

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ**

**О.О. Гриб'юк, С.М. Дзюба, В.В. Коваленко,
М.В. Мар'єнко, В.В. Осадчий, С.О. Семеріков,
М.П. Шишкіна, А.В. Яцишин**

**ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТОГО ОСВІТНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ



Київ 2024

Рекомендовано до друку

Вченою радою Інституту цифровізації освіти НАПН України (протокол № 19 від 29.10.2024 р.)

Рецензенти:

Кузьмінська О. Г., доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інформаційних систем і технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України

Пінчук О. П., кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, заступник директора з науково-експериментальної роботи Інституту цифровізації освіти НАПН України

В43 Використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів : метод. рекоменд. / Гриб'юк О. О., Дзюба С. М., Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Осадчий В. В., Семеріков С. О., Шишкіна М. П., Яцишин А. В. / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 118 с.

DOI 10.33407/lib.NAES.id/eprint/743998

У методичних рекомендаціях досліджено проектування хмаро орієнтованого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту; досліджено найбільш доцільні шляхи використання засобів і сервісів штучного інтелекту у процесі розвитку цифрової компетентності вчителів; розглянуто процес використання технологій штучного інтелекту вчителями в процесі організації дослідницького навчання для мотивації навчально-пізнавальної діяльності учнів: виклики, загрози та перспективи; визначено форми і методи використання технологій штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів: дидактичні та психофізіологічні аспекти дослідницького навчання; досліджено процес використання засобів і сервісів штучного інтелекту європейської хмари відкритої науки для професійного розвитку педагогічних кадрів; здійснено бібліометричний аналіз досліджень з навчання чат-ботів; надано рекомендації щодо використання вчителями Copilot, інструментів штучного інтелекту для створення електронної музики; з'ясовано роль комп'ютерного зору у навчальному процесі та функціонуванні закладів освіти; визначено етичні методичні підходи до використання сервісів штучного інтелекту у професійній діяльності вчителя.

Для педагогічних, наукових, науково-педагогічних працівників, студентів і аспірантів закладів педагогічної освіти.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки	3
Вступ	4
1. Проєктування хмаро орієнтованого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту (<i>Шшикіна М. П.</i>).....	6
2. Оптимізація підготовки та перепідготовки вчителів для епохи персоналізованого навчання на основі штучного інтелекту (<i>Семеріков С. О.</i>).....	10
3. Штучний інтелект у процесі розвитку цифрової компетентності освітян (<i>Коваленко В. В.</i>).....	26
4. Штучний інтелект у системі запитань «Цифрограм для вчителів» (<i>Мар'єнко М. В.</i>)....	28
5. Використання технологій штучного інтелекту вчителями математики в процесі дослідницького навчання для мотивації навчально-пізнавальної діяльності учнів (<i>Гриб'юк О. О.</i>).....	35
6. Форми і методи використання технологій штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів: дидактичні та психофізіологічні аспекти дослідницького навчання (<i>Гриб'юк О. О.</i>).....	49
7. Використання засобів і сервісів штучного інтелекту європейської хмари відкритої науки для професійного розвитку педагогічних кадрів (<i>Мар'єнко М. В.</i>).....	67
8. Бібліометричний аналіз досліджень з навчання чат-ботів (<i>Семеріков С. О.</i>).....	73
9. Використання Copilot в освіті (<i>Осадчий В. В.</i>).....	82
10. Використання вчителями інструментів штучного інтелекту для створення електронної музики (<i>Яцишин А. В.</i>).....	88
11. Роль комп'ютерного зору у навчальному процесі та функціонуванні закладів освіти (<i>Дзюба С. М.</i>).....	94
12. Етичні підходи до використання сервісів штучного інтелекту у професійній діяльності вчителя (<i>Коваленко В. В.</i>).....	96
Висновки	102
Список використаних джерел	104

Скорочення та умовні позначки

МОН	Міністерство освіти і науки України
НАПН	Національна академія педагогічних наук
ІЦО	Інститут цифровізації освіти
ЗЗСО	Заклад(и) загальної середньої освіти
ЗВО	Заклад(и) вищої освіти
ІКТ	Інформаційно-комунікаційні технології
ІППО	Інститут(и) післядипломної педагогічної освіти
ШІ	Штучний інтелект
EOSC	Європейська хмара відкритої науки
ОС	Освітнє середовище
КОМСДН	Комп'ютерно орієнтовані методичні системи дослідницького навчання
COVID-19	(англ. coronavirus disease 2019) коронавірусна хвороба 2019

Вступ

Підготовка фахівців, здатних працювати в динамічному середовищі з використанням цифрових технологій, є одним із ключових завдань сучасної освіти. Сьогодні професійна підготовка виходить за межі традиційного аудиторного навчання. Натомість поширюються комбіновані форми (змішане навчання, перевернутий клас тощо), що передбачають активне застосування сучасних сервісів, зокрема з елементами штучного інтелекту (ШІ). В освітньому процесі широко використовуються карти знань (mind maps), нейромережі, видобування знань із даних (data mining), експертні системи, машинне навчання, чат-боти, інтелектуальні агенти, мовні технології в Інтернеті (semantic web) та інші. Окрім покращення доступу до освітніх послуг і мультимедійного контенту, ці технології відзначаються гнучкістю, адаптивністю, персоналізацією та мобільністю.

Для успішного впровадження технологій у закладах загальної середньої освіти необхідно створити якісне середовище для професійного розвитку вчителів, підвищення їхньої цифрової компетентності та здатності ефективно застосовувати сучасні сервіси, зокрема інструменти на основі штучного інтелекту.

Дослідження в галузі ШІ розпочалися 75 років тому, однак практичне застосування вони набули лише за півстоліття. Сьогодні нейронні мережі та алгоритми машинного навчання відіграють ключову роль у розвитку технологій.

Штучний інтелект можна трактувати як здатність інтелектуальних систем виконувати функції, що імітують інтелектуальну діяльність людини. Це сімейство технологій, що забезпечує вирішення складних інтелектуальних завдань.

Системи персоналізованого навчання на основі ШІ стали інновацією, що трансформує підходи до викладання. Вони використовують алгоритми машинного навчання та великі обсяги даних для адаптації навчального процесу до потреб і стилів кожного учня, забезпечуючи ефективний і орієнтований на індивідуальні особливості освітній досвід.

Такі системи можуть задовольняти різноманітні потреби учнів, підвищувати їхню мотивацію та залученість завдяки індивідуальному підходу до навчання.

Сервіси ШІ активно використовуються як учнями, так і педагогами. Однак їх застосування часто відбувається інтуїтивно, без методичних рекомендацій. Більшість сервісів Google уже базуються на технологіях ШІ (пошукова система, карти, обробка зображень). Широке впровадження ШІ викликає дискусії щодо академічної доброчесності та етичних викликів, проте навчання ефективному використанню технологій є більш доцільним, ніж їх заборона.

Європейська хмара відкритої науки (5484022 ресурси, станом на 17.02.2024 р.) пропонує значні можливості для професійного розвитку педагогів через свої сервіси, включно з інструментами ШІ.

Розвиток ШІ та технологій обробки природної мови спричинив зростання інтересу до створення чат-ботів, здатних вести природномовний діалог. Компанії, такі як Google, Microsoft, Meta та OpenAI, активно працюють над цими розробками. Успіх таких систем, як ChatGPT, демонструє їхній потенціал у викладанні, підтримці користувачів і автоматизації процесів.

Чат-боти дозволяють підвищити ефективність навчання, автоматизувати рутинні процеси та забезпечувати персоналізоване навчання. Важливо також враховувати етичні та безпекові аспекти їх впровадження.

Bing Chat (Microsoft Copilot Chat) є прикладом мультимодального чат-бота, що поєднує генерацію текстів і зображень.

З розвитком цифрових технологій інтеграція ШІ в освіту стає важливим напрямом. У музичній освіті ШІ допомагає автоматизувати процеси композиції, обробки звуку та експериментування з музичними стилями. Для вчителів це відкриває нові можливості для творчості та навчання.

Аналіз використання комп'ютерного зору в освіті показує його ефективність у забезпеченні безпеки, аналізі емоційного стану учнів і автоматизованому контролю відвідуваності.

