

УДК 378.091.33-048.63:004.8:61

DOI <https://doi.org/10.32782/eddiscourses/2024-4-13>

## ТРАНСФОРМАЦІЯ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ ПІД ВПЛИВОМ ІНТЕГРАЦІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРОБЛЕМНО-ОРІЄНТОВАНЕ ТА СИМУЛЯЦІЙНЕ НАВЧАННЯ

**Меленевич Анастасія Ярославівна,**

кандидат медичних наук, доцент кафедри внутрішніх та професійних хвороб,  
Харківський національний медичний університет  
ORCID: 0000-0003-0265-8474

**Садовенко Ольга Леонідівна,**

кандидат медичних наук, доцент кафедри внутрішніх та професійних хвороб,  
Харківський національний медичний університет  
ORCID: 0000-0001-7160-8070

**Бабічева Олександра Олександрівна,**

кандидат медичних наук, асистент кафедри внутрішніх  
та професійних хвороб,  
Харківський національний медичний університет  
ORCID: 0000-0003-1853-306X

**Брек Валерія Василівна,**

кандидат медичних наук, доцент кафедри внутрішніх та професійних хвороб,  
Харківський національний медичний університет  
ORCID: 0000-0001-5806-8874

**Латогуз Юрій Іванович,**

кандидат медичних наук, доцент кафедри внутрішніх та професійних хвороб,  
Харківський національний медичний університет  
ORCID: 0000-0001-9742-9257

**Прохоренко Василь Леонтійович,**

кандидат медичних наук, асистент кафедри внутрішніх  
та професійних хвороб,  
Харківський національний медичний університет  
ORCID: 0000-0003-0678-3133

У статті висвітлено останні дані щодо змін в медичній освіті під впливом залучення можливостей штучного інтелекту в навчальний процес. Зосереджено увагу на пріоритетних стратегіях викладання клінічних дисциплін та важливості поєднання проблемно-орієнтованого навчання із використанням симуляційних методів.

Визначено перспективи та виклики в медичній освіті в умовах широкого та стрімкого розповсюдження технологій штучного інтелекту. Проаналізовано можливості сучасних підходів сценарій-орієнтованого симуляційного навчання, що на сьогодні є актуальним та перспективним напрямком в медичній освіті.

Наголошено, що залучення інтерактивної стратегії викладання клінічних дисциплін дає можливість спрямувати навчання на засвоєння практичних навичок, а не лише на отримання теоретичних знань. Опанування здобувачами освіти основних загальних та фахових компетенцій є передумовою підготовки висококваліфікованих спеціалістів в галузі охорони здоров'я, які не тільки мають знання, але й досвідчено володіють основними клінічними навичками. Впровадження штучного інтелекту в медичну освіту підвищить її доступність та персоналізованість.

Штучний інтелект відіграє вирішальну роль у вдосконаленні симуляційних методів навчання, створенні віртуальних пацієнтів та клінічних сценаріїв із можливістю взаємодії та миттєвого отримання зворотного зв'язку, що відкриває нові освітні горизонти для здобувачів. Проте, ми маємо бути готовими до можливих загроз в питаннях безпеки даних, відповідальності, академічної доброчесності тощо, та забезпечити захист всіх учасників навчального процесу шляхом поступового та збалансованого використання технологій штучного інтелекту в медичній освіті.

Стаття має на меті привернути увагу до можливостей сучасних інструментів та засобів викладання й навчання, що є запорукою ефективної підготовки майбутніх лікарів.

**Ключові слова:** штучний інтелект, проблемно-орієнтоване навчання, симуляційне навчання, інтерактивне навчання, медична освіта.

**Melenevych Anastasiia, Sadovenko Olga, Babycheva Oleksandra, Brek Valeria, Latogoose Yurii, Prokhorenko Vasyl. The transformation of medical education under the influence of the integration of artificial intelligence into problem-based and simulation-based learning**

The article highlights the latest data on changes in medical education under the influence of the involvement of artificial intelligence capabilities in the educational process. Attention is focused on priority strategies for teaching clinical disciplines and the importance of combining problem-based learning with the use of simulation methods.

Prospects and challenges in medical education in the conditions of wide and rapid spread of artificial intelligence technologies are determined. The possibilities of modern approaches of scenario-oriented simulation training, which is currently a relevant and promising direction in medical education, are analyzed.

It is emphasized that the involvement of an interactive strategy for teaching clinical disciplines makes it possible to direct learning to the acquisition of practical skills, and not only to the acquisition of theoretical knowledge. Mastery of basic general and professional competencies by students is a prerequisite for the training of highly qualified specialists in the field of health care, who not only have knowledge, but also have experience in basic clinical skills. The implementation of artificial intelligence in medical education will increase its accessibility and personalization.

