



ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

УДК 378.14:61:004.8

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14597988>

Формування компетентностей щодо використання елементів штучного інтелекту як інструменту підтримки прийняття клінічних рішень

Кривенко Інна Петрівна

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, 01601, м. Київ, бульвар Тараса Шевченка,13, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-5539-8632>

Чалий Кирило Олександрович

доктор фізико-математичних наук, PhD в інженерії, професор, професор кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, 01601, м. Київ, бульвар Тараса Шевченка,13, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-7077-0324>

Прийнято: 13.12.2024|Опубліковано: 29.12.2024

***Анотація.** Ефективне використання елементів штучного інтелекту (ШІ) в клінічних умовах потребує від лікарів розвитку спеціальних навичок та адаптації до нових технологій. **Метою** роботи є формування уявлення та базових практичних навичок щодо можливостей використання генеративних мовних моделей ChatGPT та Gemini у системах підтримки прийняття клінічних рішень (СППКР), обґрунтування необхідності формування компетентності лікаря у використанні елементів ШІ як інструменту СППКР, визначення ключових складових цієї компетентності та розроблення методичних підходів*



до інтеграції відповідних тем у навчальний процес закладів освіти з урахуванням сучасних рамкових документів, таких як Рамка цифрової компетентності працівника охорони здоров'я України та рекомендацій міжнародних організацій. **Методами** даного дослідження став бібліографічний аналіз, системний аналіз та узагальнення. У **результаті** проведеного дослідження показано, що використання демонстраційних завдань (ДЗ) для формування компетентності майбутніх лікарів у роботі з промт-запитами в моделях ШІ має велике значення та сприяє кращому розумінню їхніх можливостей і обмежень. Обґрунтована доцільність ширшого використання ДЗ, які є ефективним інструментом у формуванні практичних навичок і компетентностей майбутніх лікарів, забезпечуючи їх готовність до ефективного використання ШІ в професійній діяльності. Це дозволило зробити **висновки**, що формування компетентності у сфері ШІ забезпечує ефективне впровадження інноваційних технологій у медичну практику, підвищуючи якість допомоги пацієнтам та підтримуючи безперервний професійний розвиток лікарів. Зростання ролі цифрових технологій у медицині робить ШІ вагомим компонентом майбутньої медичної практики. Опановування основних методів коректного використання ШІ є важливим напрямком підготовки майбутніх лікарів у контексті масштабної цифровізації охорони здоров'я.

Ключові слова: формування цифрової компетентності, цифрова трансформація охорони здоров'я, системи підтримки прийняття клінічних рішень, штучний інтелект (ШІ), генеративні мовні моделі, промт.

Formation of competencies in the use of artificial intelligence elements as a tool to support clinical decision-making

Kryvenko Inna Petrivna

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Medical and Biological Physics and Informatics, Bogomolets National



Medical University, 01601, Kyiv, Taras Shevchenko Boulevard, 13, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0001-5539-8632>

Chalyy Kyrylo Oleksandrovych

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, PhD in Engineering, Professor,
Professor of the Department of Medical and Biological Physics and Informatics,
Bogomolets National Medical University, 01601, Kyiv, Taras Shevchenko
Boulevard, 13, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-7077-0324>

Abstract. *Effective use of artificial intelligence elements in clinical settings requires doctors to develop special skills and adapt to new technologies. The purpose of the work is to form an idea and basic practical skills regarding the possibilities of using generative language models ChatGPT and Gemini in clinical decision support systems (CDS), to justify the need to form a doctor's competence in using AI elements as a CDS tool, to identify the key components of this competence and to develop methodological approaches to integrating relevant topics into the educational process of educational institutions, taking into account modern framework documents, such as the Digital Competency Framework for Healthcare Workers of Ukraine and recommendations of international organizations. The methods of this study were bibliographic analysis, system analysis and generalization. The results of the study show that the use of demonstration tasks (DTs) for the formation of competencies of future doctors in working with prompt queries in artificial intelligence (AI) models is of great importance and contributes to a better understanding of their capabilities and limitations. The feasibility of wider use of AI, which is an effective tool in the formation of practical skills and competencies of future doctors, ensuring their readiness for the effective use of AI in professional activities, is substantiated. This allowed us to draw conclusions that the formation of competence in the field of AI ensures the effective implementation of innovative technologies in medical practice, improving the quality of patient care and*



supporting the continuous professional development of doctors. The growing role of digital technologies in medicine makes AI a significant component of future medical practice. Mastering the basic methods of correct use of AI is an important direction in the training of future doctors in the context of large-scale digitalization of healthcare.