Отже, технології ШІ в освіті забезпечують інноваційні підходи до навчання, персоналізують освітній процес та підвищують його ефективність. Водночас важливо враховувати етичні питання та ризики, пов'язані з їхнім використанням, забезпечуючи прозорість, безпеку та надійність технологічних рішень.

1. Проєктування хмаро орієнтованого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту

(М. П. Шишкіна)

Підготовка фахівців, здатних працювати в динамічному середовищі, використовуючи переваги цифрових технологій, є важливим завданням сучасної освіти. Нині підготовка професіонала виходить за межі традиційного аудиторного навчання. Натомість поширюються нові комбіновані форми (змішане навчання, перевернутий клас та ін.), що передбачають широке застосування новітніх сервісів, зокрема з елементами ШІ. В освітньому процесі знаходять своє місце такі засоби і технології, як карти знань (mind maps), нейромережі, видобування знань із даних (data mining), експертні системи, машинне навчання, чатботи, інтелектуальні агенти, мовні технології в Інтернеті (semantic web) та інші. Окрім поліпшення доступу до освітніх послуг, мультимедійного та «розумного» контенту, цим сучасним цифровим рішенням притаманні характеристики гнучкості, адаптивності, персоналізації, індивідуалізації у навчанні, мобільності та інші.

Для успішного впровадження перспективних технологій в заклади загальної середньої освіти, попередньо необхідно забезпечити якісне освітнє середовище для професійного розвитку вчителів, вдосконалення їхньої цифрової компетентності, здатності доцільно обирати і застосовувати сучасні сервіси і системи, зокрема, з елементами штучного інтелекту.

Перспективним підходом для проєктування такого середовища є хмаро орієнтований.

Під хмаро орієнтованим освітньо-науковим середовищем закладу освіти розуміємо створене у такому закладі середовище діяльності учасників освітнього і наукового процесів, в якому для реалізації комп'ютерно-процесуальних функцій (змістово-технологічних та інформаційно-комунікаційних) цілеспрямовано розроблена віртуалізована комп'ютерно-технологічна (корпоративна або гібридна) інфраструктура [106].

Метою формування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища є створення найбільш сприятливих умов для особистісного розвитку і досягнення навчальних і професійних цілей; розширення доступу до електронних освітніх ресурсів та інформаційно-аналітичних інструментів хмарних обчислень; покращення організації процесу навчання і досліджень [106].

Функціонування високотехнологічної інфраструктури на основі хмарних обчислень відбувається на основі аутсорсингу, тобто такого механізму постачання послуг, коли ІКТ-сервіси, необхідні системі, реалізуються за допомогою іншої системи, зовнішньої по відношенню до неї. Принциповою відмінністю хмаро орієнтованих систем різноманітного призначення є наявність реалізуючої частини, інваріантної з точки зору застосування [112].

Сервісні моделі постачання хмарних послуг:

- SaaS (Software-as-a-service) – для забезпечення доступу до існуючих програмних додатків;
- PaaS (Platform-as-a-service) – для створення власних хмарних додатків за допомогою засобів і мовних інструментів, пропонованих постачальником;

– IaaS (Infrastructure-as-a-service) – для запуску будь-яких додатків на хмарному апаратному забезпеченні за вибором користувача.

В останні роки з'явилися і інші терміни, що стосуються різних аспектів застосування хмарних сервісів:

– DBaaS (DataBase as a Service) – «база даних як сервіс»,

– MWaaS (MiddleWare as a Service) – «проміжне програмне забезпечення як сервіс»,

– NaaS (Network as a Service) – «мережа як сервіс»,

– FaaS (Function as a Service) – «функція як сервіс», та інші.

Реалізація моделей штучного інтелекту може відбуватися у межах різних конфігурацій хмарної ІКТ-інфраструктури. Зокрема, застосовуються моделі штучного інтелекту на основі SaaS (програмне забезпечення як сервіс), прикладом яких є MS Office 365, до складу якого входить сервіс на основі штучного інтелекту Copilot. Це можуть бути хмарні архітектури на основі IaaS, зокрема на базі AWS, Azure та інших платформ, де пропонуються готові програмні компоненти зі штучним інтелектом, які можна розгортати у хмаро орієнтованому середовищі.

Також існують платформи, орієнтовані на застосування і розвиток середовищ з елементами ШІ, їх можна знайти, наприклад, у Європейській хмарі відкритої науки (<https://eosc-portal.eu/>), у межах якої є такі послуги, (наприклад, Deep training). Нарешті на базі моделі FaaS (функції як сервіс) можна розробляти і створювати програмні додатки, наприклад із використанням семантичних мереж, алгоритмів машинного навчання або інших, які будуть постачатися і використовуватись у хмарі на основі технології безсерверних обчислень. В цьому випадку платформа динамічно керує виділенням машинних ресурсів, що може бути використано для тренування моделей ШІ.

Таким чином, хмаро орієнтоване освітньо-наукове середовище виконуватиме функції збирання, накопичення, зберігання, введення, подання, маніпулювання та реорганізації даних; управління, вимірювання, комунікації, підтримування предметних електронних освітніх ресурсів; забезпечуватиме реалізацію цілей і функцій педагогічної системи, серед яких навчальна, наукова, розвивальна, виховна, контролююча; його проектування спиратиметься на хмаро орієнтовані методи, принципи і підходи, які реалізуються через систему сервісних моделей, таких як SaaS, PaaS, IaaS, FaaS та інших, у межах яких можуть бути розроблені і встановлені компоненти ШІ.

Наразі в Інституті цифровізації освіти НАПН України проводяться два наукових дослідження, присвячені тематиці використання ШІ в освіті. Перше наукове дослідження «Проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів» розпочато в 2024 році. Це дворічне дослідження, у 2024 році завершується його перший етап. Метою цього дослідження є: обґрунтувати модель відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів та розробити методіку його використання. Завдання дослідження: визначити засоби і сервіси формування відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту в освітньому

процесі; обґрунтувати модель відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів; розробити методiku використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів і експериментальним шляхом перевірити її ефективність; розробити рекомендації з проєктування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів.

У 2024 році виконано два завдання цього дослідження, пов'язані з визначенням засобів і сервісів та обґрунтуванням моделі відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту.

В наших дослідженнях *штучний інтелект* слід трактувати як властивість штучних інтелектуальних систем виконувати функції, які імітують (моделюють) інтелектуальну діяльність, яка традиційно вважається людською прерогативою; водночас – це сімейство комп'ютерно-орієнтованих технологій, що реалізує цю властивість – розв'язувати інтелектуальні задачі [160].

Виявлено інноваційні характеристики відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту, це такі, як: індивідуалізація навчання; інтерактивність; ширше залучення; підтримка вчителя; розвиток цифрової компетентності; розвиток критичного мислення; автоматизоване оцінювання та інші. Штучний інтелект як інноваційний сервіс привносить в процес навчання нові моделі індивідуалізації навчання, зокрема, це – адаптація контенту, індивідуалізовані завдання та оцінювання, індивідуальна траєкторія розвитку та ін. [56].

Визначено засоби і сервіси формування відкритого освітнього середовища з елементами ШІ в освітньому процесі, виокремлено їх сутнісні різновиди такі, як: машинне навчання (Google Cloud AI Platform, Amazon SageMaker, Microsoft Azure Machine Learning Studio для проєктування, тренування, перевірки та розгортання моделей машинного навчання); оброблення опрацювання природної мови (Natural Language Processing, NLP, моделі GPT OpenAI, Google Cloud Natural Language API, IBM Watson Natural Language Understanding та ін.); генеративний ШІ (ChatGPT, Gemini, DALL-E, MidJourney, RunwayML Codex для опрацювання звуку, відео, зображень, текстів, даних мультимедіа та ін.), комп'ютерний зір (Google Cloud Vision, Amazon Rekognition, Microsoft Azure Computer Vision для аналізу й інтерпретації візуальної інформації); робототехніка (системи керування роботами Boston Dynamics та ін.); освітня і наукова аналітика (Tableau, Power BI, SAS Visual Analytics для аналізу, візуалізації і опрацювання даних, та ін.). Обґрунтовано підходи до класифікації засобів і сервісів для використання у відкритому освітньому середовищі з елементами штучного інтелекту в освітньому процесі. З'ясовано переваги і недоліки використання сервісів і платформ з елементами ШІ, зокрема хмаро орієнтованих сервісів Google таких, як Google Gemini, Google Alyn, Google Assistant та інші. Здійснено аналіз шляхів застосування хмарних сервісів відкритої науки у складі відкритого освітнього середовища з елементами ШІ, зокрема, сервісів Європейської хмари відкритої науки (AI-GeoSpecies, Imaging AI platform for aquatic science, FASTCAT-Cloud: Flexible AI SysTem for CAmera Trap images on the cloud та ін.). Систематизовано сервіси відповідно до видів діяльності вчителів різних

предметів. Встановлено доцільність використання сервісів генеративного ШІ у процесі професійного розвитку педагогічних кадрів для створення навчальних матеріалів, генерування ідей для уроків, розроблення інтерактивних завдань, навчальних проєктів, презентацій, тестів, тематичних дискусій, перекладу тощо.