Artificial intelligence plays a crucial role in improving simulation training methods, creating virtual patients and clinical scenarios with the possibility of interaction and receiving instant feedback, opening new educational horizons for learners. However, we must be prepared for possible threats in matters of data security, liability, academic integrity, etc., and ensure the protection of all participants in the educational process through the gradual and balanced use of artificial intelligence technologies in medical education.

The article aims to draw attention to the possibilities of modern teaching and learning tools, which are the key to effective training of future doctors.

**Key words:** artificial intelligence, problem-based learning, simulation-based learning, interactive learning, medical education.

**Актуальність.** Значний прогрес за останнє десятиліття у машинному навчанні, поліпшення алгоритмів, еволюція нейронних мереж, здатність роботи з різними типами та розмірами даних призвели до суттєвих досягнень у сфері штучного інтелекту (ШІ). Інтеграція новітніх технологій у медичну освіту є безперервним процесом, і перспективи використання ШІ в освітніх цілях відкривають нові можливості для всіх учасників навчального процесу. З кінця 2022 року значно зросла обізнаність щодо ШІ та доступність платформ генеративного ШІ, здатних створювати нові дані. За прогнозами експертів у наступні 5 років потенціал ШІ сягне здібностей найбільш досвідчених людей з певною різницею залежно від галузі знань [1].

Медична освіта, що передбачає постійне професійне самовдосконалення та навчання протягом усього життя, може отримати значну користь від застосування технологій ШІ. Навчальний процес (викладання та навчання) є наукомісткою когнітивною діяльністю. Засвоєння лише фундаментальних дисциплін та отримання базових медичних знань потребує розуміння та запам'ятовування величезної кількості складної інформації. Крім того, ми є свідками неухильного зростання обсягу медичної інформації. Відомо, що у 1950 році знадобилося 50 років, щоб медична

інформація подвоїлася, у 1980 році – 7 років, у 2010 році – 3,5 роки [2]. Медичні знання розширюються швидше, ніж наша здатність їх засвоювати та ефективно використовувати [3]. Додавання додаткового матеріалу або часу до навчальної програми не буде ефективною стратегією, для подолання цих викликів необхідні фундаментальні зміни в системі медичної освіти. Програми ШІ можуть кардинально змінити підходи до навчання та способи набуття медичних знань, бо вони побудовані на можливості швидкого доступу до необхідної інформації та розв'язанні проблем на основі закладених в них алгоритмів, що сприяє ефективному процесу навчання [4, 5]. Завдяки інноваційним підходам та гнучким стратегіям навчання, медичні навчальні заклади можуть адаптуватися під виклики сучасності й забезпечити якісний рівень медичної освіти.

Проблемно-орієнтоване навчання, що спрямоване на розв'язання проблем у реальних ситуаціях або сценаріях, які імітують складні наближені до реальності випадки, є набагато ефективнішим ніж традиційне навчання, що ґрунтується на запам'ятовуванні інформації, у розвитку практичних навичок і формуванні критичного мислення. При такому методі навчання викладач є фасилітатором навчального середовища, яке заохочує до розв'язання проблем та

розвитку компетенцій, що необхідні для успішної професійної діяльності [6, 7]. Педагогічний підхід, що поєднує симуляційне навчання із проблемно-орієнтованим, є високоефективним методом завдяки застосуванню здобувачами освіти теоретичних знань на практиці та отриманню негайного зворотного зв'язку [8]. Сценарій-орієнтоване симуляційне навчання із застосуванням клінічних сценаріїв, розроблених за допомогою високореалістичного моделювання, має стати невіддільною частиною медичної освіти та активно використовуватися при викладанні клінічних дисциплін [9]. Інтеграція ШІ у проблемно-орієнтоване та симуляційне навчання прокладає шлях до захопливих, адаптивних та персоналізованих методів навчання, проголошуючи нову еру в системі медичної освіти [10].

**Мета дослідження.** Проаналізувати сучасні тренди в медичній освіті під впливом інтеграції ШІ в освітній процес.

**Методи дослідження.** Для досягнення поставленої мети було проведено пошук наукової літератури з відповідної теми в базах даних PubMed, Elsevier та Google Scholar, її аналіз та узагальнення отриманої інформації з урахуванням власного досвіду авторів щодо викладання клінічних дисциплін у здобувачів вищої медичної освіти.

