

УДК 378:[(004+51)+004.8]  
DOI: 10.31652/2412-1142-2024-72-14-26

**Клочко Оксана Віталіївна**

доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри математики та інформатики,  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна  
ORCID ID: 0000-0002-6505-9455  
klochkoob@gmail.com

## РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ ТА МАТЕМАТИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

**Анотація.** У статті досліджено проблеми розвитку критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики з використанням засобів штучного інтелекту. Проаналізовано досвід вітчизняних та зарубіжних науковців щодо використання штучного інтелекту в освіті з метою розвитку критичного мислення. Зокрема, досвід Сполучених Штатів Америки, Республіки Польща, Республіки Словенія.

Визначено необхідні компоненти критичного мислення: використання логічного мислення для аналізу проблем, прийняття рішень та вирішення проблем/розв'язання задач; отримання, інтерпретація та використання знань/фактів/даних в процесі вирішення проблем/розв'язання задач; демонстрування (прояв) креативності та нестандартності мислення. З метою дослідження особливостей застосування навичок критичного мислення майбутніми вчителями інформатики та математики при роботі з системами штучного інтелекту було проведено опитування. Сформовано «Опитувальник Клочко: Особливості застосування навичок критичного мислення майбутніми вчителями інформатики та математики при роботі з системами штучного інтелекту». З'ясовано можливості використання засобів штучного інтелекту в освіті, зокрема: аналіз освітніх даних, створення навчального контенту, професійний розвиток, адаптивне навчання та інші.

Результати дослідження показали, що 92,2% респондентів використовують чи планують використовувати засоби штучного інтелекту в навчальному процесі. Переважна більшість студентів, які навчаються на вчителів інформатики та математики, активно використовують штучний інтелект для вирішення різних завдань, застосовуючи критичне мислення та розвиваючи при цьому свої навички критично мислити. Розвиток навичок критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики є необхідною умовою їх успіхів у навчанні, особистісного та професійного розвитку, конкурентоспроможності, підготовки до майбутніх викликів, розв'язання нових завдань, навчання учнів критично мислити. Впровадження засобів штучного інтелекту для розвитку критичного мислення у майбутніх вчителів може мати певні ризики, такі, як надмірна довіра до штучного інтелекту та зниження ролі власного досвіду, інтуїції тощо. Важливо зазначити, що сфера використання технологій штучного інтелекту в освіті тільки починає розвиватися й потребує додаткових досліджень, проте, має великий потенціал для розвитку критичного мислення майбутніх вчителів.

**Ключові слова:** вища освіта, професійна освіта, середня освіта, вчитель інформатики, вчитель математики, критичне мислення, штучний інтелект.

### 1. ВСТУП

Постановка проблеми. В сучасному світі технології розвиваються неймовірно швидко, а інформація стає все більш доступною, тому для майбутніх фахівців будь-якої спеціальності необхідним є розвиток навичок критичного мислення. Навички критичного мислення дають можливість в умовах інформаційного вибуху мислити раціонально, аналізуючи та оцінюючи достовірність інформації, генерувати нові ідеї, приймати обґрунтовані рішення, уникаючи когнітивних викривлень, тощо. Швидкий темп розвитку інформаційних технологій є ще одним важливим фактором впливу на вдосконалення методик розвитку критичного мислення за допомогою використання сучасних інноваційних методів, не виключаючи важливих традиційних методів, таких як опрацювання літературних джерел, участь у дискусіях, вивчення міждисциплінарних предметів, тощо.

Для майбутніх вчителів математики та інформатики необхідність розвитку навичок критичного мислення обумовлена, перш за все, змінами в освітній парадигмі, оскільки сучасна освіта як відкрита система не може розвиватись в рамках загальноприйнятих традиційних підходів: викладач – джерело знань; студенти – пасивні отримувачі знань. У парадигмі критичного мислення акценти робляться на розвиток активного й самостійного навчання. Тому для успішного навчання однією з ключових необхідних компетентностей є критичне мислення.

Інформатика й математика є дисциплінами, які постійно розвиваються. Й особливо прискорені темпи їх розвитку ми спостерігаємо протягом попередніх років. Тому вчителі, які викладають ці предмети повинні бути готові до змін, вміти адаптовуватись до нових технологій, вміти шукати та знаходити нові рішення. Критичне мислення, в свою чергу, надає необхідний інструментарій для виконання цих завдань.

Розвиток критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики сприяє підвищенню якості освіти. Навчання у таких вчителів надає можливість учням краще розуміти предмети, навчатись самостійно мислити та вирішувати проблеми.

Вчителі, які володіють навичками критичного мислення, можуть навчати критично мислити своїх учнів, щоб допомогти їм долати виклики сучасності. В складному та неоднозначному сучасному світі люди стикаються з великими обсягами інформації, яку необхідно критично осмислювати, наприклад, щоб відрізнити фейки від правдивої інформації, щоб приймати обґрунтовані рішення.

Навички критичного мислення важливі не тільки для професійної діяльності, але й в особистому житті, вони є однією з ключових складових розвитку особистості. Навички критичного мислення конструюються не лише з набору когнітивних навичок, вони формують спосіб мислення, що допомагає людині адаптуватись до життєвих ситуацій, бути усвідомленою та відповідальною.

Наука та освіта покликані перетворювати життя суспільства та спрямовувати його розвиток. Вчителі формують майбутнє покоління, готують його до життя в умовах інформаційного перевантаження. Тому важливо, щоб вчителі інформатики та математики володіли навичками критичного мислення, щоб навчити учнів орієнтуватись в інформаційному просторі та приймати правильні рішення.

Володіння навичками критичного мислення на відповідному рівні надає більші конкурентні переваги для вчителів. Такі вчителі більш затребувані на ринку праці тому, що вони спроможні ефективно навчати та готувати своїх учнів до майбутніх життєвих викликів.

Отже, розвиток навичок критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики є необхідною умовою успіхів у навчанні, розвитку особистості та професійного розвитку, конкурентоспроможності, підготовки до майбутніх викликів.