Рекомендуємо залучати у процес професійного розвитку вчителя сервіси загальнодоступної хмари, розглянемо їх на прикладі сервісів Google. Практичною перевагою використання сервісів загальнодоступної хмари є те, що вони інтегровані у звичне середовище, в якому вже працює вчитель. Сервіси Google використовують практично всі, в ньому постійно з'являються нові елементи, пов'язані зі штучним інтелектом. Зокрема бачимо, що серед сервісів Google з'явився сервіс GEMINI – базується на технології великої мовної моделі (LLM), але її можливості значно перевищують стандартні функції генеративного штучного інтелекту. Розроблена Google DeepMind, система Gemini має мультимодальні можливості, тобто здатна аналізувати та генерувати контент на основі різноманітних типів даних: тексту, зображень, аудіо та відео. Це дозволяє виконувати складні завдання, такі як створення аналітичних інсайтів, написання коду, а також комбінувати дані з різних форматів для забезпечення контекстуально обґрунтованих рішень. На відміну від звичайної мовної моделі, що фокусується переважно на текстовій генерації, Gemini має високу обчислювальну потужність для роботи в таких галузях, як наука, медицина та математичні розрахунки. Ці характеристики визначають Gemini як розширену екосистему штучного інтелекту, а не просто генеративну модель для створення тексту.

Цікавим і корисним сервісом від Google, вважаємо також ALAYNA, цей сервіс є одразу інтегрованим у звичне середовище діяльності вчителя. ALAYNA є середовищем для створення Google-презентацій, і у пункті меню «Доповнення» є ALAYNA AI – сервіс, який можна підключити при бажанні до свого Google середовища. Цей сервіс аналізує Інтернет-ресурси та надані користувачем матеріали і генерує на їх основі презентації. Вчителі можуть використовувати штучний інтелект зокрема для складання планів уроків, створення навчальних матеріалів, підготовки тестів тощо [160].

2. Оптимізація підготовки та перепідготовки вчителів для епохи персоналізованого навчання на основі штучного інтелекту

(С. О. Семеріков)

Стрімкий розвиток технологій ШІ відкрив нову еру трансформацій в освіті. Системи персоналізованого навчання на основі ШІ стали революційною інновацією, що обіцяє змінити підходи до викладання та навчання [31]. Ці інтелектуальні системи використовують алгоритми машинного навчання та величезні обсяги даних для адаптації освітнього процесу до унікальних потреб, вподобань та стилів навчання кожного окремого учня [88]. Динамічно змінюючи зміст, темп і методи викладання, персоналізоване навчання спрямоване на створення більш захопливого, ефективного та орієнтованого на учня освітнього досвіду.

Потенційні переваги персоналізованого навчання на основі ШІ є багатогранними. По-перше, такі системи можуть задовольняти різноманітні потреби учнів, враховуючи їхні різні здібності, освітні фони та інтереси. Завдяки наданню персоналізованого змісту та підтримки, ці інтелектуальні системи допомагають учням долати бар'єри у навчанні, сприяючи створенню більш інклюзивного та справедливого освітнього середовища [64]. Крім того, персоналізоване навчання може підвищувати мотивацію та залученість учнів, оскільки навчальні матеріали й завдання підбираються відповідно до їхніх індивідуальних вподобань і цілей [26].

Також системи персоналізованого навчання на основі ШІ надають викладачам цінну аналітику та рекомендації на основі даних, що дає змогу приймати обґрунтовані рішення щодо навчальних стратегій та втручань [87]. Аналізуючи дані про успішність учнів і їхні навчальні моделі, ці системи можуть виявляти сильні та слабкі сторони, полегшуючи надання цільової підтримки й розробку корекційних заходів. Такий підхід, заснований на даних, потенційно може покращити результати навчання учнів та оптимізувати освітній процес.

Однак успішна реалізація та стале впровадження персоналізованого навчання на основі ШІ залежить від одного критичного фактора: готовності та компетентності самих педагогів. Оскільки ці інноваційні технології все більше проникають в освітнє середовище, вчителям і викладачам необхідно адаптувати свої педагогічні підходи та розвивати нові навички для ефективного використання цих інструментів. Невдача в належній підготовці педагогів і забезпеченні їх необхідними знаннями та компетенціями може призвести до недостатнього використання цих потужних технологій, що, у свою чергу, стримуватиме їхній трансформаційний вплив на навчання й досягнення учнів.

Визнаючи ключову роль вчителів у цій технологічній революції, необхідність розробки комплексних програм підготовки та перепідготовки педагогів стає дедалі важливішою. Освітняни повинні глибоко розуміти системи персоналізованого навчання на основі ШІ, зокрема їхні алгоритми, методи аналізу даних та етичні аспекти. Крім того, вони мають оволодіти навичками інтеграції цих технологій у свої викладацькі практики, адаптуючи свої методи навчання для ефективного використання персоналізованого освітнього досвіду.

Однак зусилля щодо підготовки та перепідготовки вчителів не повинні обмежуватися лише технічними навичками. Педагоги також мають розвивати

мислення, орієнтоване на розвиток, і приймати культуру безперервного навчання, оскільки сфера ІІІ та персоналізованого навчання швидко еволюціонує. Вони повинні бути готові адаптуватися до нових технологій, співпрацювати з міждисциплінарними командами та брати участь у безперервному професійному розвитку, щоб залишатися на передовій цього трансформаційного освітнього підходу.

Цей бібліометричний аналіз спрямований на проведення всебічного вивчення існуючої літератури щодо підготовки та перепідготовки педагогів у контексті персоналізованого навчання на основі ІІІ. Систематично аналізуючи та картографуючи дослідницький ландшафт, дослідження має на меті визначити поточні тенденції, впливові роботи та можливі прогалини в цій швидкозмінній галузі. Завдяки суворому бібліометричному підходу ми розглянемо такі ключові дослідницькі питання:

- Які основні теми та гарячі точки досліджень у літературі, присвяченій підготовці та перепідготовці педагогів для персоналізованого навчання на основі ІІІ?
- Які автори, установи та країни є лідерами у дослідженнях цієї сфери?
- Які публікації є найвпливовішими та найбільш цитованими, формуючи дискурс із цього питання?
- Як еволюціонував дослідницький ландшафт і які майбутні напрями можна визначити на основі бібліометричного аналізу?

Відповідаючи на ці дослідницькі питання, це дослідження має на меті надати всебічне розуміння поточного стану досліджень і визначити потенційні напрями для подальшого вивчення. Отримані в ході бібліометричного аналізу дані допоможуть розробити ефективні програми підготовки та перепідготовки педагогів, забезпечуючи їхню готовність орієнтуватися в епоху персоналізованого навчання на основі ІІІ.

Основною методологією цього дослідження є бібліометричний аналіз тенденцій у дослідженнях, що стосуються підготовки та перепідготовки вчителів для середовищ персоналізованого навчання на основі штучного інтелекту. Аналіз охоплює наукові статті, опубліковані в період з 2010 по 2023 рік, оскільки саме в цей час інтеграція ІІІ в освіту набула значного поширення.