**Виклад основного матеріалу.** Застосування технологій ШІ в освітньому процесі кардинально змінює стратегії навчання та викладання. Основні сфери використання ШІ в освіті включають: 1) адаптивне навчання та персоналізоване репетиторство; 2) інтелектуальне оцінювання та управління; 3) профілювання та прогнозування; 4) новітні технології або продукти (навчальні роботи, ігри-симулятори, програми віртуальної та доповненої реальності) [4].

Програми для *адаптивного навчання та персоналізованого репетиторства* спрямовані на створення зручного для здобувачів освіти навчального середовища, в якому, використовуючи потужності технологій ШІ, навчальна система імітує роль людини-репетитора, надає учням персоналізовані інструкції та зворотний зв'язок відповідно до закладених освітніх сценаріїв. Таке індивідуальне навчання є доступним у дистанційному форматі 24 години на добу та 7 днів на тиждень. Причому, система відстежує процес навчання та динамічно підлаштовується під навчальні вподобання та рівень знань здобувача [4, 10].

В медичній освіті набувають популярності інтерактивні цифрові навчальні середовища,

засновані на симуляції, з використанням технологій віртуальної реальності та медичного моделювання, які імітують процес або ситуацію в реальному житті та дозволяють учням самостійно розв'язувати проблему та отримувати інтерактивний зворотний зв'язок, що дає можливість набутти необхідних компетенцій та практичного досвіду в розв'язанні складних клінічних випадків [11].

ШІ може автоматизувати деякі трудомісткі процеси та завдання, що потребують монотонної роботи з великими обсягами даних, за допомогою програм для *інтелектуального оцінювання та управління*, не вимагаючи додаткового втручання чи програмування [4, 12]. В медичних навчальних закладах для більш ефективного та зручного оцінювання знань та вмінь здобувачів рекомендовано застосовувати наступні сценарії оцінювання з використанням технологій ШІ: адаптивне та програмне. При адаптивному оцінюванні вибір наступних запитань залежить від відповіді здобувача на попередні запитання, отже складність завдання персоналізовано адаптується до кожного учня. Програмне оцінювання передбачає використання ШІ для розробки програми оцінювання з метою оптимізації освітнього процесу, покращення результатів навчання та забезпечення якості навчальної програми на системному рівні [12]. Крім того, оцінювання здобувачів відбувається з високою точністю та зворотним зв'язком для всіх учасників освітнього процесу. Такий підхід до оцінювання допоможе учням скорегувати свої навчальні стратегії для покращення результатів, а також стане в пригоді викладачам для оптимізації педагогічних методів відповідно до здібностей здобувачів [4]. Системи управління навчанням на основі ШІ забезпечують адаптивне та інтелектуальне адміністрування освітнього процесу та надають численні можливості для підтримки викладацької та навчальної діяльності [12, 13].

Технології ШІ, спрямовані на *профілювання та прогнозування*, використовують інтелектуальний аналіз освітніх даних та аналітику навчання для визначення характеристик учнів, оцінки ефективності їх навчання та прогнозування академічних досягнень, надання їм ефективної підтримки щодо планування та організації навчання. Викладачу ці освітні технології пропонують більше можливостей для виявлення здобувачів із групи ризику, тим самим зменшуючи ймовірність академічної неуспішності. Крім того, вони прогнозують досягнення учнів та надають інформацію щодо їхньої задоволеності навчан-

ням, даючи можливість надавати більш ефективний супровід освітнього процесу [4, 13].

**Симуляційне навчання** з використанням ШІ відбувається в кількох форматах: віртуальний пацієнт, віртуальний інструктор, навчальні ігри, що підтримують медичне моделювання, та платформи віртуальної й доповненої (змішаної) реальності. Ці інноваційні технології покращують взаємодію між здобувачами освіти та навчальним середовищем, вони є корисними в набутті необхідних компетенцій, особливо у контексті онлайн-освіти [4, 10, 11].

Керовані ШІ **віртуальні пацієнти** набувають все більшої розповсюженості, завдяки можливості створювати майже нескінченну кількість інтерактивних сценаріїв із цілодобовим доступом, стандартизацією клінічних випадків та підходів до оцінювання, а також зниженням витрат на навчання. Цей формат використовує 2D або 3D-екранні аватари віртуального пацієнта та можливість інтерактивної взаємодії зі сценарієм в захопливому навчальному середовищі. Цікавими виявилися результати пілотного дослідження проведеного у Великій Британії з оцінки впливу ступеня занурення у навчальний процес студентів-медиків п'ятого курсу на академічні досягнення, порівнюючи двовимірну та тривимірну віртуальні симуляції. Було встановлено, що немає статистично значущої різниці в рівнях засвоєння та збереження знань здобувачами. Отже, за даними британських дослідників, вищі рівні занурення студентів у навчання із використанням 3D технологій не забезпечують більшої освітньої користі [10, 14].

