особистих даних, забезпечення приватності та справедливості використання ШІ.

Конфлікт інтересів немає.

Участь авторів: концепція і дизайн дослідження — В.І. Степаненко, С.В. Іванов, О.Є. Федоренко; збір матеріалу — С.В. Іванов, О.Є. Федоренко, С.Г. Свирид, Р.Л. Степаненко, Т.С. Коновалова; опрацювання матеріалу і написання тексту — В.І. Степаненко, С.В. Іванов, О.Є. Федоренко.

Список літератури

1. Баранов ОА. Цивілізаційна місія цифрових трансформацій. Інформація і право. 2023;46(3):25-41. doi: 10.37750/2616-6798.2023.3(46).287067.
2. Барбашин С. Штучний інтелект: правове регулювання в Україні та ЄС. <https://barbashyn.law/statii/shtuchnyj-intelekt-pravove-regulyuvannya-v-ukrayini-ta-yes/>.
3. Візнюк ІМ, Буглай НМ, Куцак ЛВ. та ін. Використання штучного інтелекту в освіті / Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Вип. 59: Методологія, теорія, досвід, проблеми. 2021;59:14-22. doi: 10.31652/2412-1142-2021-59-14-22.
4. Головач XI. У США штучний інтелект ChatGPT склав іспит на отримання медичної ліцензії. <https://tsn.ua/tsikavinki/u-ssha-shtuchnyj-intelekt-chatgpt-sklav-ispit-na-otrimannya-medichnoyi-licenziji-2263411.html>.
5. Горон Д. У ЄС набули чинності нові правила щодо прозорості штучного інтелекту. <https://ms.detector.media/internet/post/38278/2025-08-03-u-ies-nabuly-chynnosti-novi-pravya-shchodo-prozorosti-shtuchnogo-intelektu/>.
6. Згуровський МЗ, Зайченко ЮП. Системи і методи штучного інтелекту. К.: ВД «Академперіодика»; 2025. 744 с. doi: 10.15407/akademperiodyka.551.744.
7. IT-інновації для охорони здоров'я: використання DHIS2 у боротьбі з епідеміями в Східній Європі та Центральній Азії. Альянс громадського здоров'я. 3.10.2024 р. <https://aph.org.ua/uk/novyny/it-innovatsiyi-dlya-ohoroni-zdorovya-vikoristannya-dhis2-u-borotbi-z-epidemiyami-v-shidnij-evropi-ta-tsentralnij-aziyi/>.
8. Мар'єнко М, Коваленко В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. Фізико-математична освіта. 2023;38(1):48-53. doi: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-007.
9. Національна стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні у 2021–2030 рр. Міністерство освіти і науки України. Національна академія наук України. Інститут проблем штучного інтелекту. К.; 2021. 34 с. https://wp.oecd.ai/app/uploads/2021/12/Ukraine_National_Strategy_for_Development_of_Artificial_Intelligence_in_Ukraine_2021-2030.pdf.
10. Онищук П. Правове регулювання технологій штучного інтелекту: теоретико-прикладні та етичні засади. Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України. 2020;3:50-57. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzizvru_2020_3_8.
11. Поліковська Ю. У ЄС консорціум OpenEuroLLM розроблятиме моделі ШІ з відкритим кодом. <https://ms.detector.media/it-kompanii/post/37445/2025-02-05-u-ies-konsortsium-openeurollm-rozroblyatyme-modeli-shi-z-vidkrytym-kodom/>.
12. Постанова Кабінету Міністрів України від 03.03.2021 № 167-р «Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-p>.
13. Пчелянський ДП, Воїнова СА. Штучний інтелект: перспективи та тенденції розвитку. Automation of technological and business processes. 2019;11(3):59-64. doi: 10.15673/atbp.v11i3.1500.
14. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 02 грудня 2020 р. № 1556-р. Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text>.
15. Сімонова ІВ, Пачевська АВ, Білошицька АВ, Істошин ВМ. Використання штучного інтелекту в освіті: потенціал, виклик чи можливість. Вісник Вінницького національного медичного університету. 2025;29(3):462-468. <https://dSPACE.vnmu.edu.ua/123456789/10337>.
16. Тарасенко Н. Штучний інтелект: досягнення в розробці та ризики подальшого розвитку / Шляхи розвитку української науки: суспільний дискурс. 2023;4(186):15-31. https://nbuviar.gov.ua/images/informaciyni_vidanya/shliahi_rozv_nauki/2023/nauka04.2023.pdf.
17. Шевченко АІ, Барановський СВ, Білокобильський ОВ та ін. Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні: монографія / За заг. ред. АІ Шевченка. К.: ІПШІ; 2023. 305 с. https://jai.in.ua/archive/2023/ai_mono.pdf.