Дослідження виконано з використанням наукової бази даних Dimensions. У таблиці 1 порівнюються Dimensions, Scopus та Web of Science, з яких база Dimensions є найбільш відповідною для бібліометричного аналізу завдяки своїй широті охоплення. Ця цифрова платформа включає дані про цитування, аналітичні функції досліджень і доступ до наукового контенту. Вибір бази Dimensions обґрунтований її здатністю забезпечувати багатий контекстний пошук і візуалізацію даних, які включають кількість цитувань кожної публікації.

База Dimensions охоплює весь науково-дослідницький ландшафт і допомагає отримати ширший контекст досліджень, дослідників, наукових галузей, закладів, країн та багатьох інших ключових питань, які можуть зацікавити стейкхолдерів у сфері досліджень [66].

Пошук літератури здійснювався з використанням комбінацій релевантних ключових слів, таких як: “teacher training”, “professional development”, “artificial

intelligence”, “personalized learning”, “adaptive learning” та пов’язаних термінів. Пошук обмежувався документами, опублікованими англійською мовою в період з 2010 по 2023 рік.

Таблиця 1

Характеристики	Dimensions [77]	Scopus [84]	Web of Science [98]
Видавець	Цифрова наука	Elsevier	Clarivate Analytics
Охоплення публікацій	Понад 143 мільйони записів, включаючи патенти, наукові статті, клінічні випробування тощо.	Понад 82 мільйони записів із наукових журналів, книг і матеріалів конференцій	Понад 79 мільйонів записів із наукових журналів, книг, матеріалів конференцій і патентів
Хронологічне охоплення	З 1665 року до теперішнього часу	З 1788 року до теперішнього часу	З 1900 року до теперішнього часу
Предметні області	Усі галузі науки	Усі галузі науки	Усі галузі науки
Типи публікацій	Статті журналів, книги, патенти, препринти, клінічні випробування тощо	Статті журналів, книги, матеріали конференцій	Статті журналів, книги, матеріали конференцій, патенти
Індексація	Гібридна модель з експертним відбором і машинним аналізом тексту	Експертний відбір джерел із формалізованим процесом оцінки	Експертний відбір джерел із формалізованим процесом оцінки
Аналітичні інструменти	Потужні інструменти для бібліометричного, альтметричного та патентного аналізу	Інструменти для аналізу цитувань, співпраці та виявлення трендів	Інструменти для аналізу цитувань, аналітики журналів та бібліометричних показників

Таблиця 1. Порівняння баз даних Dimensions, Scopus та Web of Science для бібліометричного аналізу

Пошуковий запит показаний на Рис. 1.

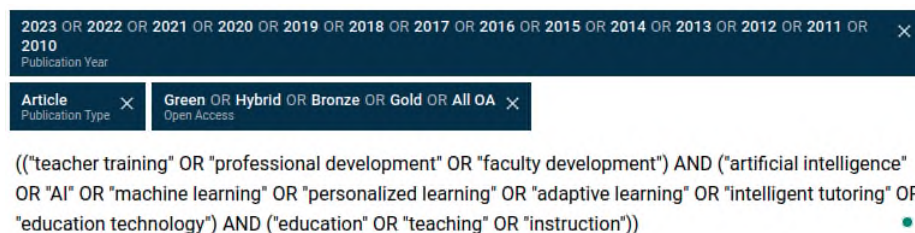


Рис. 1. Пошуковий запит у базі даних Dimensions (дата: 21.03.2024)

Критерії включення та виключення узагальнені в Таблиці 2.

Таблиця 2

Критерії	Включення	Виключення
Роки публікації	Статті, опубліковані в період з 2010 по 2023 роки	Статті, опубліковані до 2010 року та після 2023 року
Тип публікації	Рецензовані статті з наукових журналів	Ненаукові журнальні статті
Мова статей	Документи, опубліковані англійською мовою	Документи, опубліковані не англійською мовою
Доступність	Тільки документи з відкритим доступом	Документи із закритим доступом
Фокус статей	Публікації, що зосереджені на підготовці вчителів або професійному розвитку в контексті персоналізованого навчання на основі ІІІ	Публікації, які не стосуються підготовки вчителів або професійного розвитку в контексті персоналізованого навчання на основі ІІІ
Цільова аудиторія (студенти/молодь)	Студенти програм підготовки вчителів або самі вчителі	Студенти, які не спеціалізуються на програмах підготовки вчителів, та особи, які не є вчителями

Таблиця 2. Критерії включення та виключення

Процес відбору статей для огляду здійснювався відповідно до рекомендацій RISMA [72], як показано на Рис. 2

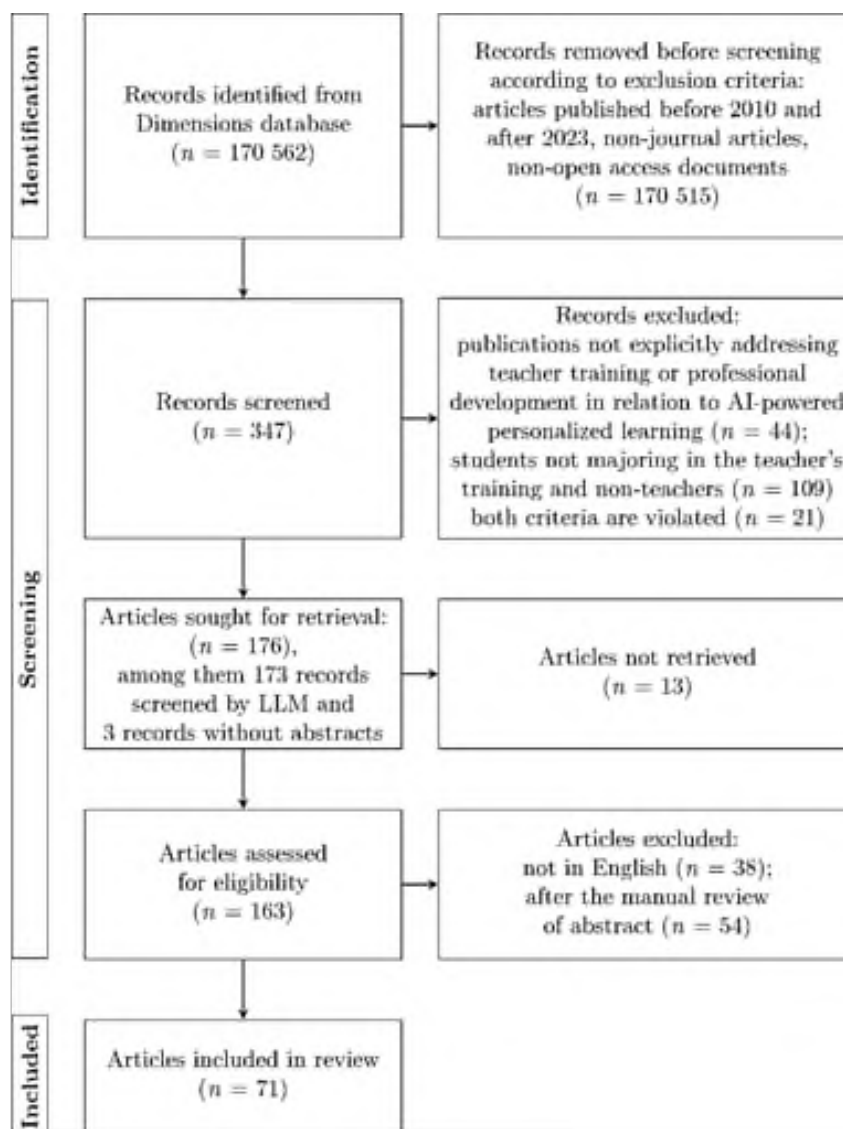


Рис. 2. Схема відбору для систематичного огляду відповідно до рекомендацій PRISMA

Початковий пошук виявив загалом 170 563 публікації. Після застосування критеріїв включення та виключення для подальшого аналізу було відібрано 347 публікацій. Бібліографічні дані, зокрема назви, анотації, ключові слова, інформацію про авторів, кількість цитувань та інші відповідні метадані, були експортовані з Dimensions та імпортовані до програмного забезпечення для бібліометричного аналізу **VOSviewer**.

VOSviewer 1.6.20 [15]

Цей інструмент використовувався для виконання різних бібліометричних аналізів, зокрема [96; 90]:

Аналіз співавторства: Визначення моделей співпраці між дослідниками, установами та країнами, що дозволило виявити провідні дослідницькі кластери та впливових учасників.