Окрім віртуальних пацієнтів, ШІ може використовуватися в ролі **віртуального інструктора**, викладача. Причому здобувачі освіти за бажанням можуть перемикатися між віртуальним пацієнтом та інструктором. За результатами дослідження, проведеного в Сінгапурі, із використанням віддаленої віртуальної платформи телесимуляції для покращення міжпрофесійних комунікаційних навичок студентів-медиків і медсестер встановлено, що керівництво віртуального інструктора не поступається симуляціям віртуальної реальності під керівництвом справжнього лікаря [15, 16]. Такі підходи до навчання набувають особливої актуальності при неможливості навчання в очному форматі, вони сприяють покращенню клінічного мислення та засвоєнню фахових та спеціальних компетенцій.

**Навчальні ігри** на основі ШІ, що підтримують медичне моделювання набувають популярності в медичній освіті. Ігра-симулятор занурює учнів

у різноманітні клінічні сценарії, що потребують прийняття рішень, створюючи навчальне середовище, де здобувачі вчаться на наслідках прийнятих ними рішень. Проходження сценарію супроводжується демонстрацією клінічних кейсів, відтворенням діагностичних та лікувальних заходів, хірургічних втручань тощо за допомогою віртуальних пристроїв, що підтримують технології медичного моделювання. Граючи в таку навчальну гру, учні-гравці відповідають на питання по типу вікторини, отримуючи бали за правильні відповіді, та змагаються з іншими гравцями. Принцип гейміфікації полягає в тому, що використання зовнішніх винагород, вбудованих в ігровий досвід (наприклад, нові рівні в грі, додаткові бали, можливості тощо), сприяє підтримці вищого рівня внутрішньої мотивації здобувачів освіти [10, 17, 18].

До **інтерактивних цифрових навчальних середовищ**, які імітують процес або ситуацію в реальному житті, належать й платформи віртуальної та доповненої реальності. Віртуальна реальність за допомогою комп'ютерної графіки створює інтерактивне 3D-середовище, тоді як доповнена реальність включає елементи реального світу у віртуальне середовище [11].

**Чат-боти** з використанням технології генеративного ШІ здатні генерувати переконливий текст в широкому діапазоні контекстів у режимі реального часу, який практично неможливо відрізнити від створеного людиною. Інтелектуальні перспективи, простота використання та доступність таких інструментів розширюють освітні можливості в різних галузях, в тому числі медицині, пропонує конкурентний педагогічний потенціал [6, 19]. Вчені зі Сполучених Штатів Америки (США) досліджували ефективність генеративного ШІ на іспиті з медичного ліцензування США та встановили близький до порогу проходження результат з 60% точністю. Відповіді, створені ШІ, демонстрували високий рівень узгодженості та низький рівень самопротиріччя, що є ознакою правильного клінічного обґрунтування та важливим показником якості пояснення. Отже, інструменти генеративного ШІ потенційно можуть допомогти здобувачам освіти у пошуку та засвоєнні медичних знань та сприяти подальшій інтеграції у процес прийняття клінічних рішень [20].

ШІ не лише змінює парадигму процесу навчання, а й трансформує систему охорони здоров'я, переводячи її у цифрове середовище із можливістю використання технологій на основі ШІ. Медична освіта має адаптуватися до цих викликів та готувати майбутніх лікарів до

роботи з сучасними цифровими інструментами та технологіями, що використовують ШІ [21, 22]. Поточні навчальні програми не включають компетенцій з основ науки про дані, алгоритмів машинного навчання та технологій ШІ, хоча незабаром це стане актуальним. Інтеграція **ШІ-орієнтованих компетенцій** в медичну освіту потребуватиме часу, оскільки технології та інструменти на основі ШІ продовжують вдосконалюватися [3]. Лікарям майбутнього знадобляться вміння керувати даними, контролювати інструменти ШІ та користуватися ними для прийняття обґрунтованих рішень [3, 23, 24].

Попри чималі перспективи використання ШІ в медичній освіті, існують певні **виклики**. Медична освіта вимагає високої точності та надійності інформації, оскільки навіть незначні помилки можуть мати суттєві наслідки для здоров'я пацієнтів. При використанні платформ генеративного ШІ існує ймовірність помилок та неточностей. Здобувачам з обмеженими базовими знаннями важко їх виявити. Важливим є вміння належним чином користуватися можливостями ШІ та оцінювати отриману інформацію. Окрім цього, несумлінне застосування ШІ сприяє поширенню випадків академічної недобросовісності та шахрайства. Медичні навчальні заклади мають розробити чіткі вказівки щодо використання інструментів ШІ [10, 25].