Використання засобів штучного інтелекту (ШІ) у процесі розвитку критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики є важливим кроком у їх підготовці, оскільки завдяки прогресу у всіх галузях, штучний інтелект буде відігравати все більшу роль у нашому житті, отже, й в освіті. На Рисунку 1 представлено дизайн-концепти, згенеровані за допомогою програми графічного дизайну від корпорації Microsoft на основі штучного інтелекту за текстовим запитом «розвиток критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики з використанням засобів штучного інтелекту».

Аналіз основних досліджень і публікацій із зазначеної проблеми. Протягом попередніх років проблема використання засобів ШІ у підготовці майбутніх фахівців активно досліджується. Підтвердженням цього є збільшення кількості публікацій, наукових грантів та проєктів з цієї тематики.



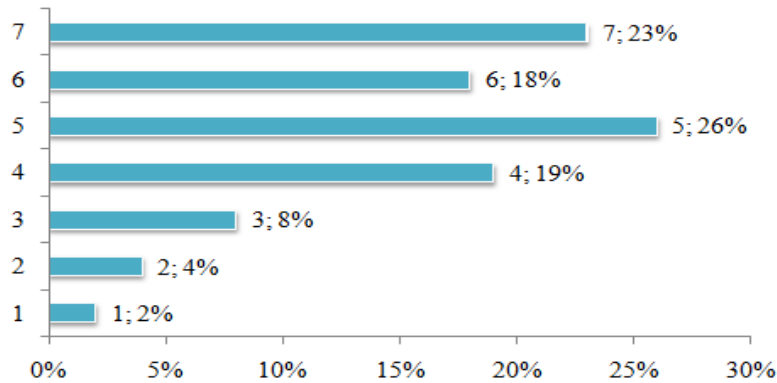
Натепер освітянами активно проводяться дослідження, які пов'язані з вивченням можливостей впровадження засобів штучного інтелекту в освітній процес. Так, у 2023 р. факультетом інженерного менеджменту Білостоцького технологічного університету (Республіка Польща) було проведено дослідження щодо вивчення майбутнього європейських університетів на шляху до сталого розвитку в рамках проекту «Виклики сталого розвитку – теорія та практика» на замовлення Польського національного агентства академічних обмінів [NAWA, 2023]. Відповідно до результатів I етапу даного дослідження, які стосувались значення технологій на основі штучного інтелекту для сталого розвитку закладів вищої освіти, отримано результати, представлені на Рисунку 3. Експерти з різних країн Європи оцінювали значення технологій на основі ШІ для сталого розвитку закладів вищої освіти за шкалою від 1 бала (дуже низька значимість) до 7 балів (дуже висока значимість). Як показано на Рисунку 3, 23% експертів вважають, що технології ШІ мають дуже високу значимість для майбутнього розвитку університетів. Трохи нижчою кількістю балів (5 балів за вказаною вище шкалою) оцінили цей критерій 26% експертів (це найбільша кількість експертів). В цілому, переважна більшість експертів вважають, що засоби ШІ можуть допомогти європейським університетам подолати виклики майбутнього та забезпечити сталий розвиток.

Спільно з колективом авторів проводились дослідження з практики використання ШІ в освіті [Клочко, Федорець, 2021; Клочко, Федорець, Спажев, Петрунько, 2023]. Зокрема, розглянуто можливості використання хмарної платформи ChatGPT-3.5 для вивчення Google Sheets, а також виклики, з якими пов'язане впровадження засобів ШІ в освіті [Клочко, Федорець, 2021]. Інший напрям досліджень стосувався можливостей використання методів машинного навчання, як методів ШІ, для аналізу освітньої аналітики в дослідженні екологічної свідомості студентів закладів вищої освіти [Клочко, Федорець, Спажев, Петрунько, 2023]. З цією метою для кластеризації даних були використані методи Expectation Maximization, K-Means та Farthest First [Клочко, Федорець, Спажев, Петрунько, 2023].

Авторами К. Г. Демартіні (С. G. Demartini), Л. Шиасія (L. Sciascia), А. Боссо (A. Bosso) та Ф. Манурі (F. Manuri) розглянуто питання практичного застосування штучного інтелекту з ціллю вдосконалення адаптивного навчання в шкільній освіті [Demartini, Sciascia, Bosso, Manuri, 2024]. Ними констатовано, що на відміну від закладів вищої освіти, які активно інтегрують інструменти навчальної аналітики в управління освітньою діяльністю, в середніх школах спостерігається скептичне ставлення до впливу таких інструментів на освітній процес та віддачі від їх використання [Demartini, Sciascia, Bosso, Manuri, 2024]. Тому для подолання цих проблем автори пропонують використовувати аналітику навчання для вирішення *критичних* питань: сприяння співпраці учнів; покращення навичок аргументації та письма; покращення комп'ютерного (обчислювального) *мислення*; проблеми виключення учнів зі школи [Demartini, Sciascia, Bosso, Manuri, 2024]. З цією метою на основі ШІ ними була розроблена інформаційна панель на для навчання учнів, підтримки вчителів й адміністрації [Demartini, Sciascia, Bosso, Manuri, 2024].

Актуальні питання впливу генеративного штучного інтелекту (GAI), зокрема генераторів тексту AI (ChatGPT), на навички критичного мислення студентів аспірантів в бізнес-школах Великобританії досліджували А. Есс'єн (A. Essien), О. Т. Букойе (O. T. Bukoye), К. О'Ді (X. O'Dea) та М. Креманціс (M. Kremantzis) [Essien, Bukoye, O'Dea, Kremantzis, 2024]. Результати дослідження науковців з використанням таксономії Блума показали, що найбільш значні покращення відбулися на нижчих рівнях таксономії Блума [Essien, Bukoye, O'Dea, Kremantzis, 2024]. Були виявлені проблеми, пов'язані з надійністю, точністю та потенційними етичними наслідками застосування ШІ у вищій освіті [Essien, Bukoye, O'Dea, Kremantzis, 2024]. Дослідження особливе тим, що автори розглянули різні аспекти складного зв'язку між технологіями ШІ та навичками критичного мислення, зокрема педагогічні, політичні та практичні [Essien, Bukoye, O'Dea, Kremantzis, 2024]. Автори підкреслюють важливість комплексного підходу до розвитку критичного мислення [Essien, Bukoye, O'Dea, Kremantzis, 2024].