Аналіз співзвучності: Дослідження частоти ключових слів та їх співзвучності, що надало уявлення про основні теми, тематики та нові тенденції.

Аналіз цитувань: Оцінка впливових публікацій, авторів і журналів, що дозволило визначити основоположні роботи та ключових учасників, які формують дискурс.

VOSviewer забезпечив проведення візуалізації мереж і аналізу перекриття для цитатних мереж авторів, журналів, організацій, країн та співзвучності ключових слів. Співпраця та кластери між організаціями та країнами були встановлені на основі сили зв'язків. Аналіз надав всебічний огляд дослідницького ландшафту у цій галузі.

Експеримент

Для автоматизації етапу скринінгу використовували великі мовні моделі (LLM) для оцінки анотацій досліджень відповідно до попередньо визначених критеріїв включення/виключення. Цей етап скринінгу є критичним вузьким місцем, оскільки вимагає індивідуального перегляду анотацій.

Постановка задачі:

Дано:

- базу даних із N наукових робіт (статей, дисертацій, книг та їх розділів, звітів), представлених їх анотаціями A_1, A_2, \dots, A_N , $A_{1,2}, \dots, A_{N,1}, A_{2,2}, \dots, A_{N,N}$;
- критерії включення C_1, C_2, \dots, C_m , $C_{1,2}, \dots, C_{m,2}, \dots, C_{m,m}$;
- критерії виключення E_1, E_2, \dots, E_n , $E_{1,2}, \dots, E_{n,2}, \dots, E_{n,n}$.

Потрібно модель M , яка приймає на вхід кожну анотацію A_i та критерії $C_1, C_2, \dots, C_m, E_1, E_2, \dots, E_n$, $C_{1,2}, C_{2,2}, \dots, C_{m,2}, \dots, C_{m,m}, E_{1,2}, E_{2,2}, \dots, E_{n,2}, \dots, E_{n,n}$, і повертає мітку L_i , яка вказує, чи відповідає дослідження критеріям:

$M(A_i, C_1, C_2, \dots, C_m, E_1, E_2, \dots, E_n) = L_i$, $M(A_i, C_{1,2}, C_{2,2}, \dots, C_{m,2}, \dots, C_{m,m}, E_{1,2}, E_{2,2}, \dots, E_{n,2}, \dots, E_{n,n}) = L_i$,

де L_i може приймати одне з k значень.

Відповідає всім критеріям включення і не порушує критерії виключення:

- Порушує критерій включення C_j ;
- Порушує критерій виключення E_k ;
- Порушує деякі з критеріїв включення і виключення тощо.

Ми припускаємо, що великі мовні моделі (LLM), попередньо навчені на великих текстових корпусах, можуть ефективно виконувати цю класифікацію, враховуючи семантичне значення анотацій і критеріїв.

Тестування припущення

Для перевірки цього припущення ми створили програму, яка використовувала API OpenAI для доступу до LLM GPT-3.5 Turbo. Ця програма обробляла набір із 347 статей, їх анотацій, ідентифікаторів статей та двох критеріїв включення (Додаток А):

- **C1 (фокус):** стаття присвячена підготовці вчителів або професійному розвитку в галузі персоналізованого навчання на основі штучного інтелекту.
- **C2 (популяція):** стаття стосується вчителів або майбутніх вчителів – студентів, які навчаються за програмами підготовки вчителів.

Для кожної статті текст анотації надавався як підказка для LLM разом із інструкціями проаналізувати, чи відповідає стаття критеріям, порушує їх або ж

інформація недостатня. У відповідь LLM мав класифікувати кожну статтю в одну з чотирьох категорій:

1. Відповідає обом критеріям (11)(1 1)(11);
2. Порушує C1(01)C1 (0 1)C1(01);
3. Порушує C2(10)C2 (1 0)C2(10);
4. Порушує обидва критерії (00)(0 0)(00).

Результати

LLM класифікувала 173 зі 347 статей як такі, що відповідають обом критеріям включення (Таблиця 3).

Таблиця 3

Результати скринінгу	Кількість статей
Виключено через порушення критерію C1	44
Виключено через порушення критерію C2	109
Виключено через порушення обох критеріїв	21
Включено	173

Крім того, 3 статті були помилково ідентифіковані як виключені через відсутність анотацій у джерелі даних. З урахуванням цієї помилки для повнотекстового пошуку було відібрано загалом 176 статей.

Для оцінки точності ми вручну переглянули вибірку з 50 статей з усіх чотирьох категорій. Точність для статей, що відповідали критеріям, склала 67%.

Було виявлено більше хибнопозитивних результатів (44%), ніж хибнонегативних (16%). Через високу частку хибнопозитивних результатів у вибірці було проведено повний ручний огляд 125 відібраних статей, що виявив, що 54 статті (43,2%), включені LLM, фактично порушували один із критеріїв включення.

У результаті 71 стаття була включена до фінального аналізу (детальніше див. у репозиторії GitHub [65]).

Результати

Глобальні тенденції досліджень підготовки вчителів або професійного розвитку в контексті персоналізованого навчання на основі ШІ

Динаміка публікацій із досліджуваної проблематики представлена на Рис. 3. Зростання інтересу науковців до цієї теми у 2023 році можна пояснити кількома причинами.

По-перше, розширення можливостей практичного використання серверів штучного інтелекту: ChatGPT було представлено широкій публіці в листопаді 2022 року [70], Microsoft Copilot — у травні 2023 року [59], а Google Bard — у лютому 2023 року [76].

По-друге, вплив пандемії COVID-19, яка прискорила перехід до змішаного навчання та використання онлайн-інструментів у освітньому процесі. Це також сприяло зростанню інтересу до інноваційних методів викладання, включаючи персоналізоване навчання на основі ШІ.

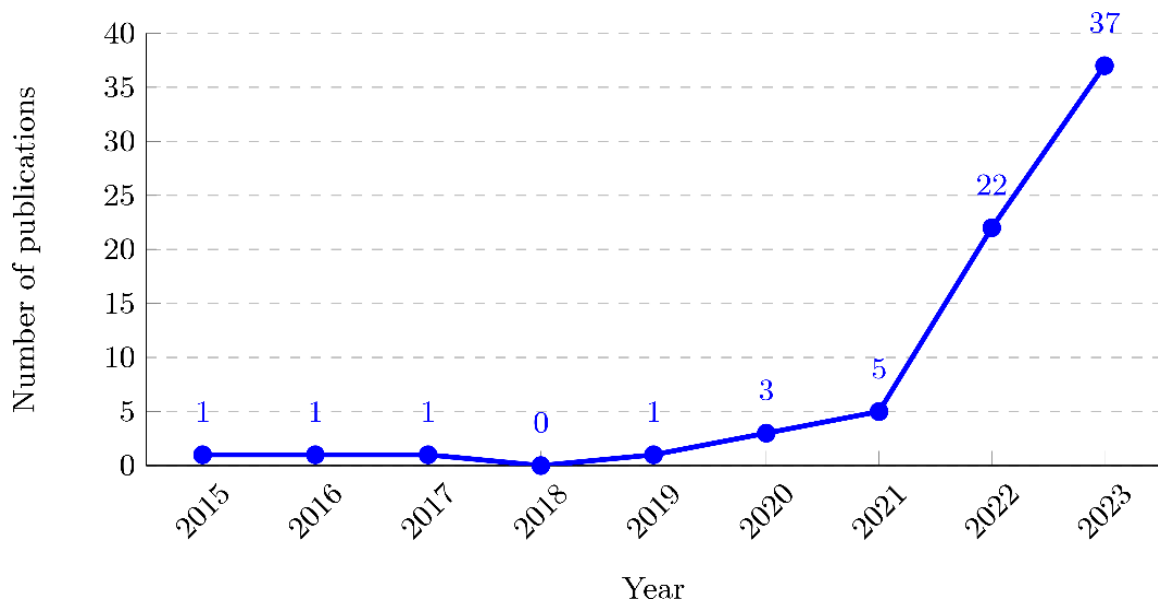


Рис. 3. Тенденції публікацій щодо підготовки вчителів або професійного розвитку в контексті персоналізованого навчання на основі ШІ

Автори з найбільшою кількістю цитувань

Результати аналізу авторів за кількістю цитувань узагальнені в Таблиці 4. Найбільш цитованими авторами є Гісела Себріан, Жорді Могас та Рамон Палау, а їхня публікація “The Smart Classroom as a Means to the Development of ESD Methodologies” [14] була процитована 79 разів.