Несподівана поведінка інструментів на основі ШІ, відома як «галюцинація» (збій в роботі) ШІ, призводить до отримання помилкових інтерпретацій даних, невірних висновків та помилок в діагностиці та лікуванні пацієнтів, що викликає занепокоєння в контексті відповідальності за такі випадки та правові наслідки використання технологій ШІ. Разом з тим існує проблема відсутності прозорості в алгоритмах ШІ, яка призводить до того, що частина процесів прийняття рішень ШІ є справжнім «чорним ящиком» [3, 10]. Управління з контролю за продуктами та ліками США (FDA) дає дозвіл на клінічне використання інструментів на основі алгоритмів ШІ та машинного навчання [26].

До етичних викликів, які можуть виникнути при застосуванні ШІ, відносять проблеми пов'язані з можливістю отримання упереджених результатів, що буде сприяти посиленню дискримінації

та призведе до відсутності різноманітних поглядів. Також високоймовірними є проблеми з конфіденційністю. Медична освіта, що передбачає обмін конфіденційною інформацією про дані пацієнтів між студентами, викладачами та медичними працівниками в епоху широкого залучення інструментів ШІ стикнеться з проблемою безпеки даних та їх захисту. Питання балансу між бажанням мати доступ до величезних баз даних, з одного боку, та належним забезпеченням конфіденційності, з іншого, залишається невирішеним. Європейські експерти з питань ШІ та конфіденційності даних дійшли висновку про несумісність досягнення всеосяжної конфіденційності із реалізацією всього потенціалу ШІ для медичних цілей. Кожна країна має впровадити узгоджені цифрові стратегії охорони здоров'я, що ґрунтуються на вивченні основних цінностей, які лежать в основі національних структур управління даними [6, 10, 27]. Загрози пов'язані із розкриттям даних та анонімністю стають все більш актуальними, тому що впровадження ШІ значно випереджає перші спроби створити надійні етичні та правові вказівки для регулювання його використання [10, 22].

**Висновки.** Медицина та медична освіта знаходяться на зламі двох епох – епохи медичної інформації, кількість якої невпинно зростає, та епохи ШІ, коли використання технологій ШІ в освітньому процесі та для прийняття клінічних рішень стануть буденністю. Інтеграція ШІ у проблемно-орієнтоване та симуляційне навчання відкриває безпрецедентні можливості, однак треба готуватися й до нових викликів.

Відповідальне та розумне впровадження новітніх технологій в медичну освіту є пріоритетом. Нагальним є питання щодо включення в навчальні програми компетенцій з основ роботи зі ШІ та вміння користуватися інформацією з великого масиву джерел.

Завдяки технологіям на основі ШІ зростає можливість отримання медичних знань та самостійного навчання з персоналізованим оцінюванням, миттєвим зворотним зв'язком і цілодобовим доступом до інформації.

Викладачам вкрай важливо «йти в ногу» з інноваційними технологіями, змінювати методи навчання та стратегій оцінювання здобувачів освіти.

#### Список літератури:

1. Buttazzo G. Rise of artificial general intelligence: risks and opportunities. *Frontiers in Artificial Intelligence*. 2023. Vol. 6. URL: <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1226990> (date of access: 30.09.2024).
2. Densen P. Challenges and opportunities facing medical education. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*. 2011. Vol. 122. P. 48–58.