18. Adiguzel T, Kaya MH, Cansu FK. Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. *Cont Ed Technology*. 2023;15(3):ep429. doi: 10.30935/cedtech/13152.
19. Argenziano G, Zalaudek I, Hofmann-Wellenhof R, et al. Total body skin examination for skin cancer screening in patients with focused symptoms. *J Am Acad Dermatol*. 2012;66(2):212-9. doi: 10.1016/j.jaad.2010.12.039.
20. Artificial intelligence: threats and opportunities for Europeans. *EUAgenda*. <https://euagenda.eu/publications/artificial-intelligence-threats-and-opportunities-for-europeans>.
21. Betz-Stablein B, D'Alessandro B, Koh U, et al. Reproducible Naevus Counts Using 3D Total Body Photography and Convolutional Neural Networks. *Dermatology*. 2022;238(1):4-11. doi: 10.1159/000517218. PMID: 34237739.
22. Bin-Nashwan SA, Sadallah M, Bouteraa M. Use of ChatGPT in academia: Academic integrity hangs in the balance. *Technology in Society*. 2023;75:102370. doi: 10.1016/j.techsoc.2023.102370. PMID: 31401469.
23. Brinker TJ, Hekler A, Enk AH, et al. Deep neural networks are superior to dermatologists in melanoma image classification. *Eur J Cancer*. 2019;119:11-17. doi: 10.1016/j.ejca.2019.05.023. Epub 2019 Aug 8. PMID: 31401469.
24. Caffery LJ, Rotemberg V, Weber J, et al. The Role of DICOM in Artificial Intelligence for Skin Disease. *Front Med (Lausanne)*. 2021;7:619787. doi: 10.3389/fmed.2020.619787.
25. Chen L, Chen P, Lin Z. Artificial Intelligence in Education: A Review. In *IEEE Access*. 2020;8:75264-75278. doi: 10.1109/ACCESS.2020.2988510.
26. Cotton DR, Cotton PA, Shipway JR. Chatting and Cheating: Ensuring Academic Integrity in the Era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*. 2024;61:228-239. doi: 10.1080/14703297.2023.2190148.
27. De A, Sarda A, Gupta S, Das S. Use of Artificial Intelligence in Dermatology. *Indian J Dermatol*. 2020;65(5):352-357. doi: 10.4103/ijid.IJD_418_20. PMID: 33165383.
28. Dick V, Sinz C, Mittlböck M, et al. Accuracy of Computer-Aided Diagnosis of Melanoma: A Meta-analysis. *JAMA Dermatol*. 2019;155(11):1291-1299. doi: 10.1001/jamadermatol.2019.1375. PMID: 31215969.
29. Digital Imaging and Communications in Medicine. <https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/digital-imaging-and-communications-in-medicine>.
30. Du-Harpur X, Watt FM, Luscombe NM, Lynch MD. What is AI? Applications of artificial intelligence to dermatology. *Br J Dermatol*. 2020;183(3):423-430. doi: 10.1111/bjd.18880.
31. Ellis LD. 5 Ways Medical Educators Can Use AI and Other Technologies. Harvard Medical School: <https://learn.hms.harvard.edu/insights/all-insights/5-ways-medical-educators-can-use-ai-and-other-technologies>.
32. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, et al. Dermatologist level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*. 2017;542(7639):115-8. doi: 10.1038/nature21056.
33. Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nat Med*. 2019 Jan;25(1):24-29. doi: 10.1038/s41591-018-0316-z.
34. European Commission; Craglia M (Ed.), et al. Artificial Intelligence – A European Perspective. EUR 29425 EN, Publications Office, Luxembourg, 2018. ISBN 978-92-79-97217-1. doi: 10.2760/11251. JRC113826. https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/ai-flagship-report_online.pdf.
35. European Federation of Data Protection Officers. European Parliament Agrees on Position on the AI Act. Jun 16, 2023. <https://www.efdpo.eu/european-parliament-agrees-on-position-on-the-ai-act>.
36. Ferrante di Ruffano L, Takwoingi Y, Dinnes J, et al. Computer-assisted diagnosis techniques (dermoscopy and spectroscopy-based) for diagnosing skin cancer in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;12(12):CD013186. doi: 10.1002/14651858.CD013186. PMID: 30521691.
37. Finnane A, Dallest K, Janda M, Soyer HP. Teledermatology for the Diagnosis and Management of Skin Cancer: A Systematic Review. *JAMA Dermatol*. 2017;153(3):319-327. doi: 10.1001/jamadermatol.2016.4361. PMID: 27926766.