Таблиця 4

Ранг	Автор	Кількість цитувань	Ранг	Автор	Кількість цитувань
1	Cebrian, Gisela	79	17	Fasold, Frowin	53
2	Mogas, Jordi	79	18	Furley, Philip	53
3	Palau, Ramon	79	19	Griffin, Linda	53
4	Gonzalez-Calatayud, Victor	66	20	Hillmann, Wolfgang	53
5	Prendes-Espinosa, Paz	66	21	Huttermann, Stefanie	53
6	Roig-Vila, Rosabel	66	22	Klein-Soetebier, Timo	53
7	Alexandron, Giora	58	23	Konig, Stefan	53
8	Ariely, Moriah	58	24	Memmert, Daniel	53
9	Cukurova, Mutlu	58	25	Nopp, Stephan	53
10	Nazaretsky, Tanya	58	26	Rathschlag, Marco	53
11	Ng, Davy Tsz Kit	55	27	Schul, Karsten	53
12	Su, Jiahong	55	28	Schwab, Sebastian	53
13	Zhong, Yuchun	55	29	Thorpe, Rod	53
14	Almond, Len	53	30	Kirschner, Paul A.	36
15	Bunker, David	53	31	Wasson, Barbara	36
16	Butler, Joy	53			

Таблиця 4. Автори з найбільшою кількістю цитувань

Для аналізу співпраці між авторами було обрано авторів публікацій, які мають щонайменше 10 цитувань; цій умові відповідають 65 авторів. Однак лише 16 авторів утворюють мережу (Рис. 4)

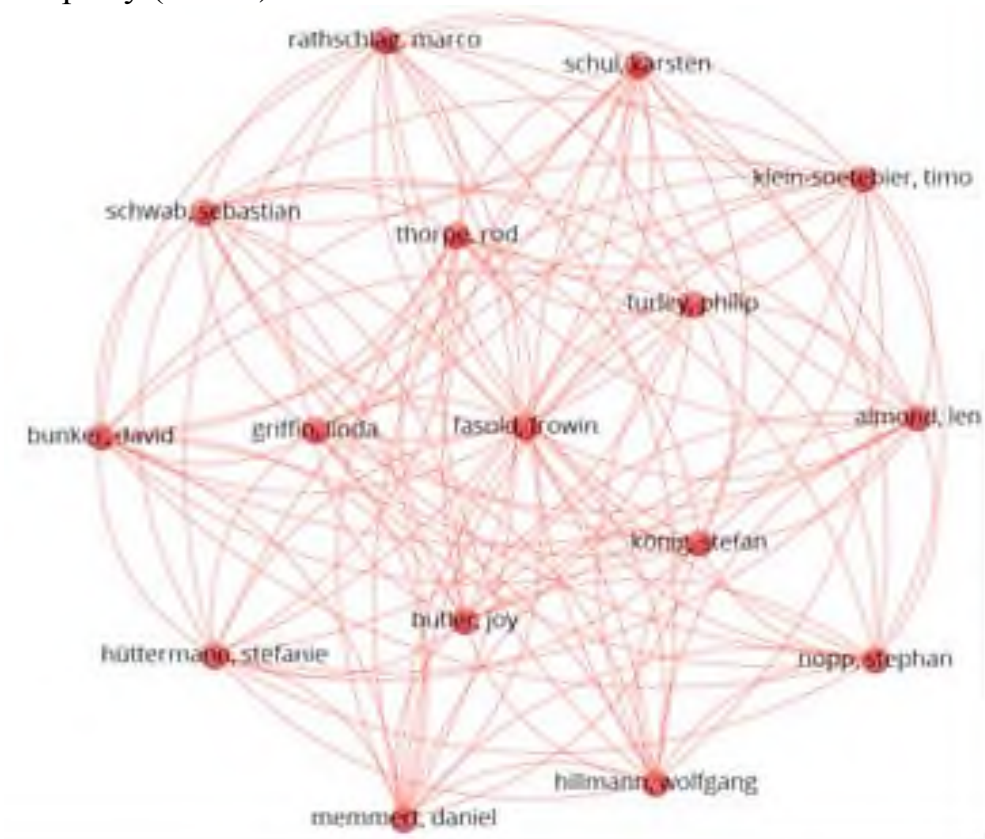


Рис. 4. Мережа співпраці між авторами в підготовці вчителів або професійному розвитку в контексті персоналізованого навчання на основі ШІ

Організації з найбільшою кількістю цитувань

Аналіз виконано на основі мінімальної кількості 10 цитувань для організації, а результати представлені в Таблиці 5.

University College London (UCL) має 103 цитування, що значно перевищує показники інших організацій. Це підкреслює сильний дослідницький потенціал і вплив UCL у цій галузі.

Чотири організації – Університет Мігеля Ернандеса, Університет Аліканте, Університет Мурсії та Науковий інститут Вайцмана – мають від 58 до 66 цитувань, що ставить їх у наступний рівень після UCL.

Крім того, у списку найвпливовіших за кількістю цитувань присутні кілька університетів із Великої Британії (Loughborough University, St. Mary's University College), Німеччини (German Sport University, University of Education Weingarten) та Північної Америки (University of British Columbia, University of Massachusetts Amherst), що вказує на їхню дослідницьку силу у цій сфері.

Таблиця 5

Ранг	Організація	Кількість цитувань
1	University College London	103
2	Miguel Hernandez University	66
3	University of Alicante	66
4	University of Murcia	66
5	Weizmann Institute of Science	58
6	University of Hong Kong	55
7	German Sport University	53
8	Loughborough University	53
9	St. Mary's University College	53
10	University of British Columbia	53
11	University of Education Weingarten	53
12	University of Massachusetts Amherst	53
13	Open University in the Netherlands	36
14	University of Bergen	36
15	Lulea University of Technology	29
16	School of Applied Educational Science and Teacher Education	29
17	University of Eastern Finland	29
18	Chinese University of Hong Kong	25
19	Nanjing Normal University	24
20	Prince Sultan University	20
21	University of Sahiwal	20
22	Washington State University	18
23	University of Potsdam	17
24	Education University of Hong Kong	10
25	Hong Kong Baptist University	10
26	Lingnan University	10

Таблиця 5. Організації з найбільшою кількістю цитувань

Азіатські, європейські та близькосхідні університети

Кілька університетів з Азії (University of Hong Kong, Chinese University of Hong Kong), Європи (Lulea University of Technology, University of Eastern Finland, Open University in the Netherlands, University of Bergen) та Близького Сходу (Prince Sultan University, University of Sahiwal) мають скромну кількість цитувань порівняно з провідними організаціями, але все ж відповідають мінімальному порогу в 10 цитувань.

Присутність організацій із різних географічних регіонів свідчить про глобальну значущість і дослідницький інтерес до цієї галузі. Однак варто зазначити, що кількість цитувань є лише одним із показників для оцінки наукового внеску та впливу. Інші фактори, такі як якість досліджень, їхня новизна та практичне застосування, також мають враховуватися.

Аналіз співпраці між організаціями

Для аналізу співпраці між 72 організаціями було відібрано ті, які мають щонайменше 10 цитувань; цій умові відповідають 26 організацій. Однак лише 6 із них утворюють мережу співпраці (Рис. 5).

Країни з найбільшою кількістю публікацій

Для виявлення популярних країн і шаблонів співпраці в дослідженнях було проведено аналіз бібліометричного зв'язування. Аналіз базувався на мінімальній кількості 1 документа та 1 цитування для країни. Із 27 країн цим умовам відповідали 22.

Результати наведені в Таблиці 6.