3. Paranjape K., Schinkel M., Nannan Panday R. et al. Introducing Artificial Intelligence Training in Medical Education. *JMIR medical education*. 2019. Vol. 5, No. 2. URL: <https://mededu.jmir.org/2019/2/e16048> (date of access: 30.09.2024).
4. Wang S., Wang F., Zhu Z. et al. Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*. 2024. Vol. 252. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417424010339> (date of access: 30.09.2024).
5. Mir M.M., Mir G.M., Raina N.T. et al. Application of Artificial Intelligence in Medical Education: Current Scenario and Future Perspectives. *Journal of advances in medical education & professionalism*. 2023. Vol. 11, No. 3. P. 133–140. URL: [https://jamp.sums.ac.ir/article\\_49364.html](https://jamp.sums.ac.ir/article_49364.html) (date of access: 30.09.2024).
6. Kurtz G., Amzalag M., Shaked N. et al. Strategies for Integrating Generative AI into Higher Education: Navigating Challenges and Leveraging Opportunities. *Education Sciences*. 2024. Vol. 14, No. 5. URL: <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/5/503> (date of access: 30.09.2024).
7. Chung E.Y. Facilitating learning of community-based rehabilitation through problem-based learning in higher education. *BMC medical education*. 2019. Vol. 19, No. 1. URL: <https://bmcmmeduc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-019-1868-4> (date of access: 30.09.2024).
8. Son H.K. Effects of simulation with problem-based learning (S-PBL) on nursing students' clinical reasoning ability: based on Tanner's clinical judgment model. *BMC medical education*. 2023. Vol. 23, No. 1. URL: <https://bmcmmeduc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-023-04567-9> (date of access: 30.09.2024).
9. Марічереда В. Г., Орабіна Т. М., Рогачевський О. П., Борщ В. І., Первак М. П., Анненкова І. П., Петровський Ю. Ю. Сценарій-орієнтоване симуляційне навчання як інструмент проблемно-орієнтованого підходу до підвищення якості невідкладної допомоги в Україні. *Одеський медичний журнал*. 2024. № 1. С. 75–82.
10. Hamilton A. Artificial Intelligence and Healthcare Simulation: The Shifting Landscape of Medical Education. *Cureus*. 2024. Vol. 16, No. 5. URL: <https://www.cureus.com/articles/233783-artificial-intelligence-and-healthcare-simulation-the-shifting-landscape-of-medical-education> (date of access: 30.09.2024).
11. Dai C.-P., Ke F. Educational applications of artificial intelligence in simulation-based learning: A systematic mapping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2022. Vol. 3. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X2200042X> (date of access: 30.09.2024).
12. Chan K. S., Zary N. Applications and Challenges of Implementing Artificial Intelligence in Medical Education: Integrative Review. *JMIR medical education*. 2019. Vol. 5, No. 1. URL: <https://mededu.jmir.org/2019/1/e13930> (date of access: 30.09.2024).
13. Wang J., Li J. Artificial intelligence empowering public health education: prospects and challenges. *Front Public Health*. 2024. Vol. 12. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2024.1389026/full> (date of access: 30.09.2024).
14. Bray L., Spencer S., Pearson E. et al. Assessing the Impact of Immersion on Learning in Medical Students: A Pilot Study Comparing Two-Dimensional and Three-Dimensional Virtual Simulation. *Simulation & Gaming*. 2023. Vol. 54, No. 5. P. 576–592. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/10468781231189287> (date of access: 30.09.2024).
15. Liaw S. Y., Tan J. Z., Bin Rusli K. D. et al. Artificial Intelligence Versus Human-Controlled Doctor in Virtual Reality Simulation for Sepsis Team Training: Randomized Controlled Study. *Journal of medical Internet research*. 2023. Vol. 25. URL: <https://www.jmir.org/2023/1/e47748> (date of access: 30.09.2024).
16. Chua W. L., Ooi S. L., Chan G.W.H. et al. The Effect of a Sepsis Interprofessional Education Using Virtual Patient Telesimulation on Sepsis Team Care in Clinical Practice: Mixed Methods Study. *Journal of medical Internet research*. 2022. Vol. 24, No. 4. URL: <https://www.jmir.org/2022/4/e35058> (date of access: 30.09.2024).
17. Ahuja A. S., Polascik B. W., Doddapaneni D. et al. The Digital Metaverse: Applications in Artificial Intelligence, Medical Education, and Integrative Health. *Integrative medicine research*. 2023. Vol. 12, No. 1. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213422022000841?via%3Dihub> (date of access: 30.09.2024).
18. Cascella M., Cascella A., Monaco F., Shariff M.N. Envisioning gamification in anesthesia, pain management, and critical care: basic principles, integration of artificial intelligence, and simulation strategies. *Journal of anesthesia, analgesia and critical care*. 2023. Vol. 3, No. 1. URL: <https://janesthancritcare.biomedcentral.com/articles/10.1186/s44158-023-00118-2> (date of access: 30.09.2024).
19. Dwivedi Y. K., Kshetri N., Hughes L. et al. Opinion Paper: “So what if ChatGPT wrote it?” Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*. 2023. Vol. 71. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401223000233> (date of access: 30.09.2024).
20. Kung T. H., Cheatham M., Medenilla A. et al. Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. *PLOS Digital Health*. 2023. Vol. 2, No. 2. URL: <https://journals.plos.org/digitalhealth/article?id=10.1371/journal.pdig.0000198> (date of access: 30.09.2024).
21. Gandhi R., Parmar A., Kagathara J. et al. Bridging the Artificial Intelligence (AI) Divide: Do Postgraduate Medical Students Outshine Undergraduate Medical Students in AI Readiness?. *Cureus*. 2024. Vol. 16, No. 8. URL: <https://www.cureus.com/articles/285501-bridging-the-artificial-intelligence-ai-divide-do-postgraduate-medical-students-outshine-undergraduate-medical-students-in-ai-readiness> (date of access: 30.09.2024).
22. Charow R., Jeyakumar T., Younus S. et al. Artificial Intelligence Education Programs for Health Care Professionals: Scoping Review. *JMIR medical education*. 2021. Vol. 7, No. 4. URL: <https://mededu.jmir.org/2021/4/e31043> (date of access: 30.09.2024).