Keywords: *digital competence development, digital transformation of healthcare, clinical decision support systems, artificial intelligence (AI), generative language models, prompt.*

Постановка проблеми. У сучасній медицині спостерігається стала тенденція до зростання кількості клінічних досліджень і лікарям стає все важче відстежувати та аналізувати велику кількість даних, необхідних для прийняття обґрунтованих рішень щодо лікування пацієнтів та планування профілактичних заходів щодо запобігання виникненню захворювань. Системи штучного інтелекту (ШІ) на основі інтелектуального аналізу клінічних досліджень пропонують інноваційне рішення цієї проблеми, надаючи лікарям селективний доступ до актуальної та релевантної інформації в оптимізованому форматі. Використання ШІ у клінічній практиці лікаря сприяє більш точній діагностиці, оптимізації лікувальних підходів з урахуванням доказової медицини та персоналізованих рекомендацій для пацієнтів, що у цілому забезпечує підвищення якості медичної допомоги.

Формування компетентностей у лікарів щодо використання ШІ є важливим аспектом сучасної медичної освіти. Ефективне використання ШІ в клінічних умовах потребує від лікарів розвитку спеціальних навичок та адаптації до нових технологій. Важливим є не лише базове розуміння принципів функціонування таких технологій, а системне оволодіння новими компетентностями, які сприяють коректному і ефективному застосуванню ШІ у клінічній практиці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз низки наукових публікацій свідчить про значний потенціал використання ШІ в клінічній

практиці лікарів [1]. З метою структуризації знань щодо ІІІ в охороні здоров'я авторами дослідження [2] проведено бібліографічний аналіз публікацій. До виокремлених дослідницьких кластерів використання ІІІ в охороні здоров'я віднесено: (1) управління медичними послугами; (2) прогнозна медицина; (3) дані пацієнтів; (4) діагностика і прийняття клінічних рішень.

Окремий клас досліджень присвячений системам підтримки прийняття клінічних рішень (СППКР), інтегрованих з ІІІ [3, 4]. У цих дослідженнях під поняттям СППКР розуміють програмно-апаратний комплекс, який використовує методи ІІІ, алгоритми аналізу даних та бази знань для надання лікарям рекомендацій, підтримки або автоматизації процесів прийняття клінічних рішень. Показано, що СППКР можуть застосовуватися на різних етапах медичного обслуговування, включаючи скринінг, діагностику, планування лікування та моніторинг пацієнта, що робить її важливим інструментом сучасної цифрової медицини [5, 6]. Наприклад, у США та Великій Британії СППКР інтегруються з базами даних, такими як UpToDate, Epocrates чи BMJ Best Practice, для швидкого отримання доказових рекомендацій.

Значна кількість досліджень присвячена застосуванню генеративного ІІІ в охороні здоров'я, зокрема, у хірургії [7], офтальмології [8] та інших спеціалізаціях. У дослідженні [7] встановлено, що генеративний ІІІ можна використовувати: (1) перед операцією для планування та підтримки прийняття рішень; (2) під час операції для документування даних; (3) після операції для допомоги з випискою пацієнта та подальшим спостереженням. У дослідженні [9] виявлено дев'ять моделей генеративного ІІІ, що використовується в охороні здоров'я. Встановлено, що ChatGPT є найпоширенішим, а також дещо у меншій мірі лікарі використовують Google Bard (Gemini) та Microsoft Bing AI. Крім цього, у дослідженні виявлено 24 різні застосування генеративного ІІІ у сфері охорони здоров'я, найпоширеніші з яких стосуються надання інформації, пов'язаної зі здоров'ям, діагностикою та прогнозуванням захворювань. У дослідженні [10] встановлено, що значна кількість наукових публікацій