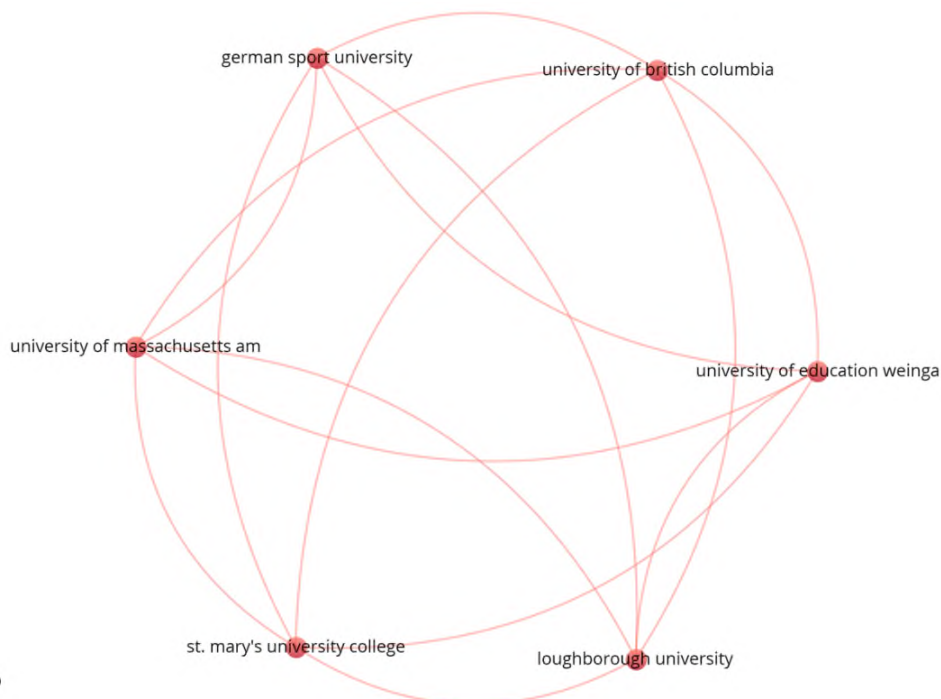


Рис. 5. Мережа співпраці між закладами вищої освіти (HEIs) у сфері штучного інтелекту

Таблиця 6

Ранг	Країна	Кількість документів	Кількість цитувань	Ранг	Країна	Кількість документів	Кількість цитувань
1	United Kingdom	7	165	12	Norway	1	36
2	China	7	130	13	Finland	1	29
3	United States	6	83	14	Pakistan	1	20
4	Spain	5	71	15	Philippines	1	9
5	Germany	4	74	16	Romania	1	9
6	Canada	2	54	17	South Africa	1	7
7	Sweden	2	37	18	Lebanon	1	6
8	Saudi Arabia	2	27	19	Qatar	1	6
9	Egypt	2	7	20	Ukraine	1	3
10	Israel	1	58	21	Japan	1	1
11	Netherlands	1	36	22	Switzerland	1	1

Таблиця 6. Країни з найбільшою кількістю документів і цитувань

Таблиця 6 показує цікаву взаємодію між кількістю опублікованих документів (публікаційна активність) та кількістю отриманих цитувань (цитатний вплив). Велика Британія лідирує за кількістю документів (7), але її наздоганяє Китай (7) із трохи меншою кількістю цитувань (130 проти 165). Це свідчить про те, що у Великій Британії вищий обсяг досліджень, тоді як дослідження Китаю можуть мати більший вплив, виходячи з кількості цитувань.

Велика Британія, Китай та Сполучені Штати є трьома провідними країнами за кількістю документів і цитувань. Між першою п'ятіркою та рештою країн спостерігається значний розрив у кількості документів і цитувань, що може свідчити про концентрацію дослідницької активності у вибраній групі націй.

Джерела з найбільшою кількістю публікацій

Для визначення популярних джерел було проведено подальший аналіз. Результати наведені у Таблиці 7.

Таблиця 7

Ранг	Джерело	Кількість документів	Кількість цитувань
------	---------	----------------------	--------------------

1	Education and Information Technologies	6	76
2	Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence	5	58
3	Computers and Education Artificial Intelligence	4	75
4	International Journal of Artificial Intelligence in Education	3	31
5	Sustainability	2	87
6	Wireless Communications and Mobile Computing	2	31
7	Applied Sciences	1	66
8	British Journal of Educational Technology	1	58
9	Research Quarterly for Exercise and Sport	1	53
10	TechTrends	1	36
11	Contemporary Educational Technology	1	20
12	Center for Educational Policy Studies Journal	1	18
13	Journal of Science Education and Technology	1	17

Таблиця 7. Джерела з найбільшою кількістю документів і цитувань

Таблиця 7 демонструє об'єднання різних дослідницьких напрямів, які стосуються теми.

Лідуючими джерелами є журнали, зосереджені на освітніх технологіях (Education and Information Technologies, Computers and Education Artificial Intelligence, British Journal of Educational Technology), що вказує на значний акцент на технологічних аспектах підготовки вчителів. Наявність матеріалів конференції AAAI Conference on Artificial Intelligence свідчить про увагу до основоположних принципів штучного інтелекту, застосовуваних у персоналізованому навчанні.

Цікаво, що публікації в журналі Sustainability мають високий рівень цитувань, незважаючи на меншу кількість документів. Це вказує на впливовість досліджень, які вивчають довгострокові суспільні та екологічні наслідки навчання на основі ШІ. Присутність журналів, таких як Wireless Communications and Mobile Computing, вказує на дослідження мобільних технологій у персоналізованому навчанні та підготовці вчителів до їх використання.

Попри наявність публікацій у International Journal of Artificial Intelligence in Education, порівняно невелика кількість документів може свідчити про прогалину у дослідженнях, що безпосередньо стосуються педагогічних аспектів ШІ в освіті. Присутність на перших позиціях, здавалося б, непов'язаних журналів, таких як Research Quarterly for Exercise and Sport, потребує додаткового вивчення. Можливо, ці дослідження розглядають вплив персоналізованого навчання на добробут студентів або використання ШІ в персоналізованих програмах фізичної культури.

Співзвучність ключових слів

Аналіз співзвучності ключових слів було проведено для виявлення основних тематичних напрямів, пов'язаних із досліджуваною темою. Аналіз базувався на мінімальній кількості 10 згадувань терміна, з яких із 2337 термінів 50 відповідали цьому порогу.

Для кожного з 50 термінів було розраховано рейтинг релевантності, і 30 термінів було відібрано на основі стандартного вибору 60% найбільш релевантних термінів. Чотири загальні слова (article, paper, role, use) не були обрані. Решта

ключових слів (26) представлені на Рис. 6.