Людиноорієнтований підхід, що ґрунтується на справедливому доступі до знань із забезпеченням конфіденційності та оснований на етиці, запропонував М. Айраж (M. Airaj) [Airaj, 2024]. Реалізація етичних технологічних освітніх рішень у системі, – ШІ для викладання, викладачі та студенти, – здійснювалась із використанням розробленої авторами багатоплатформної етичної освітньої системи ШІ [Airaj, 2024]. В даній інтелектуальній освітній системі поєднані актуальні технології ШІ, педагогічні стратегії та етичні принципи, що сприяють розвитку критичного мислення, навичок взаємодії, спілкування та експансії [Airaj, 2024].



**Рисунок 3.** Діаграма розподілу балів, наданих експертами в процесі оцінювання значення технологій на основі ШІ для сталого розвитку закладів вищої освіти.

*(Розроблено автором на основі результатів I етапу дослідження «Виклики сталого розвитку – теорія та практика» факультету інженерного менеджменту. Білостоцького технологічного університету (Республіка Польща), 2023 р. [NAWA, 2023].)*

Академічні лідери Середнього Заходу США Г. Бансал (G. Bansal), А. Мітчелл (A. Mitchell) та Д. Лі (D. Li) підготували звіт про вищу освіту в епоху штучного інтелекту [Bansal, Mitchell, Li, 2024]. В звіті були проаналізовані поточні та потенційні виклики й можливості закладів вищої освіти, яким сприяє швидке використання та розгортання ШІ [Bansal, Mitchell, Li, 2024]. За результатами дискусії з'ясовано, що керівництво університетів приділяє значну увагу людським якостям у динаміці взаємодії «Людина-ШІ», а саме адаптивним навичкам для вирішення неструктурованих проблем, сприянню співпраці, критичному мисленню, емпатії, емоційному інтелекту, зосередженості на етичних і соціальних аспектах [Bansal, Mitchell, Li, 2024].

Протягом попередніх років науковці активно досліджували можливості використання інструментарію генеративного штучного інтелекту (GAI), наприклад, ChatGPT для розвитку критичного мислення та дослідження інших освітніх проблем. Зокрема: Ю. Ф. Ту (Y. F. Tu) розглядав питання взаємодії з ChatGPT студентів з різним рівнем розвитку критичного мислення [Tu, 2024]; Т. Лі (T. Li), Ю. Джі (Y. Ji) та З. Жан (Z. Zhan) провели «квазіекспериментальне» дослідження впливу підходів до спільного навчання «Людина-Людина» та «Людина-Машина» на ефективність педагогічної підготовки студентів-викладачів SETM, зокрема, на розвиток їх критичного мислення [Li, Ji, Zhan, 2024]; К. В. Хуанг (C. W. Huang), М. Колеман (M. Coleman), Д. Гачаго (D. Gachago) та Д.-П. Ван Белл (J. P. Van Belle) вивчали питання розвитку критичного мислення студентів під час роботи з ChatGPT та оцінювання якості його результатів [Huang, Coleman, Gachago, Van Belle, 2023]; та ін.

Науковці з Республіки Польща та Республіки Словенія С. Авсець (S. Avsec), М. Ягело-Ковальчик (M. Jagiełło-Kowalczyk) та А. Жабіцька (A. Żabicka) дослідили вплив трансформаційного навчання з використанням освітніх технологій на основі штучного інтелекту на розвиток критичного мислення [Avsec, Jagiełło-Kowalczyk, Żabicka, 2022]. Ними з'ясовано, при використанні таких інструментальних технологій проблемним може бути їх вплив на розвиток соціальних компетентностей та емоційного інтелекту, що є важливою складовою освіти для сталого розвитку [Avsec, Jagiełło-Kowalczyk, Żabicka, 2022].

Окреслення невирішених питань, порушених у статті. Враховуючи вагомий внесок науковців у дослідження розвитку критичного мислення людини з використанням засобів ШІ, а також, враховуючи прискорений розвиток технологій ШІ, зазначаємо, що проблема розвитку критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики з використанням засобів ШІ потребує подальшого вивчення. Зокрема, вивчення особливості застосування навичок критичного мислення майбутніми учителями інформатики та математики при роботі з системами ШІ.

Мета та завдання дослідження. Метою статті є дослідження проблеми розвитку критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики з використанням засобів штучного інтелекту. Відповідно до мети визначено такі завдання дослідження: проаналізувати досвід вітчизняних та зарубіжних дослідників щодо використання штучного інтелекту в освіті для розвитку критичного мислення; з'ясувати можливості використання ШІ для розвитку критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики; дослідити особливості застосування навичок критичного мислення майбутніми учителями інформатики та математики при роботі з системами ШІ; визначити типові проблеми на шляху розвитку критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики з використанням засобів штучного інтелекту та напрями їх розв'язання.

## 2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Штучний інтелект неупинно інтегрується в наше життя, трансформуючи різні сфери діяльності людини, в тому числі й сферу освіти. В контексті цих змін критичне мислення стає все більш затребуваною навичкою, яка є ключем до успіху в сучасному світі.

Традиційні методи розвитку критичного мислення не втрачають своєї актуальності. Вони потребують оновлення та адаптації до нових умов, проте, не завжди цей процес може бути ефективним в умовах постійно змінного світу інформаційних технологій, в якому ШІ динамічно просувається вперед.

ШІ поступово перетворюється з інструменту на необхідну частиною нашого життя. Швидкий розвиток технологій ШІ зумовлює необхідність розвитку критичного мислення, воно є необхідною умовою для створення та розвитку технологій штучного інтелекту. Цей зв'язок є взаємодоповнювальним, оскільки на сьогоднішній день існує багато інструментів на основі ШІ, які можуть допомогти розвинути критичне мислення, наприклад, освітні платформи, дидактичні цифрові ігри, інструментарій GAI й ін. За допомогою засобів ШІ, можна розвивати навички аналізу даних, навички ефективно вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення, навички самоконтролю та самоорганізації, навички проведення експериментів й досліджень та ін.

На сьогоднішній день в сфері освіти засоби ШІ стають все більш популярними й використовуються для вирішення багатьох завдань:

- Адаптивне навчання (Carnegie Learning, Pearson, McGraw-Hill, Tutor AI й ін.).
- Створення навчального контенту (Gemini, Jasper, ChatGPT, Bard й ін.).
- Онлайн-класи (Nearpod, Kahoot!, Brainly, Socratic й ін.).
- Аналіз даних освітнього процесу (iLearn, DreamBox Learning, Qlik Sense й ін.).
- Професійний розвиток вчителів та викладачів (TeachFX, GoReact, iLearn й ін.).
- та інші.