зосереджена на аналізі ефективності використання технологій ШІ в охороні здоров'я. З метою формування політики ШІ, Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) у 2024 році був оприлюднений документ «Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: Guidance on Large Multi-Modal Models», який надає рекомендації щодо етичного використання та управління великими мультимодальними моделями (LMMs) у сфері охорони здоров'я [11]. Це керівництво може бути орієнтиром і для освітніх ініціатив. Аналіз вітчизняних публікацій підтверджує актуальність теми формування навичок використання ШІ в медичній освіті України [12, 13, 14].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. У Рамці цифрової компетентності (ЦК) працівника охорони здоров'я, яка була презентована у лютому 2024 р. МОЗ України, система знань і вмінь, що стосується використання ШІ, представлена в компоненті С4.К2. «Використання інтелектуальних систем підтримки прийняття клінічних рішень» [15]. Рамка ЦК працівника охорони здоров'я є важливим орієнтиром для впровадження освітніх ініціатив, спрямованих на підвищення рівня цифрової грамотності та практичного використання цифрових технологій в охороні здоров'я [16].

Доцільним є дослідження з обґрунтування методичних аспектів інтеграції тем використання ШІ у навчальний процес. Адже незважаючи на активний розвиток технологій ШІ у сфері охорони здоров'я, питання формування компетентності лікаря щодо їх використання залишається недостатньо дослідженим і структурованим. Наразі, освітні програми у закладах вищої медичної освіти України недостатньо враховують важливість практичних аспектів інтеграції ШІ як інструменту СППКР, що потребує приведення до відповідності потреб практичної медицини та наявних профільних компонент підготовки лікарів. У межах виконання авторами статті грантової програми з розвитку ЦК працівників охорони здоров'я та здобувачів медичної та фармацевтичної освіти за підтримки проєкту Агентства США з міжнародного розвитку (USAID) «Підтримка реформи охорони здоров'я», була оновлена

навчальна програма з дисципліни «Медична інформатика», до якої включено теми використання генеративного ШІ в клінічній практиці лікаря [13]. Потребує додаткового дослідження питання розробки методичних підходів до навчання лікарів оптимальному формулюванню промт-запитів з урахуванням контексту клінічних ситуацій і специфіки медичних даних, що є необхідною умовою для повноцінного використання можливостей генеративного ШІ у практиці підтримки прийняття клінічних рішень, яке ми пропонуємо розглянути у цій статті.

Мета дослідження: обґрунтувати необхідність формування компетентності лікаря у використанні елементів ШІ як інструменту підтримки прийняття клінічних рішень, визначити ключові складові цієї компетентності та розробити методичні підходи до інтеграції відповідних тем у навчальний процес закладів освіти з урахуванням сучасних рамкових документів, таких як Рамка цифрової компетентності працівника охорони здоров'я України та рекомендації міжнародних організацій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування компетентності майбутніх лікарів у використанні промт-запитів у моделях ШІ сприятиме покращення якості клінічних рішень. Це обґрунтовується тим, що ШІ може аналізувати великі обсяги медичної інформації, включаючи бази даних, наукові статті та клінічні протоколи, що допомагає лікарю швидко отримати актуальну інформацію. Компетентне використання промт-запитів дозволяє оптимізувати пошук потрібної інформації та уникати помилок у діагностиці чи виборі лікування. ШІ здатен виявляти закономірності в даних, які можуть бути непомітними для людини, а знання, як правильно формулювати промт-запити, забезпечує максимальну ефективність використання ШІ як інструменту підтримки прийняття клінічних рішень.

Промт (prompt) – це початкове повідомлення або інструкція, яку користувач надає моделі ШІ, щоб отримати бажаний результат. Промт є



ключовим елементом у взаємодії із ШІ, після чого він шукає, інформацію про яку модель буде використано для генерації відповіді.