38. Generative AI Policy Guidance. Stanford: Office of Community Standards; 2023 February 16. <https://communitystandards.stanford.edu/generative-ai-policy-guidance>.
39. Gilson A, Safranek C, Huang T, et al. How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination (USMLE)? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Med Educ*. 2023;9:e45312. doi: 10.2196/45312.
40. Gutman D, Codella NC, Celebi E, et al. Skin lesion analysis toward melanoma detection: A challenge at the international symposium on biomedical imaging (ISBI) 2016, hosted by the international skin imaging collaboration (ISIC). 2016. doi: 10.48550/arXiv.1605.01397.
41. Haenssle HA, Fink C, Toberer F, et al. Man against machine reloaded: performance of a market-approved convolutional neural network in classifying a broad spectrum of skin lesions in comparison with 96 dermatologists working under less artificial conditions. *Ann Oncol*. 2020;31(1):137-143. doi: 10.1016/j.annonc.2019.10.013. PMID: 31912788.
42. Han SS, Park GH, Lim W, et al. Deep neural networks show an equivalent and often superior performance to dermatologists in onychomycosis diagnosis: Automatic construction of onychomycosis datasets by region-based convolutional deep neural network. *PLoS One*. 2018;13(1):e0191493. doi: 10.1371/journal.pone.0191493. PMID: 29352285.
43. Han SS, Park I, Eun Chang S, et al. Augmented Intelligence Dermatology: Deep Neural Networks Empower Medical Professionals in Diagnosing Skin Cancer and Predicting Treatment Options for 134 Skin Disorders. *J Invest Dermatol*. 2020;140(9):1753-1761. doi: 10.1016/j.jid.2020.01.019.
44. He N, Yan Y, Wu Z, et al. Chat GPT-4 significantly surpasses GPT-3.5 in drug information queries. *J Telemed Telecare*. 2025;31(2):306-308. doi: 10.1177/1357633X231181922.
45. Hogarty DT, Su JC, Phan K, et al. Artificial intelligence in dermatology – where we are and the way to the future: a review. *Am J Clin Dermatol*. 2020;21(1):21-9. doi: 10.1007/s40257-019-00462-6.
46. Krawitz PM. Künstliche Intelligenz bei der Diagnose Seltener Erkrankungen: die Entwicklung der Phänotyp-Analyse. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2022;65(11):1159-1163. German. doi: 10.1007/s00103-022-03602-2.
47. Krive J, Isola M, Chang L, et al. Grounded in reality: artificial intelligence in medical education. *JAMIA Open*. 2023;6(2):ooad037. doi: 10.1093/jamiaopen/ooad037.
48. Lee JG, Jun S, Cho YW, et al. Deep Learning in Medical Imaging: General Overview. *Korean J Radiol*. 2017;18(4):570-584. doi: 10.3348/kjr.2017.18.4.570. PMID: 28670152.
49. Liopyris K, Gregoriou S, Dias J, Stratigos AJ. Artificial Intelligence in Dermatology: Challenges and Perspectives. *Dermatol Ther (Heidelb)*. 2022;12(12):2637-2651. doi: 10.1007/s13555-022-00833-8. PMID: 36306100.
50. Liu Y, Jain A, Eng C, et al. A deep learning system for differential diagnosis of skin diseases. *Nature medicine*. 2020;26(6):900-908. doi: 10.48550/arXiv.1909.05382.
51. Liu J, Wang C, Liu S. Utility of ChatGPT in Clinical Practice. *J Med Internet Res*. 2023;25:e48568. doi: 10.2196/48568.
52. Maron RC, Weichenthal M, Utikal JS, et al. Systematic outperformance of 112 dermatologists in multiclass skin cancer image classification by convolutional neural networks. *Eur J Cancer*. 2019;119:57-65. doi: 10.1016/j.ejca.2019.06.013.
53. Martinka MJ, Crawford RI, Humphrey S. Clinical Recognition of Melanoma in Dermatologists and Nondermatologists. *J Cutan Med Surg*. 2016;20(6):532-535. doi: 10.1177/1203475415623513. PMID: 26676952.
54. McDaniel B, Steele RB. Basal Cell Carcinoma. 2024. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2025. Jan. PMID: 29494046.
55. National Institutes of Health. National Cancer Institute. Cancer stat facts: melanoma of the skin. 2019 [Internet]. <https://seer.cancer.gov/statfacts/html/melan.html>.
56. Navarrete-Dechent C, Dusza SW, Liopyris K, et al. Automated dermatological diagnosis: hype or reality? *J Invest Dermatol*. 2018;138(10):2277-9. doi: 10.1016/j.jid.2018.04.040.