В наш час більше педагогів застосовують засоби ШІ у своїй роботі. Важливо зрозуміти, як використання засобів ШІ впливає на розвиток критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики.

З цією метою було проведено дослідження, в якому брали участь 72 майбутні вчителі математики та інформатики з чотирьох закладів освіти: Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Бердянського державного педагогічного університету та Комунального закладу вищої освіти «Вінницького гуманітарно-педагогічного коледжу».

В дослідженні були розглянуті три необхідні компоненти критичного мислення (Рисунок 4): 1) використання логічного мислення для аналізу проблем, прийняття рішень та вирішення проблем/розв'язання задач; 2) отримання, інтерпретація та використання знань/фактів/даних в процесі вирішення проблем/розв'язання задач; 3) демонстрування (прояв) креативності та нестандартності мислення.

В дослідженні особливостей застосування навичок критичного мислення майбутніми вчителями інформатики та математики при роботі з системами штучного інтелекту проводилось опитування. Нижче представлено питання «Опитувальника Ключко: Особливості застосування навичок критичного мислення майбутніми вчителями інформатики та математики при роботі з системами штучного інтелекту», на які відповідали майбутні вчителі.

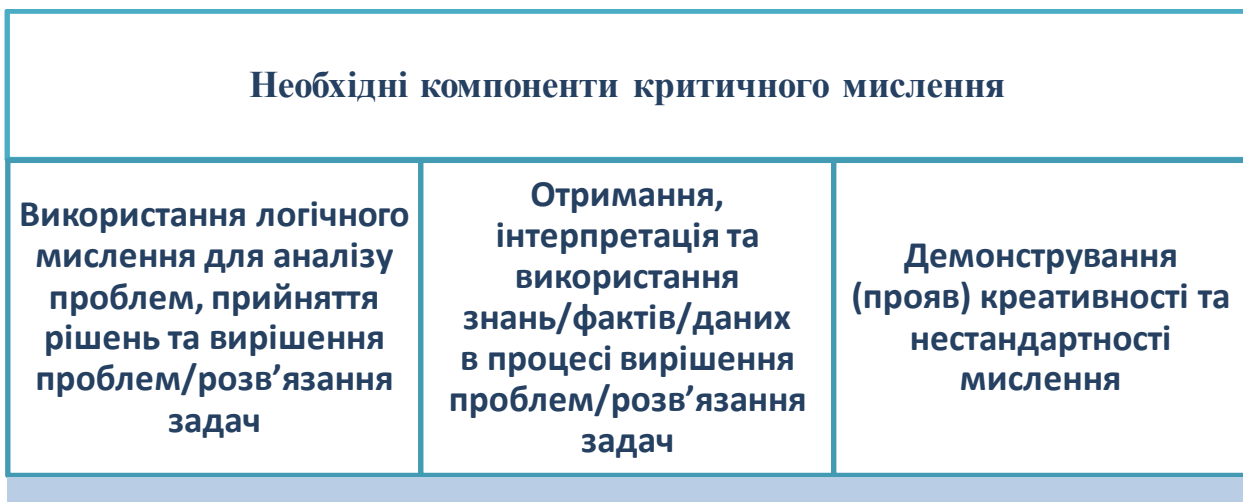
1. Чи використовуєте (плануєте використовувати) засоби ШІ в навчальному процесі? (Варіанти відповідей: Так/Ні)

2. З якою метою Ви використовуєте (плануєте використовувати) засоби ШІ? (Варіанти відповідей (передбачений можливий вибір декількох компонент): а) навчання учнів; б) формування освітньої аналітики; в) професійний розвиток)

3. Коли Ви стикаєтесь із проблемою (розв'язуєте задачу), чи використовуєте ШІ для її дослідження, щоб визначити першопричину виникнення проблеми (з'ясування причинно-наслідкових зв'язків задачі)? (Варіанти відповідей: Так/Ні)

4. Коли Ви розв'язуєте задачу (стикаєтесь із проблемою), чи використовуєте ШІ, для генерування декількох ідей її розв'язування? (Варіанти відповідей: Так/Ні)

5. Чи використовуєте Ви для розв'язування задач засобами ШІ, попередньо підготовлені, релевантні та надійні дані? (Варіанти відповідей: Так/Ні)



**Рисунок 4.** Необхідні компоненти критичного мислення.  
(Розроблено автором.)

«Опитувальник Ключко: Особливості застосування навичок критичного мислення майбутніми вчителями інформатики та математики при роботі з системами штучного інтелекту»

6. Коли Ви приймаєте рішення на основі отриманих за допомогою ШІ розв'язків задачі (проблеми), чи перевіряєте їх на адекватність? (Варіанти відповідей: Так/Ні)

7. Коли Ви приймаєте рішення на основі отриманих за допомогою ШІ розв'язків задачі (проблеми), чи розглядаєте потенційні наслідки? (Варіанти відповідей: Так/Ні)

8. В процесі проведення досліджень з використанням засобів ІІІ ви отримали дані, що спростовують очікувані результати або є новими. Чи готові Ви до змін очікуваних результатів, генерації нових рішень? (Варіанти відповідей: Так/Ні)

9. Якщо Вас щось зацікавило, чи ставити Ви запитання до систем генеративного ІІІ? Чи шукаєте відповіді на ці запитання за допомогою ІІІ? (Варіанти відповідей: Так/Ні)

10. Чи перевіряєте Ви джерела даних та способи їх збору при розв'язуванні задачі з використанням ІІІ? (Варіанти відповідей: Так/Ні)

11. При розв'язуванні задачі (проблеми) з використанням ІІІ, чи використовуєте Ви різні параметри (підходи, точки зору, фактори впливу на результат тощо)? (Варіанти відповідей: Так/Ні)