Рекомендації для написання промтів:

1. *Чіткість та конкретність* – потрібно уникати двозначностей та нечітких формулювань, оскільки на чітке запитання буде отримана більш точніша відповідь.
2. *Деталізований контекст* – якщо запитання стосується певної теми або області знань, потрібно надати необхідний контекст, оскільки це допоможе краще зрозуміти запитання та дати більш релевантну відповідь.
3. *Підбір ключових слів* – ключові слова використовуються для основної теми запиту та знаходження відповідної інформації.
4. *Визначення бажаного формату відповіді* – якщо користувачу потрібна відповідь у певному форматі (наприклад, список, таблиця, есе), потрібно вказати це в промті.
5. *Безпека пацієнта* – ШІ не можна замінити консультацію з лікарем.
6. *Конфіденційність* – не потрібно розголошувати особисту медичну інформацію пацієнта в промтах.
7. *Перевірка інформації* – потрібно завжди перевіряти інформацію, отриману від ШІ у надійних джерелах, таких як офіційні медичні веб-сайти або публікації.

Використання демонстраційних завдань для формування компетентності майбутніх лікарів у роботі з промт-запитами в моделях ШІ має велике значення і методично обґрунтоване низкою чинників. Демонстраційні завдання дозволяють студентам відчувати реальний процес роботи з моделями ШІ, сприяючи кращому розумінню їхніх можливостей і обмежень. Практичний досвід допомагає інтегрувати теоретичні знання з реальними сценаріями клінічної практики. Демонстраційні завдання допомагають навчити формулювати промт-запити, враховуючи контекст і специфіку клінічної ситуації. Завдяки таким завданням можна змодельовати складні клінічні кейси,

які потребують прийняття рішень на основі великого обсягу даних. Це сприяє розвитку навичок роботи з ІІІ як додатковим інструментом для підтримки діагностики та лікування. Демонстраційні завдання формують уявлення про можливості ефективного впровадження ІІІ в щоденну практичну діяльність в сфері охорони здоров'я.

Наведемо приклад демонстраційного завдання щодо формування навичок роботи з генеративними мовними моделями ChatGPT та Gemini в контексті виконання професійних завдань лікаря.

Опис ситуації. Пацієнт, 50 років, звернувся до клініки для профілактичного огляду. Під час огляду було виявлено: зайва вага (Індекс маси тіла – ІМТ = 29); підвищений рівень холестерину; малорухливий спосіб життя; високий рівень стресу через роботу; у сімейному анамнезі пацієнта є випадки серцево-судинних захворювань (ССЗ) [17].

Завдання. Створіть відповідний промт для ChatGPT або Gemini, який дозволить розробити рекомендації для профілактики ССЗ з урахуванням віку та стану пацієнта. Крім того, створіть детальний план заходів на 14 днів.

При розробці рекомендацій потрібно врахувати наступні вимоги:

- використовуйте дані про ІМТ, рівень холестерину, спосіб життя та сімейний анамнез для оцінки ризику серцево-судинних захворювань;
- зверніть увагу на фактори ризику, такі як зайва вага, малорухливий спосіб життя та високий рівень стресу;
- врахуйте необхідність змін у харчуванні, фізичній активності та управлінні стресом;
- надайте конкретні поради щодо здорового харчування, включаючи зменшення споживання насичених жирів і холестерину;
- розробіть детальний план щоденних заходів для пацієнта, який включає фізичну активність, харчування та техніки управління стресом;
- зробіть акцент на поступовому збільшенні фізичної активності, наприклад, включаючи щоденні прогулянки, легкі вправи та розтяжки.



Опис виконання роботи

Крок 1. Перейдіть до генеративної мовної моделі ChatGPT (<https://chatgpt.com/>) та встановіть налаштування.

Для встановлення налаштувань потрібно перейти до команди *Налаштування*, яка знаходиться у правому куті вікна. Доступними є такі категорії налаштування: загальні, персоналізація, мовлення, керування даними, профіль конструктора, підключені програми і безпека. Доцільно серед налаштувань обрати мову інтерфейсу – українська.

Крок 2. Сформулюйте промт та виконайте його в ChatGPT.