57. Naylor CD. On the Prospects for a (Deep) Learning Health Care System. *JAMA*. 2018;320(11):1099-1100. doi: 10.1001/jama.2018.11103. PMID: 30178068.
58. Onega T, Barnhill RL, Piepkorn MW, et al. Accuracy of Digital Pathologic Analysis vs Traditional Microscopy in the Interpretation of Melanocytic Lesions. *JAMA Dermatol*. 2018; 154(10):1159-1166. doi: 10.1001/jamadermatol.2018.2388.
59. Pat Vatiwutipong et al. Artificial Intelligence in Cosmetic Dermatology: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*. 2023. PP(99):1-1. https://www.researchgate.net/publication/372355090_Artificial_Intelligence_in_Cosmetic_Dermatology_A_Systematic_Literature_Review.
60. Patel S, Wang JV, Motaparathi K, Lee JB. Artificial intelligence in dermatology for the clinician. *Clin Dermatol*. 2021; 39(4):667-672. doi: 10.1016/j.clindermatol.2021.03.012.
61. Perednia DA, Brown NA. Tele dermatology: one application of telemedicine. *Bull Med Libr Assoc*. 1995;83(1):42-7. PMID: 7703938; PMCID: PMC225996.
62. Qasem F. ChatGPT in scientific and academic research: future fears and reassurances. *Library Hi Tech News*. 2023;40(3):30-32. doi: 10.1108/LHTN-03-2023-0043.
63. Sedaghat S. Early applications of ChatGPT in medical practice, education and research. *Clin Med*. 2023;23(3):278-279. doi: 10.7861/clinmed.2023-0078. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470211824046189>.
64. Shen X, Zhang J, Yan C, Zhou HA. Automatic Diagnosis Method of Facial Acne Vulgaris Based on Convolutional Neural Network. *Sci Rep*. 2018;8(1):5839. doi: 10.1038/s41598-018-24204-6. PMID: 29643449; PMCID: PMC5895595.
65. Shrivastava VK, Londhe ND, Sonawane RS, Suri JS. A novel and robust Bayesian approach for segmentation of psoriasis lesions and its risk stratification. *Comput. Methods Programs Biomed*. 2017;150:9-22. doi: 10.1016/j.cmpb.2017.07.011.
66. Smith P, Johnson CE, Haran K, et al. Advancing Psoriasis Care through Artificial Intelligence: A Comprehensive Review. *Curr Derm Rep*. 2024;13:141-147. doi: 10.1007/s13671-024-00434-y.
67. Sullivan M, Kelly A, McLaughlan P. ChatGPT in higher education: Considerations for academic integrity and student learning. *Journal of Applied Learning and Teaching*. 2023;6(1):1-10. doi: 10.37074/jalt.2023.6.1.17.
68. Tschandl P, Rinner C, Apalla Z, et al. Human-computer collaboration for skin cancer recognition. *Nat Med*. 2020;26(8):1229-34. doi: 10.1038/s41591-020-0942-0.
69. Tschandl P. Artificial intelligence for melanoma diagnosis. *Ital J Dermatol Venerol*. 2021;156(3):289-299. doi: 10.23736/S2784-8671.20.06753-X. PMID: 33179882.
70. Wang X, Gong Z, Wang G, et al. ChatGPT Performs on the Chinese National Medical Licensing Examination. *Journal of Medical Systems*. 2023;47(1):86. doi: 10.1007/s10916-023-01961-0.
71. White Paper on Artificial Intelligence including follow-up. European Parliament. <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-europe-fit-for-the-digital-age/file-white-paper-artificial-intelligence-and-follow-up>.
72. Wilmer EN, Gustafson CJ, Ahn CS, et al. Most common dermatologic conditions encountered by dermatologists and non-dermatologists. *Cutis*. 2014;94(6):285-92. PMID: 25566569.
73. Xiong M, Pfau J, Young AT, et al. Artificial Intelligence in Tele dermatology. *Curr Derm Rep*. 2019;8:85-90. doi: 10.1007/s13671-019-0259-8.
74. Young AT, Xiong M, Pfau J, et al. Artificial Intelligence in Dermatology: A Primer. *J Invest Dermatol*. 2020;140(8):1504-1512. doi: 10.1016/j.jid.2020.02.026. PMID: 32229141.