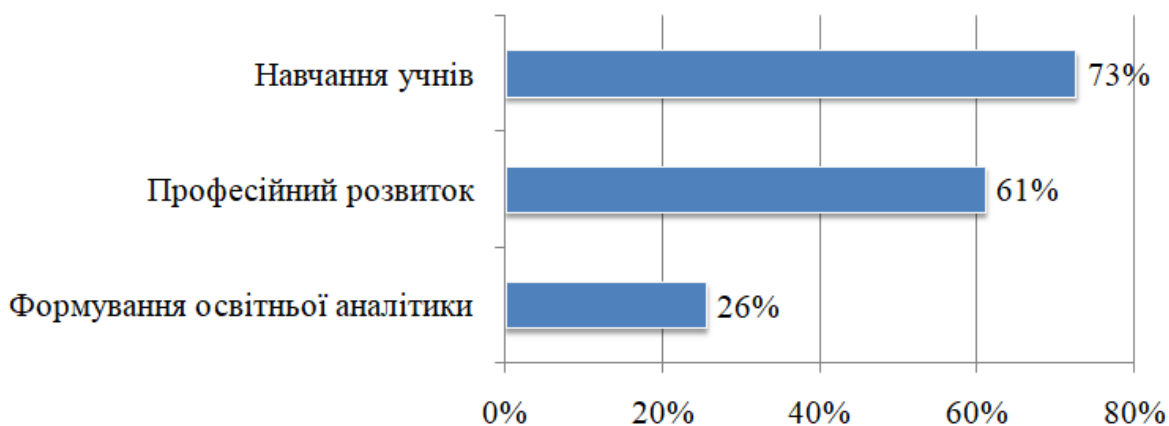
12. При розв'язуванні задачі (проблеми) з використанням ІІІ, чи розглядаєте Ви альтернативні пояснення та/або рішення? (Варіанти відповідей: Так/Ні)

13. При розв'язуванні задачі (проблеми) з використанням ІІІ, чи перевіряєте свої припущення та шукаєте інші варіанти, перш ніж обрати план дій? (Варіанти відповідей: Так/Ні)

Перші чотири питання опитувальника у більшій мірі характеризують аналіз проблем, прийняття рішень та вирішення задач за допомогою логічного мислення з використанням засобів ІІІ. Питання опитувальника під номерами 5-10 переважно визначають особливості отримання та трансформації знань/фактів/даних в інструменти для розв'язання задач із задіянням ІІІ. 11-13 питання опитувальника в основному описують виявлення (демонстрування) творчого підходу та неординарності мислення із застосуванням ІІІ.

Проаналізуємо відповіді, надані респондентами на питання опитувальника.

Відповідно до отриманих результатів майбутні вчителі інформатики та математики переважно використовують або планують використовувати засоби ІІІ для навчання учнів (73%) та для професійного розвитку (61%) (Рисунок 5). Для формування освітньої аналітики (26%) респонденти застосовують ІІІ у меншій мірі (Рисунок 5). В даному напрямку важливо знайти баланс між використанням засобів ІІІ та людським фактором для забезпечення найкращих можливостей для розвитку критичного мислення майбутніх вчителів. З одного боку, якщо респонденти покладаються на ІІІ без навичок самостійного аналізу, це може призвести до зниження рівня здатності критично мислити та аналізувати дані. З іншого боку, інтегрування ІІІ у процес формування освітньої аналітики може надати можливість використовувати різні підходи до аналізу даних, розвивати критичне мислення на основі досліджень й аналізу отриманих результатів частіше та різноманітніше, використовуючи з цією метою широкий спектр даних.



**Рисунок 5.** Діаграма розподілу відповідей респондентів на питання «Опитувальника Ключко» «З якою метою Ви використовуєте (плануєте використовувати) засоби ІІІ?».

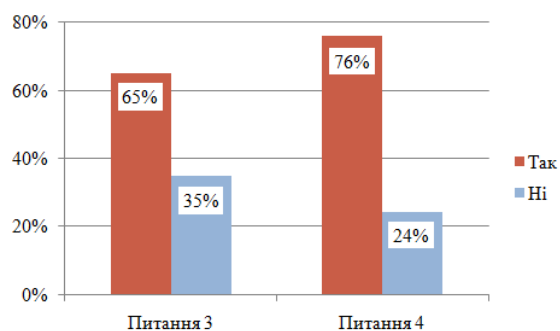
(Розроблено автором на основі результатів дослідження.)



Більшість майбутніх вчителів інформатики та математики (92,2%) використовує чи планує використовувати засоби ІІІ в навчальному процесі. Проте, 7,8% респондентів відповіли, що не використовують ІІІ в навчальному процесі і не планують це робити. Стосовно такої думки респондентів, можна зауважити, що відмова від використання ІІІ в освіті – це ризик втратити зв'язок з часом, відстати від сучасних освітніх тенденцій. Це інноваційні технології, які вже зараз дають можливість створити умови для розвитку ключових компетентностей учнів (зокрема, навичок критичного мислення), мати доступ до якісного контенту на основі ІІІ, створити умови для командної роботи учнів тощо. Звісно, ІІІ не може повністю замінити людину у судженнях, емпатії. Але при правильному використанні, ІІІ може бути потужним інструментом для розвитку етичної поведінки учнів (інтерактивні середовища, сторітеллінг, персоналізовані поради, зворотній зв'язок), якщо його використовувати правильно. Вміння вчителя ефективно застосовувати ІІІ у навчанні також сприяє розвитку його критичного мислення. Виважено використовуючи ІІІ, майбутнє покоління вчителів може стати рушіями прогресу в динамічному світі, дати учням кращу освіту, підготувати їх до успішної життєдіяльності.

Переважає більшість респондентів надала позитивні відповіді на питання 3-4 опитувальника, відповідно 65% та 76% (Рисунок 6). Дійсно, не всі задачі та проблеми можна розв'язувати за допомогою ІІІ. Але отримані результати свідчать про те, що майбутні вчителі використовують інноваційні технології на основі ІІІ в процесі розв'язання задач та вирішення проблем, застосовуючи для цього логіку, шукаючи оптимальне рішення, долаючи труднощі та перешкоди на цьому шляху.