Текст для промту 1 може бути наступним: «Уяви, що ти коуч зі здоров'я. Опиши ґрунтовні рекомендації для пацієнта з профілактики серцево-судинних захворювань. Врахуй, що пацієнту 50 років, він має зайву вагу, підвищений рівень холестерину, веде малорухливий спосіб життя та має високий рівень стресу через роботу. У сімейному анамнезі у пацієнта є випадки серцево-судинних захворювань. У рекомендаціях запропонуй план корисних заходів щодо профілактики серцево-судинних захворювань на 14 днів».

Для більш деталізованої відповіді можна сформулювати більш деталізований промт 2, наприклад:

«Уяви, що ти коуч зі здоров'я. До тебе звернувся пацієнт чоловічої статі, 50 років, зі скаргою на загальну втоми. Під час профілактичного огляду лікаря виявлено наступне: індекс маси тіла (ІМТ): 29 (зайва вага); рівень холестерину: підвищений; спосіб життя: малорухливий, сидяча робота; стрес: високий рівень стресу, пов'язаний з роботою; сімейний анамнез: випадки серцево-судинних захворювань (ССЗ) у батьків.

Завдання: 1. Розроби персоналізовані рекомендації для профілактики ССЗ, враховуючи вік, стан здоров'я та спосіб життя пацієнта. 2. Створи детальний план дій на 14 днів, спрямований на покращення здоров'я серця та судин. Вимоги до рекомендацій:



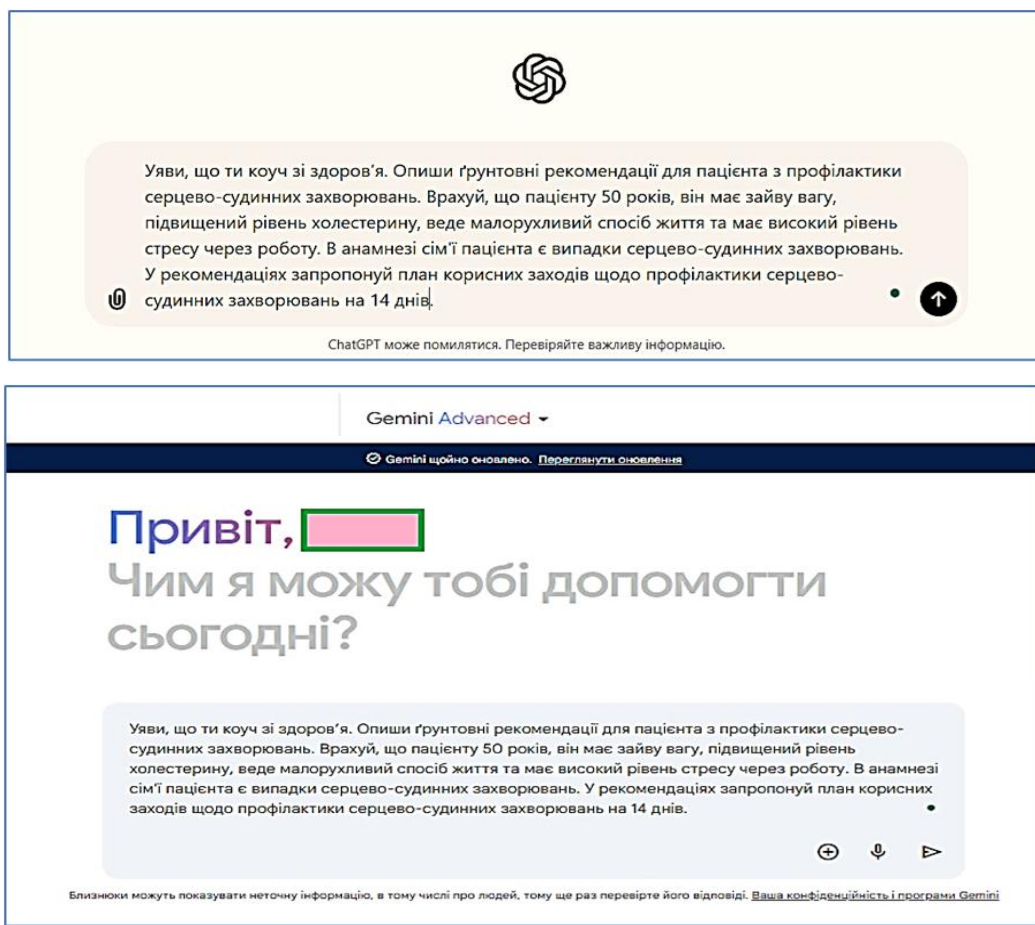
1. *Оцінка ризику*: використовуй надані дані (ІМТ, підвищений холестерин, спосіб життя, сімейний анамнез) для оцінки ризику розвитку ССЗ у пацієнта.
2. *Фактори ризику*: зверни особливу увагу на зайву вагу, малорухливий спосіб життя та високий рівень стресу як ключові фактори, що потребують корекції.
3. *Зміни способу життя*: надай конкретні рекомендації щодо змін у харчуванні, фізичній активності та управлінні стресом.
4. *Харчування*: вкажи, які продукти слід обмежити та які варто включити до раціону.
5. *Фізична активність*: розроби детальний план фізичних вправ на 14 днів, починаючи з помірного навантаження та зростаючи його збільшуючи. Включіть аеробні вправи, силові тренування та розтяжку.
6. *Управління стресом*: запропонуй ефективні методики релаксації, такі як йога, медитація, дихальні вправи або прогулянки на свіжому повітрі.
7. *Поступовість*: підкресли важливість збільшення фізичної активності та змін у харчуванні для зменшення перевантаження та забезпечення тривалої працездатності до здорового способу життя.