23. Kolachalama V. B., Garg P. S. Machine learning and medical education. *NPJ digital medicine*. 2018. Vol. 1. URL: <https://www.nature.com/articles/s41746-018-0061-1> (date of access: 30.09.2024).
24. Tolentino R., Baradaran A., Gore G. et al. Curriculum Frameworks and Educational Programs in AI for Medical Students, Residents, and Practicing Physicians: Scoping Review. *JMIR medical education*. 2024. Vol. 10. URL: <https://mededu.jmir.org/2024/1/e54793> (date of access: 30.09.2024).
25. Lee H. The rise of ChatGPT: Exploring its potential in medical education. *Anatomical sciences education*. 2024. Vol. 17, No. 5. P. 926–931.
26. Maliha G., Gerke S., Cohen I.G., Parikh R.B. Artificial Intelligence and Liability in Medicine: Balancing Safety and Innovation. *Milbank Q.* 2021. Vol. 99, No. 3. P. 629–647.
27. Bak M., Madai V. I., Fritzsche M. C. et al. You Can't Have AI Both Ways: Balancing Health Data Privacy and Access Fairly. *Frontiers in genetics*. 2022. Vol. 13. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/genetics/articles/10.3389/fgene.2022.929453/full> (date of access: 30.09.2024).

#### References:

1. Buttazzo, G. (2023). Rise of artificial general intelligence: risks and opportunities. *Frontiers in artificial intelligence*, 6, 1226990. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1226990>.
2. Densen, P. (2011). Challenges and opportunities facing medical education. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*, 122, 48–58.
3. Paranjape, K., Schinkel, M., Nannan Panday, R., Car, J., & Nanayakkara, P. (2019). Introducing Artificial Intelligence Training in Medical Education. *JMIR medical education*, 5(2), e16048. <https://doi.org/10.2196/16048>.
4. Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252(A), 124167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>.
5. Mir, M. M., Mir, G. M., Raina, N. T., Mir, S. M., Mir, S. M., Miskeen, E., Alharthi, M. H., & Alamri, M. M. S. (2023). Application of Artificial Intelligence in Medical Education: Current Scenario and Future Perspectives. *Journal of advances in medical education & professionalism*, 11(3), 133–140. <https://doi.org/10.30476/JAMP.2023.98655.1803>.
6. Kurtz, G., Amzalag, M., Shaked, N., Zaguri, Y., Kohen-Vacs, D., Gal, E., Zailer, G., & Barak-Medina, E. (2024). Strategies for Integrating Generative AI into Higher Education: Navigating Challenges and Leveraging Opportunities. *Educ. Sci*, 14, 503. <https://doi.org/10.3390/educsci14050503>
7. Chung, E. Yh. (2019). Facilitating learning of community-based rehabilitation through problem-based learning in higher education. *BMC Med Educ*, 19, 433. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1868-4>.
8. Son, H. K. (2023). Effects of simulation with problem-based learning (S-PBL) on nursing students' clinical reasoning ability: based on Tanner's clinical judgment model. *BMC medical education*, 23(1), 601. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04567-9>.
9. Marichereda, V. H., Orabina, T. M., Rogachevskyi, O. P., Borshch, V. I., Pervak, M. P., Annienkova, I. P., & Petrovskyi, Yu. Yu. (2024). Scenario-based simulation learning as a tool of a problem-based approach to improving the quality of emergency care in Ukraine. *Odesa Medical Journal*, 1(186), 75–82.
10. Hamilton, A. (2024). Artificial Intelligence and Healthcare Simulation: The Shifting Landscape of Medical Education. *Cureus*, 16(5), e59747. <https://doi.org/10.7759/cureus.59747>.
11. Dai, C-P. & Ke, F. (2022). Educational applications of artificial intelligence in simulation-based learning: A systematic mapping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100087. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100087>.
12. Chan, K. S., & Zary, N. (2019). Applications and Challenges of Implementing Artificial Intelligence in Medical Education: Integrative Review. *JMIR medical education*, 5(1), e13930. <https://doi.org/10.2196/13930>.
13. Wang, J., & Li, J. (2024). Artificial intelligence empowering public health education: prospects and challenges. *Frontiers in public health*, 12, 1389026. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1389026>.
14. Bray, L., Spencer, S., Pearson, E., Meznikova, K., & Hepburn, D. (2023). Assessing the Impact of Immersion on Learning in Medical Students: A Pilot Study Comparing Two-Dimensional and Three-Dimensional Virtual Simulation. *Simulation & Gaming*, 54(5), 576–592. <https://doi.org/10.1177/104687812311892>.
15. Liaw, S. Y., Tan, J. Z., Bin Rusli, K. D., Ratan, R., Zhou, W., Lim, S., Lau, T. C., Seah, B., & Chua, W. L. (2023). Artificial Intelligence Versus Human-Controlled Doctor in Virtual Reality Simulation for Sepsis Team Training: Randomized Controlled Study. *Journal of medical Internet research*, 25, e47748. <https://doi.org/10.2196/47748>.
16. Chua, W. L., Ooi, S. L., Chan, G. W. H., Lau, T. C., & Liaw, S. Y. (2022). The Effect of a Sepsis Interprofessional Education Using Virtual Patient Telesimulation on Sepsis Team Care in Clinical Practice: Mixed Methods Study. *Journal of medical Internet research*, 24(4), e35058. <https://doi.org/10.2196/35058>.
17. Ahuja, A. S., Polascik, B. W., Doddapaneni, D., Byrnes, E. S., & Sridhar, J. (2023). The Digital Metaverse: Applications in Artificial Intelligence, Medical Education, and Integrative Health. *Integrative medicine research*, 12(1), 100917. <https://doi.org/10.1016/j.imr.2022.100917>.
18. Cascella, M., Cascella, A., Monaco, F., & Shariff, M. N. (2023). Envisioning gamification in anesthesia, pain management, and critical care: basic principles, integration of artificial intelligence, and simulation strategies. *Journal of anesthesia, analgesia and critical care*, 3(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s44158-023-00118-2>.
19. Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koohang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M. A., Al-Busaidi, A. S., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D., ... Wright, R. (2023). Opinion Paper: “So what if ChatGPT wrote it?” Multidisciplinary

- perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71, 102642. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>.
20. Kung, T. H., Cheatham, M., Medenilla, A., Sillos, C., De Leon, L., Elepaño, C., Madriaga, M., Aggabao, R., Diaz-Candido, G., Maningo, J., & Tseng, V. (2023). Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. *PLOS digital health*, 2(2), e0000198. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000198>.
  21. Gandhi, R., Parmar, A., Kagathara, J., Lakkad, D., Kakadiya, J., & Murugan, Y. (2024). Bridging the Artificial Intelligence (AI) Divide: Do Postgraduate Medical Students Outshine Undergraduate Medical Students in AI Readiness? *Cureus*, 16(8), e67288. <https://doi:10.7759/cureus.67288>.
  22. Charow, R., Jeyakumar, T., Younus, S., Dolatabadi, E., Sahlia, M., Al-Mouaswas, D., Anderson, M., Balakumar, S., Clare, M., Dhalla, A., Gillan, C., Haghzare, S., Jackson, E., Lalani, N., Mattson, J., Peteanu, W., Tripp, T., Waldorf, J., Williams, S., Tavares, W., ... Wiljer, D. (2021). Artificial Intelligence Education Programs for Health Care Professionals: Scoping Review. *JMIR medical education*, 7(4), e31043. <https://doi.org/10.2196/31043>.
  23. Kolachalama, V. B., & Garg, P. S. (2018). Machine learning and medical education. *NPJ digital medicine*, 1, 54. <https://doi.org/10.1038/s41746-018-0061-1>.
  24. Tolentino, R., Baradaran, A., Gore, G., Pluye, P., & Abbasgholizadeh-Rahimi, S. (2024). Curriculum Frameworks and Educational Programs in AI for Medical Students, Residents, and Practicing Physicians: Scoping Review. *JMIR medical education*, 10, e54793. <https://doi.org/10.2196/54793>.
  25. Lee, H. (2024). The rise of ChatGPT: Exploring its potential in medical education. *Anatomical sciences education*, 17(5), 926–931. <https://doi.org/10.1002/ase.2270>.
  26. Maliha, G., Gerke, S., Cohen, I. G., & Parikh, R. B. (2021). Artificial Intelligence and Liability in Medicine: Balancing Safety and Innovation. *The Milbank quarterly*, 99(3), 629–647. <https://doi.org/10.1111/1468-0009.12504>.
  27. Bak, M., Madai, V. I., Fritzsche, M. C., Mayrhofer, M. T., & McLennan, S. (2022). You Can't Have AI Both Ways: Balancing Health Data Privacy and Access Fairly. *Frontiers in genetics*, 13, 929453. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.929453>.