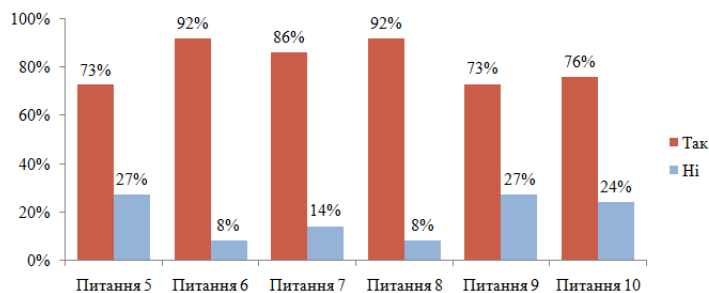
Результати опитування, подані на Рисунку 7, демонструють те, що майбутні вчителі інформатики та математики активно використовують ІІІ з метою отримання знань, інтерпретації даних, зокрема, генеративний ІІІ, використовуючи їх для вирішення проблем, вивчаючи потенційні наслідки прийняття рішень, генеруючи нові ефективні рішення. Більшість респондентів (92%) є відкритою до змін (Питання 8, Рисунок 7). Також більшість майбутніх вчителів інформатики та математики перевіряє джерела даних, способи їх збору (76%, Питання 10), використовує попередньо підготовлені, релевантні та надійні дані (73%, Питання 5), перевіряє отримані розв'язки на адекватність (92%, Питання 6). Отже, особливостями застосування майбутніми вчителями необхідної компоненти критичного мислення, що полягає в отриманні, розумінні та застосуванні знань, фактів, даних для вирішення проблем й завдань, є використання ними ІІІ для критичної оцінки інформації в процесі вирішення проблем, прийняття обґрунтованих та ефективних рішень, розуміючи їх наслідки, тощо.



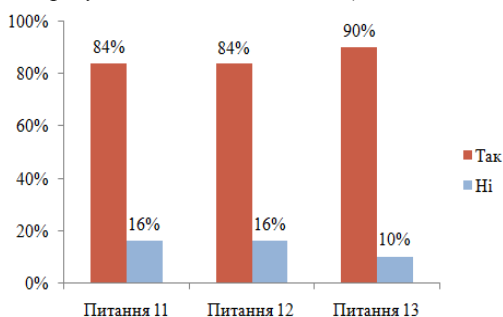
**Рисунок 6.** Діаграма розподілу відповідей респондентів на третє та четверте питання «Опитувальника Ключко».

*(Розроблено автором на основі результатів дослідження.)*

ІІІ відіграє важливу роль в процесі розвитку критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики, про що свідчать переважаючі позитивні відповіді респондентів на питання 11-13 (Рисунок 8). Використовуючи в життєдіяльності ІІІ, майбутні вчителі розвивають вміння виходити за існуючі рамки патернів, проявляти неординарне мислення, творчість, креативність тощо. Для переважної більшості респондентів (90%, Питання 13) ІІІ є корисним у перевірці своїх гіпотез, дослідженні альтернативних шляхів (84%, Питання 12), перш ніж остаточно визначитися з планом дій під час вирішення задачі (проблеми).



**Рисунок 7.** Діаграма розподілу відповідей респондентів на питання 5-10 «Опитувальника Ключко». (Розроблено автором на основі результатів дослідження.)



**Рисунок 8.** Діаграма розподілу відповідей респондентів на питання 11-13 «Опитувальника Ключко». (Розроблено автором на основі результатів дослідження.)

Для майбутніх вчителів інформатики та математики важливим є усвідомлення на основі критичного підходу того, що невідповідальне використання ШІ може мати негативні наслідки. Наприклад, можуть з'явитись ризики того, що майбутні вчителі можуть менше покладатись на власний досвід, інтуїцію, більше довіряючи технологіям ШІ. Можуть виникнути проблеми неефективного використання засобів ШІ в освітньому процесі, наприклад, формалізація процесу навчання, зменшення його емоційної складової, відхід від індивідуального підходу й ін. Це може зробити процес освіти менш ефективними для окремих учнів. При використанні ШІ можуть бути допущені помилки, що порушують етичні питання (наприклад, конфіденційності інформації, упередженості алгоритмів ШІ, зловживання ШІ, вплив на робочі місця тощо). Ще однією проблемою можуть бути маніпулювання з боку комерційних підприємств як вчителями, так і учнями (наприклад: пропозиції контенту, який підкріплює певні ідеї або точки зору; збір даних для відстеження поведінки; нав'язлива чи відволікаюча реклама, поширення пропаганди окремих ідей, дезінформації, фейкових новин; тощо).

Проте, саме розвиток критичного мислення покликаний допомогти майбутнім вчителям математики та інформатики усвідомити ризики, пов'язані із застосуванням засобів ШІ в освіті та знаходити прозорі, відповідальні та етичні рішення.

Ще одним важливим аспектом цієї проблеми є надання можливостей майбутнім вчителям вивчати сферу використання ШІ в різних напрямках, пропонуючи відповідні навчальні програми, курси, тренінги й ін.

### 3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Відповідно до мети та завдань дослідження особливостей застосування навичок критичного мислення майбутніми учителями інформатики та математики при роботі з системами ШІ зроблено такі висновки:

Аналіз досвіду науковців з України, Польщі та інших країн щодо використання ШІ в освітньому процесі для розвитку критичного мислення показав, що вони пропонують різноманітні напрямки застосування ШІ з цією метою, наприклад, адаптивні навчальні платформи, інтерактивні середовища, імерсивні середовища, інклюзивні середовища, чат-боти тощо. Дослідники використовують з освітньою метою ШІ для підвищення мотивації, залучення до діяльності, розвитку критичного мислення, творчості, креативності та ін.

На даний момент існує багато можливостей в сфері освіти для розвитку критичного мислення майбутніх вчителів. Вони застосовуються для вирішення широкого спектра задач, зокрема, розробка навчальних матеріалів, персоналізоване навчання, інтелектуальний аналіз даних, віртуальні класи, тощо. Важливо підкреслити, що використання ІІІ в освіті знаходиться на перших сходинках розвитку, й потрібні додаткові дослідження для вивчення потенціальних напрямків ефективного його використання, зокрема, для розвитку критичного мислення.

В даній роботі були визначені три необхідні компоненти критичного мислення: використання логічного мислення для аналізу проблем, прийняття рішень та вирішення проблем/розв'язання задач; отримання, інтерпретація та використання знань/фактів/даних в процесі вирішення проблем/розв'язання задач; демонстрування (прояв) креативності та нестандартності мислення. Вони були проаналізовані з точки зору їх прояву в респондентів під час використання ІІІ. За підсумками дослідження, з'ясовано що переважна більшість респондентів надала позитивні відповіді на питання «Опитувальника Ключко», що свідчить про прояв цих компонентів критичного мислення в діяльності учасників опитування.