V.I. Stepanenko, S.V. Ivanov, O.E. Fedorenko, S.H. Svyryd,
R.L. Stepanenko, T.S. Konovalova

Bogomolets National Medical University, Kyiv

Use of artificial intelligence in clinical dermatology: current status and prospects

The dynamic increase in the level of digitalization (the introduction of digital technologies) is a significant auxiliary lever in optimizing, improving and implementing innovative developments in the field of healthcare, raising the educational level and increasing the scientific and research potential of clinicians.

Modern information and communication technologies are developing very rapidly and continuously, resulting in new interdependencies and changed relationships in related areas of human creative activity. Medicine, as one of the most creative sciences, requires a significant intellectual load for its further development at all levels, from professional training to practical clinical and scientific work.

The current understanding of artificial intelligence (AI) and its use in evidence-based medicine requires in-depth analysis. Given that the relevant information is constantly changing and transforming, the ways in which it can be developed require further study regarding the possibilities of applying AI in medicine.

Objective – to analyze the effectiveness of the use of modern digital dermatological platforms based on technological algorithms of AI in clinical medicine.

Materials and methods. Numerous international documents on the implementation of AI in the field of healthcare, recent changes in state policy documents in the field of healthcare and higher education of Ukraine; international strategies and approaches to the use of basic technologies and platforms of AI in dermatology; modern views on the role and feasibility of using existing artificial cognitive structures were analyzed.

Results and discussion. The directions and available tools for significantly increasing the role of digital transformation in clinical medicine, in particular, in dermatology, are analyzed. The relevance of further use of AI technology algorithms and the need for training for their practical use are proven.

Conclusions. Artificial intelligence (AI) for the current generation of dermatovenerologists is becoming an increasingly important auxiliary tool in clinical work, offering new opportunities for early diagnosis, improving personalized treatment and regular professional monitoring of skin diseases, as well as optimizing the work of doctors. Thanks to the use of developed machine learning algorithms, deep neural networks and the ability to deeply analyze human skin images, AI allows you to increase the accuracy of diagnostics, in particular, in recognizing melanoma, psoriasis, eczema and other chronic dermatological pathologies. In the conditions of the current martial law in Ukraine and the limitation of specialized medical care in a number of regions, this is especially relevant for real prediction of the risks of both the development and subsequent recurrence of chronic dermatoses and identification of potentially dangerous skin rashes with high accuracy, even in the early stages of their development.

The use of various AI and virtual reality algorithms and the expert online system for early diagnosis of malignant skin neoplasms, as well as a number of chronic dermatoses, created with their technical assistance, will allow for timely diagnosis and prescription of rational therapy for the corresponding pathological conditions.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, expert systems, professional competencies, clinical dermatology.

Стаття надійшла до редакції / *Received* 17.10.2025.

Стаття рекомендована до опублікування / *Accepted* 10.11.2025.

Стаття опублікована / *Published* 10.12.2025.

Укр журн дерматол, венерол, косметол. 2025;4:5-20. doi: 10.30978/UJDVK2025-4-5.

Ukr J Dermatol, Venerol, Cosmetol. 2025;4:5-20. <http://doi.org/10.30978/UJDVK2025-4-5>.

Дані про авторів / Author's informations

Степаненко Віктор Іванович, д. мед. н., проф., зав. кафедри дерматології та венерології з курсом косметології

<https://orcid.org/0000-0002-5824-8813>

E-mail: stepanenkovi-prof@ukr.net

Іванов Сергій Володимирович, к. мед. н., доц. кафедри дерматології та венерології з курсом косметології

<https://orcid.org/0000-0001-5932-3929>

E-mail: ivas5828@gmail.com

Федоренко Олександр Євгенович, д. мед. н., проф. кафедри дерматології та венерології з курсом косметології

<https://orcid.org/0000-0003-2022-7336>

E-mail: fedorenko.o.e@gmail.com

Свирид Сергій Григорович, д. мед. н., проф. кафедри дерматології та венерології з курсом косметології

<https://orcid.org/0000-0001-9889-9015>

E-mail: svirid.s.g@gmail.com

Степаненко Роман Леонідович, д. мед. н., проф. кафедри дерматології та венерології з курсом косметології

<https://orcid.org/0000-0001-8423-0388>

E-mail: stepanenkorl@ukr.net

Коновалова Тетяна Сергіївна, к. мед. н., доц. кафедри дерматології та венерології з курсом косметології

<https://orcid.org/0000-0002-0319-9532>

E-mail: t.konvalova228@gmail.com