Додатково: нагадай про важливість регулярних консультацій з лікарем для моніторингу стану здоров'я та оцінки ефективності профілактичних заходів».

Крок 3. Виконаємо аналогічні дії для генеративної мовної моделі Gemini (<https://gemini.google.com/>). Проаналізуйте результати відповідей ChatGPT, Gemini.

Рисунок 1

Відображення промт-запитів в ChatGPT та Gemini



Таблиця 1

Фрагмент результатів використання промт-запитів 1 в моделях III ChatGPT та Gemini [17].

Відповідь на промт 1 в ChatGPT	Відповідь на промт 1 в Gemini
Серцево-судинні захворювання (ССЗ) залишаються однією з провідних причин смертності у світі. Особливо важливим є вчасне запобігання ССЗ у осіб, що мають підвищений ризик через наявні фактори, такі як зайва вага, підвищений рівень холестерину, малорухливий спосіб життя та високий рівень стресу. Ці рекомендації спрямовані на зменшення ризику розвитку	Звичайно, давайте розробимо план дій для покращення вашого здоров'я та зниження ризику серцево-судинних захворювань. Розуміння вашої ситуації: Вам 50 років, і ви маєте кілька факторів ризику серцево-судинних захворювань: зайву вагу, підвищений холестерин, малорухливий спосіб життя, високий рівень стресу та сімейний анамнез. Це

ССЗ у пацієнта віком 50 років з описаними факторами ризику. 1. Раціональне харчування: Зменшення споживання насичених жирів, трансжирів та холестерину. Вживання більшої кількості овочів, фруктів, цільних зерен, риби та нежирного м'яса. 2. Фізична активність: Поступове введення регулярної фізичної активності, що відповідає рівню підготовки пацієнта. 3. Стрес-менеджмент: Навчання технік управління стресом, таких як медитація, йога, дихальні вправи. 4. Контроль ваги: Підтримка здорової ваги за допомогою збалансованої дієти та фізичної активності. 5. Моніторинг здоров'я: Регулярні обстеження у лікаря для контролю рівня холестерину, артеріального тиску та інших важливих показників здоров'я. План дій на 14 днів [17].	означає, що важливо вжити активних заходів для захисту вашого серця. План дій на 14 днів [17]. 1. Харчування. 2. Фізична активність. 3. Управління стресом. 4. Контроль ваги. 5. Медичний контроль, регулярно відвідуйте лікаря. Важливо пам'ятати: • Поступовість: Не намагайтеся змінити все відразу. Вносьте зміни, щоб вони стали частиною вашого життя. • Підтримка: Розповідайте про свої цілі рідним та друзям. Їхня підтримка допоможе вам досягти успіху. • Позитивний настрій: Вірте в себе та свої сили. Пам'ятайте, що ви можете покращити своє здоров'я та пошкодити ризик серцево-судинних захворювань.
---	--