У результаті проведеного дослідження, з'ясовано, що 92,2% респондентів використовують чи планують використовувати засоби ІІІ в навчальному процесі. Переважна більшість опитаних майбутніх вчителів інформатики та математики активно використовують ІІІ для різних потреб, застосовуючи при цьому критичне мислення, й тим самим розвиваючи свої навички критично мислити. Це також допоможе їм вирішувати неординарні завдання, розвивати предметне мислення, діяти цілеспрямовано, обґрунтовано, усвідомлено, самостійно, застосовуючи самоконтроль та самоорганізацію, практикувати рефлексію.

ІІІ може допомогти їм краще визначати потреби своїх учнів, приймати обґрунтовані рішення в освітньому процесі, формувати та розвивати компетентності, інформаційну грамотність, інформаційну культуру, слідкувати за сучасними освітніми трендами та інноваціями, впроваджувати нові сучасні навчальні методики, розвивати систему освіти й підвищувати її якість, бути відповідними викликам сучасного світу та готувати до них учнів, розробляти сучасні освітні середовища, інклюзивні середовища, забезпечуючи доступ до якісної освіти для усіх тощо. Ще однією перевагою використання ІІІ є можливість вивільнити час, який можна використати для співпраці з учнями, для творчої роботи тощо.

В процесі даної роботи нами були визначені типові проблеми застосування ІІІ, які можуть виникнути під час вдосконалення мисленнєвих процесів майбутніх вчителів інформатики та математики на основі критичного мислення, зокрема, ризики більше довіряти ІІІ та менше покладатись на власний досвід, інтуїцію, проблеми неефективного використання технологій ІІІ в освітньому процесі, порушення етичних питань, маніпулювання вчителями та учнями з боку комерційних підприємств.

Для уникнення небезпек використання ІІІ важливо, щоб застосування ІІІ в освіті здійснювалось прозоро (наприклад, надання можливості контролювати персональні дані), на основі розроблених етичних рамок. Професійно значущим для майбутніх вчителів інформатики та математики є здобуття відповідної освіти, пов'язаної з вивченням можливостей використання технологій ІІІ в навчальному процесі. Важливу роль в забезпеченні ефективного та безпечного використання ІІІ в освіті також відіграє підтримка держави. Запобіганню ризикам використання ІІІ в освіті є розвиток та застосування критичного мислення майбутніми вчителями інформатики та математики з метою відповідального використання засобів ІІІ, а також відповідна підготовка учнів в даній сфері. Важливо, щоб вчителі усвідомлювали переваги та ризики використання засобів ІІІ в своїй діяльності, використовували їх як додаткові інструменти для роботи, а не ті, які її повністю замінюють. Отже, важливою вирішальною складовою безпечного та ефективного застосування засобів ІІІ в освіті майбутніми вчителями інформатики та математики, є розвиток їх критичного мислення на відповідному рівні, якому також сприяють різні практики використання ІІІ.

Метою подальших досліджень в сфері окреслених в роботі питань є пошук напрямків удосконалення методичної системи розвитку критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики з використанням засобів ІІІ.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Клочко, О. В. & Федорець, В. М. (2021). Використання засобів штучного інтелекту в дослідженні систем розвитку екологічної свідомості студентів закладів вищої освіти. Науковий вісник "VinSmartEco". Вінниця: КЗВО "Вінницька академія безперервної освіти". 36-37.
- [2] Клочко, О., Федорець, В., Спажев, О. & Петрунько, М. (2023). Інтеграція штучного інтелекту в освітні практики. Науково-популярний альманах «Математика та інформатика навколо нас». Вінниця: Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського. 7, 38-42.
- [3] Airaj M. (2024). Ethical artificial intelligence for teaching-learning in higher education. *Education and Information Technologies*. 1-23. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12545-x>.
- [4] Avsec, S., Jagiełło-Kowalczyk, M. & Żabicka, A. (2022). Enhancing Transformative Learning and Innovation Skills Using Remote Learning for Sustainable Architecture Design. *Sustainability Teaching Tools in the Digital Age*, 14, 3928. <https://doi.org/10.3390/su14073928>.
- [5] Bansal, G., Mitchell, A. & Li, D. (2024). A Panel Report on Higher Education in the Age of AI from the Perspective of Academic Leaders in the Midwest US. *Communications of the Association for Information Systems*, 54(1), 12.
- [6] Demartini, C. G., Sciascia, L., Bosso, A. & Manuri, F. (2024). Artificial Intelligence Bringing Improvements to Adaptive Learning in Education: A Case Study. *Sustainability*. 16(3):1347. <https://doi.org/10.3390/su16031347>.
- [7] Essien, A., Bukoye, O. T., O'Dea, X., & Kremantzis, M. (2024). The influence of AI text generators on critical thinking skills in UK business schools. *Studies in Higher Education*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/03075079.2024.2316881>.
- [8] Huang, C. W., Coleman, M., Gachago, D. & Van Belle, J. P. (2023). Using ChatGPT to Encourage Critical AI Literacy Skills and for Assessment in Higher Education. In *Annual Conference of the Southern African Computer Lecturers' Association*. Cham: Springer Nature Switzerland. 105-118. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3919524/v1>.
- [9] Li, T., Ji, Y. & Zhan, Z. (2024). Expert or machine? Comparing the effect of pairing student teacher with in-service teacher and ChatGPT on their critical thinking, learning performance, and cognitive load in an integrated-STEM course. *Asia Pacific Journal of Education*. 1-16. <https://doi.org/10.1080/02188791.2024.2305163>.
- [10] NAWA. (2023). Delphi survey entitled: The future of European universities on the path to sustainable development conducted as a part of the project entitled Challenges in Sustainable Development – Theory and Practice commissioned by the Polish National Agency for Academic Exchange – NAWA. Stage I. Faculty of Engineering Management Bialystok University of Technology. Poland.
- [11] Tu, Y. F. (2024). Roles and functionalities of ChatGPT for students with different growth mindsets. *Educational Technology & Society*, 27(1), 198-214. [https://doi.org/10.30191/ETS.202401\\_27\(1\).TP01](https://doi.org/10.30191/ETS.202401_27(1).TP01).
- [12] VOSviewer. (2023). Visualizing scientific landscapes. Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, The Netherlands. Available at: <https://www.vosviewer.com/>. Web of Science. (2023). Clarivate. Available at: <https://www.webofscience.com/>.

## DEVELOPMENT OF CRITICAL THINKING OF FUTURE TEACHERS OF COMPUTER SCIENCE AND MATHEMATICS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS

**Klochko Oksana Vitaliivna**

Doctor of Pedagogical Sciences, professor, professor of the Department of Mathematics and Informatics, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-6505-9455

*klochkoob@gmail.com*

**Abstract.** The article examines the problems of developing critical thinking of future teachers of computer science and mathematics using artificial intelligence tools. The experience of domestic and foreign researchers regarding the use of artificial intelligence in education for the development of critical thinking, in particular, the United States of America, the Republic of Poland, and the Republic of Slovenia, was analyzed.

The necessary components of critical thinking are defined: the use of logical thinking to analyze problems, make decisions and solve problems; obtaining, interpreting and using knowledge/facts/data in the process of solving problems; demonstration (manifestations) of creativity and non-standard thinking. In order to investigate the specifics of the application of critical thinking skills by future teachers of computer science and mathematics when working with artificial intelligence systems, a survey was conducted. The "Klochko Questionnaire: Peculiarities of using critical thinking skills by future teachers of computer science and mathematics when working with artificial intelligence systems" was created. The possibilities of using artificial intelligence tools in education have been clarified, in particular: analysis of educational data, creation of educational content, professional development, adaptive learning, and others.

The results of the study showed that 92.2% of respondents use or plan to use artificial intelligence tools in the educational process. The vast majority of students studying to become computer science and mathematics teachers actively use artificial intelligence to solve various problems, applying critical thinking and developing their critical thinking skills. The development of critical thinking skills of future computer science and mathematics teachers is a necessary condition for their academic success, personal and professional development, competitiveness, preparation for future challenges, solving new problems, teaching students to think critically. The implementation of artificial intelligence tools for the development of critical thinking in future teachers may have certain risks, such as excessive trust in artificial intelligence and the reduction of the role of one's own experience, intuition, etc. It is important to note that the field of using artificial intelligence technologies in education is just beginning to develop and needs additional research, however, it has great potential for the development of critical thinking of future teachers.

**Keywords:** higher education, professional education, secondary education, computer science teacher, mathematics teacher, critical thinking, artificial intelligence.

### References (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] Airaj M. (2024). Ethical artificial intelligence for teaching-learning in higher education. *Education and Information Technologies*. 1-23. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12545-x>.
- [2] Avsec, S., Jagiełło-Kowalczyk, M. & Żabicka, A. (2022). Enhancing Transformative Learning and Innovation Skills Using Remote Learning for Sustainable Architecture Design. *Sustainability Teaching Tools in the Digital Age*, 14, 3928. <https://doi.org/10.3390/su14073928>.
- [3] Bansal, G., Mitchell, A. & Li, D. (2024). A Panel Report on Higher Education in the Age of AI from the Perspective of Academic Leaders in the Midwest US. *Communications of the Association for Information Systems*, 54(1), 12.
- [4] Demartini, C. G., Sciascia, L., Bosso, A. & Manuri, F. (2024). Artificial Intelligence Bringing Improvements to Adaptive Learning in Education: A Case Study. *Sustainability*. 16(3):1347. <https://doi.org/10.3390/su16031347>.
- [5] Essien, A., Bukoye, O. T., O'Dea, X., & Kremantzis, M. (2024). The influence of AI text generators on critical thinking skills in UK business schools. *Studies in Higher Education*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/03075079.2024.2316881>.
- [6] Huang, C. W., Coleman, M., Gachago, D. & Van Belle, J. P. (2023). Using ChatGPT to Encourage Critical AI Literacy Skills and for Assessment in Higher Education. In *Annual Conference of the Southern African Computer Lecturers' Association*. Cham: Springer Nature Switzerland. 105-118. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3919524/v1>.
- [7] Li, T., Ji, Y. & Zhan, Z. (2024). Expert or machine? Comparing the effect of pairing student teacher with in-service teacher and ChatGPT on their critical thinking, learning performance, and cognitive load in an integrated-STEM course. *Asia Pacific Journal of Education*. 1-16. <https://doi.org/10.1080/02188791.2024.2305163>.
- [8] NAWA. (2023). Delphi survey entitled: The future of European universities on the path to sustainable development conducted as a part of the project entitled Challenges in Sustainable Development – Theory and Practice commissioned by the Polish National Agency for Academic Exchange – NAWA. Stage I. Faculty of Engineering Management Bialystok University of Technology. Poland.
- [9] Tu, Y. F. (2024). Roles and functionalities of ChatGPT for students with different growth mindsets. *Educational Technology & Society*, 27(1), 198-214. [https://doi.org/10.30191/ETS.202401\\_27\(1\).TP01](https://doi.org/10.30191/ETS.202401_27(1).TP01).
- [10] VOSviewer. (2023). Visualizing scientific landscapes. Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, The Netherlands. Available at: <https://www.vosviewer.com/>. Web of Science. (2023). Clarivate. Available at: <https://www.webofscience.com/>.
- [11] Klochko, O. V. & Fedorets, V. M. (2021). Vykorystannia zasobiv shtuchnoho intelektu v doslidzhenni system rozvytku ekolohichnoi svidomosti studentiv zakladiv vyshchoi osvity [The use of artificial intelligence tools in the study of systems for the development of environmental awareness among students of higher education institutions]. *Scientific Bulletin "VinSmartEco"*. Vinnytsia: KZVO "Vinnytsia Academy of Continuing Education". 36-37. (In Ukrainian)
- [12] Klochko, O., Fedorets, V., Spazhev, O. & Petrunko, M. (2023). Intehratsiia shtuchnoho intelektu v osvitni praktyky [Integration of artificial intelligence into educational practices]. *Popular science almanac "Mathematics and informatics around us"*. Vinnytsia: Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynsky State Pedagogical University. 7, 38-42. (In Ukrainian)