Таблиця 2

Результати використання промт-запитів 2 в моделях III ChatGPT та Gemini

Відповідь на промт 2 в ChatGPT	Відповідь на промт 2 в Gemini
Згідно з наданими даними, пацієнт має декілька ключових факторів ризику розвитку серцево-судинних захворювань (ССЗ): 1. Індекс маси тіла (ІМТ) 29: Зайва вага. 2. Підвищений рівень холестерину: Це один із основних факторів ризику для ССЗ.	Звичайно, дайте розробити персоналізований план дій для покращення здоров'я серця та судин. Оцінка ризику: Виходячи з наданої інформації, пацієнт має кілька факторів ризику розвитку серцево-судинних захворювань (ССЗ): • Вік: 50 років – вік, коли ризик ССЗ розвиватися.

3. Малорухливий спосіб життя: Недостатня фізична активність сприяє розвитку ожиріння та підвищеного холестерину. 4. Високий рівень стресу: Хронічний стрес може сприяти розвитку гіпертензії та інших серцево-судинних проблем. 5. Сімейний анамнез: Наявність випадків ССЗ у батьків підвищує ризик розвитку цих захворювань у пацієнта. Ці фактори вказують на високий ризик розвитку серцево-судинних захворювань, тому необхідно вжити заходів для їх профілактики. План дій на 14 днів [17].	• ІМТ 29: Зайва вага збільшується навантаження на серце. • Підвищений холестерин: Це один з основних факторів ризику ССЗ. • Малорухливий спосіб життя: Відсутність фізичної активності погіршує стан серцево-судинної системи. • Високий рівень стресу: Хронічний стрес може призвести до підвищення артеріального тиску та інших проблем зі здоров'ям. • Сімейний анамнез ССЗ: Генетична хворобливість і ризик розвитку захворювань. План дій на 14 днів [17].
---	--

Важливо брати до уваги, що лікарям необхідно адекватно критично оцінювати отримані результати з урахуванням клінічного контексту та можливих ризиків. Демонстраційні завдання мають включати аналіз точності та релевантності відповідей ІІІ, що сприяє формуванню критичного мислення майбутніх лікарів.

Висновок. Зростання ролі цифрових технологій у медицині робить ІІІ вагомим компонентом майбутньої медичної практики. Майбутнім лікарям важливо не лише використовувати ІІІ, а й адаптуватися до його розвитку. Формування компетентності у цій сфері забезпечує ефективне впровадження інноваційних технологій у медичну практику, підвищуючи якість допомоги пацієнтам та підтримуючи безперервний професійний розвиток лікарів.

Опановування основних методів коректного використання ІІІ є важливим напрямком підготовки майбутніх лікарів у контексті масштабної цифровізації охорони здоров'я. Проведене дослідження обґрунтовує доцільність ширшого використання демонстраційних завдань, які є ефективним інструментом у формуванні практичних навичок і компетентностей майбутніх лікарів,



забезпечуючи їх готовність до ефективного використання ІІІ в професійній діяльності.

Список використаних джерел

1. Alowais S.A., Alghamdi S.S., Alsuhebany N. et al. Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC Medical Education*, 2023 No 689. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z>.
2. Secinaro S., Calandra D., Secinaro A., Muthurangu V., Biancone P. The role of artificial intelligence in healthcare: a structured literature review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 2021. No 21. <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01488-9>.
3. Khosravi M., Zare Z., Mojtabaeian S., Izadi R. Artificial Intelligence and Decision-Making in Healthcare: A Thematic Analysis of a Systematic Review of Reviews. *Health Services Research and Managerial Epidemiology*, 2024. No 11. <https://doi.org/10.1177/23333928241234863>.
4. García-Vidal C., Sanjuán G., Puerta-Alcalde P., Moreno-García E., Soriano A. Artificial intelligence to support clinical decision-making processes. *EBioMedicine*, 2019. No 46. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2019.07.019>.
5. Hak F., Guimarães T., Santos M. Towards effective clinical decision support systems: A systematic review. *PLoS ONE*, 2022. No 17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272846>.
6. Sutton R., Pincock D., Baumgart D. et al. An overview of clinical decision support systems: benefits, risks, and strategies for success. *NPJ Digital Medicine*, 2020. No 3. <https://doi.org/10.1038/s41746-020-0221-y>.
7. Rodler S., Ganjavi C., De Backer P. et al. Generative artificial intelligence in surgery. *Surgery*, 2024. No 175(6). 1496–1502. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2024.02.019>.
8. Waisberg E., Ong J., Kamran S.A. et al. Generative artificial intelligence in ophthalmology. *Survey of Ophthalmology*, 2025. No 70(1). 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2024.04.009>.



9. Moulaei K., Yadegari A., Baharestani M. et al. Generative artificial intelligence in healthcare: A scoping review on benefits, challenges and applications. *International Journal of Medical Informatics*, 2024. No 188:105474. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2024.105474>
10. Garvey K., Craig K., Russell R. et al. Considering Clinician Competencies for the Implementation of Artificial Intelligence–Based Tools in Health Care: Findings From a Scoping Review. *JMIR Medical Informatics*, 2022. No 10. <https://doi.org/10.2196/37478>.
11. Ethics and governance of artificial intelligence for health: Guidance on large multi-modal models. *World Health Organization*, 2024. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240084759>.
12. Kryvenko I., Chalyy K. Phenomenological toolkit of the metaverse for medical informatics' adaptive learning. *Educación Médica*, 2023. No 24(5). <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2023.100854>.
13. Матеріали грантової програми проєкту USAID «Підтримка реформи охорони здоров'я» з розвитку цифрових компетентностей працівників охорони здоров'я та здобувачів медичної та фармацевтичної освіти, виконаної в рамках контракту No72012118C00001. *Національний медичний університет імені О.О. Богомольця*. Київ. URL: <https://nmuofficial.com/grantova-diynalist/realizatsiya-grantovogo-proektu-usaid-pidtrymka-reformy-ohorony-zdorov-ya>.
14. Любчик О.К., Кривенко І.П. Використання сервісів GOOGLE на заняттях з дисципліни «Медична інформатика» для студентів з поглибленим вивченням англійської мови. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*, 2024. No 80(3). 84–102. <https://doi.org/10.28925/2412-0774.2024.3.8>.
15. Рамка цифрової компетентності працівника охорони здоров'я України. *Міністерство охорони здоров'я України*, 2024. URL: [Рамка цифрової компетентності працівника охорони здоров'я України. Версія 1.0.pdf](#).



16. Кривенко І.П., Чалий К.О. Рамка цифрової компетентності працівника охорони здоров'я як орієнтир для вдосконалення освітніх програм з інформаційних технологій у процесі підготовки магістрів медицини. *Медико-технічна співпраця заради перемоги: актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики. Матеріали доповідей та виступів III всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю*. 5-6 квітня 2024 року. Вінниця: Едельвейс. 230 с. С. 230 – 233. URL: <https://dspace.vnmu.edu.ua/123456789/6560>.

17. Чалий К.О., Кривенко І.П. Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни «Медична і біологічна фізика. Медична інформатика» (Модуль 2 «Медична інформатика»), розроблені за грантовою програмою проєкту USAID «Підтримка реформи охорони здоров'я» з розвитку цифрових компетентностей працівників охорони здоров'я та здобувачів медичної та фармацевтичної освіти, виконаної в рамках контракту No72012118C00001. *Національний медичний університет імені О.О. Богомольця*. Київ. 2024. 269–310. URL: <https://drive.google.com/file/d/15gLoSCZYaetx2--6OQP9Mr1kIR1YhYJm/view>.