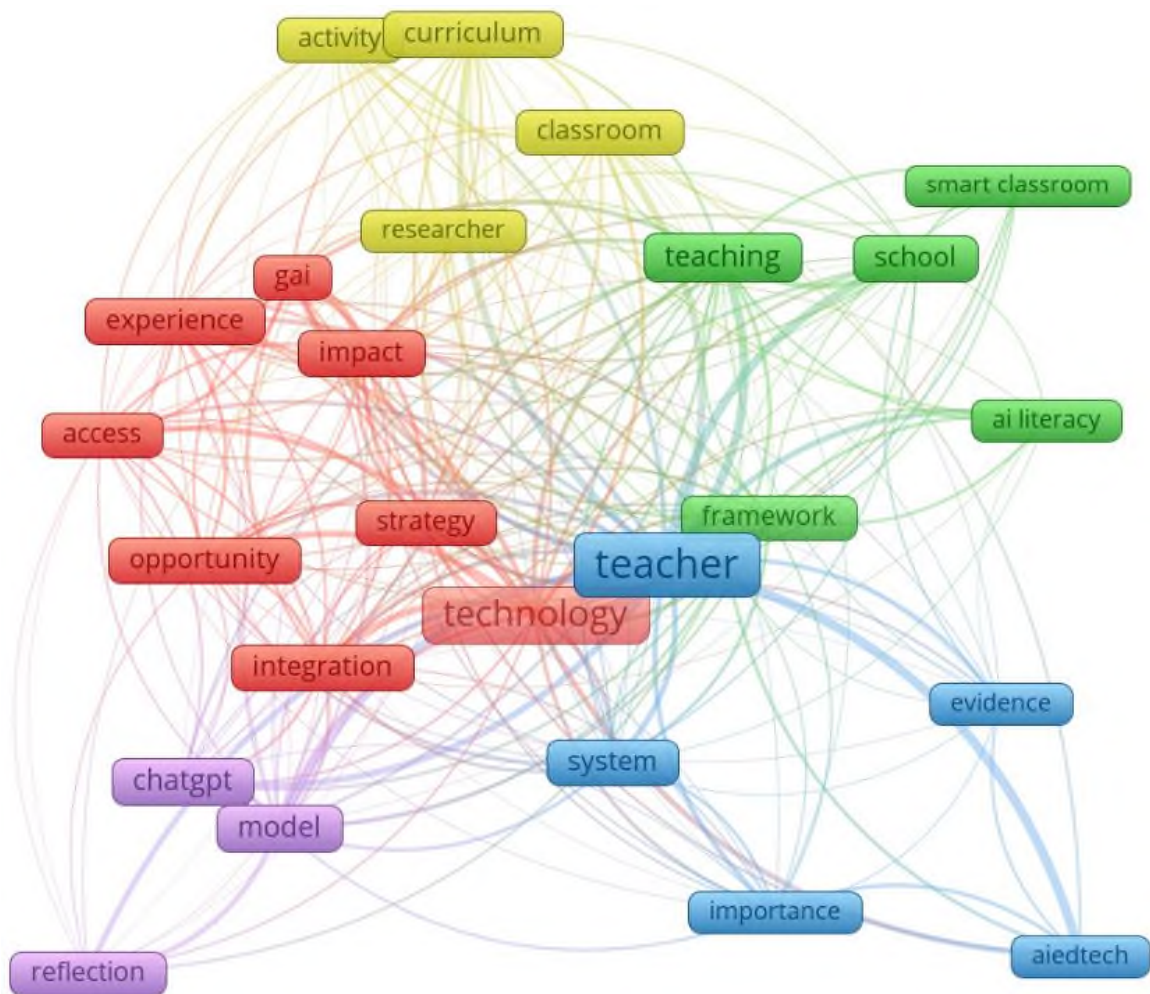


Рис. 6. Візуалізація мережі ключових слів за досліджуваною темою

Ми використовуємо три основні методи для аналізу карти ключових слів:

1. Аналіз кластерів:

Ключові слова, здається, згруповані в п'ять окремих кластерів, кожен із яких позначений різним кольором:

- **Кластер 1 (червоний):** Включає ключові слова, такі як "experience", "gai", "impact", "integration", "opportunity" і "strategy", пов'язані із загальним впливом, можливостями та стратегіями персоналізованого навчання на основі ШІ.

- **Кластер 2 (зелений):** Містить ключові слова, як-от "ai literacy", "analysis", "framework", "school" і "teaching", що стосуються методологічних основ, аналізу та аспектів викладання.

- **Кластер 3 (синій):** Включає ключові слова, такі як "aiedtech", "evidence", "importance" і "system", пов'язані з доказовою базою, значенням і системами, що використовуються в персоналізованому навчанні на основі ШІ.

- **Кластер 4 (жовтий):** Містить ключові слова, такі як "activity", "classroom", "curriculum" і "researcher", пов'язані з навчальним середовищем у класі, розробкою навчальних планів та дослідженнями.

- **Кластер 5 (фіолетовий):** Включає ключові слова, як-от "chatgpt", "model" і "reflection", пов'язані з конкретними моделями ШІ, такими як ChatGPT, та рефлексією щодо їх використання в персоналізованому навчанні.

2. Частота і значущість ключових слів:

- Ключовим словом із найвищою частотою є **"teacher"** (199 згадувань), за ним ідуть **"technology"** (115) і **"teaching"** (52). Це свідчить про те, що дослідження значною мірою зосереджені на вчителях, технологіях та викладацьких практиках у контексті персоналізованого навчання на основі ШІ.

- Ключові слова з високою загальною силою зв'язків, такі як **"technology"** (1178), **"model"** (521) і **"teaching"** (626), свідчать про їхню центральну роль у тематиці досліджень.

3. Темпоральний і цитатний аналіз:

- **Середній рік публікацій** більшості ключових слів — **2022**, що вказує на відносну новизну теми дослідження.

- Ключові слова, як-от **"aiedtech"** (58 середніх цитувань) і **"smart classroom"** (55,3), мають високі середні показники цитування, що свідчить про їх впливовість у цій сфері.

- Ключові слова, такі як **"ai literacy"** (1,269 нормалізованих середніх цитувань) і **"importance"** (1,4044), мають високі нормалізовані середні показники, що підкреслює їхню актуальність і потенційний вплив.

4. Карта ключових слів

Карта надає уявлення про різні аспекти й виміри оптимізації підготовки та перепідготовки вчителів для епохи персоналізованого навчання на основі ШІ. Вона висвітлює важливість вчителів, технологій, викладацьких практик, навчального середовища, навчальних планів та моделей ШІ, таких як ChatGPT. Аналіз також свідчить, що ця тема є відносно новою, але вже набирає обертів із появою впливових концепцій і досліджень.

5. Обговорення

6. Обмеження дослідження

1. Прості критерії включення:

Критерії включення були сформульовані у відносно простих семантичних одиницях, що стосуються фокусу досліджень і популяції. Складніші критерії, включаючи дизайн дослідження, деталі інтервенцій (вплив на популяцію), статистичний аналіз тощо, можуть бути викликом для сучасних LLM. Однак їх продуктивність можна покращити за допомогою **інженерії запитів** або вдосконалення моделей на основі даних зі звичайних систематичних оглядів.

2. Оцінка в різних сферах:

У цьому дослідженні не оцінювалася ефективність LLM у різних галузях. Критерії включення/виключення подавалися моделі у вигляді підказок без прив'язки до конкретної сфери. **Адаптація або вдосконалення LLM** для кожної галузі досліджень може підвищити ефективність.

3. Потенціал LLM:

Попри ці обмеження, дослідження підкреслює величезний потенціал використання передових моделей ШІ для прискорення синтезу доказової бази. Зі швидкою еволюцією LLM вони, ймовірно, гратимуть дедалі помітнішу роль в оптимізації не лише систематичних оглядів, а й інших важливих дослідницьких завдань.

Цей бібліометричний аналіз надав всебічний огляд сучасного дослідницького ландшафту підготовки та перепідготовки вчителів у контексті персоналізованого навчання на основі ШІ. Систематичний аналіз публікацій, авторів, установ, країн, джерел та співзвучності ключових слів дозволив виявити низку важливих інсайтів і тенденцій.

Дослідження висвітлило нещодавнє зростання інтересу до цієї галузі, особливо у 2023 році, що зумовлено зростанням практичного застосування технологій ШІ та прискореним впровадженням підходів до онлайн- і змішаного навчання під час пандемії COVID-19. Були визначені впливові автори, установи та країни, що проливає світло на ключових учасників, які формують дискурс, а також на географічний розподіл дослідницьких зусиль.

Аналіз показав міждисциплінарний характер досліджень, до яких долучилися представники таких різноманітних галузей, як освітні технології, штучний інтелект, сталий розвиток та бездротові комунікації. Ця різноманітність підкреслює складність і багатогранність проблематики, яка потребує синергічного підходу з боку різних дисциплін.

За допомогою аналізу співзвучності ключових слів було виявлено основні теми, концепції та нові тенденції у межах досліджуваної теми. Аналіз підкреслив центральну увагу до вчителів, технологій, викладацьких практик, навчального середовища в класі, навчальних планів та конкретних моделей ШІ, таких як ChatGPT. Визначення цих ключових областей забезпечує дорожню карту для майбутніх досліджень і основу для розробки всебічних програм підготовки та перепідготовки вчителів.

Оскільки LLM швидко розвиваються, вони, ймовірно, відіграватимуть дедалі важливішу роль в оптимізації не лише систематичних оглядів, а й інших важливих дослідницьких завдань. Перспективними напрямками є використання LLM для інших етапів систематичних оглядів, таких як повнотекстовий скринінг, витяг даних із досліджень, аналіз ризику упередженості та навіть інтелектуальний синтез результатів досліджень.

Вивчення можливостей LLM для напівавтоматизації процесу систематичних оглядів у межах надійного, верифікованого машинного навчального конвеєра (LLMOps) є захопливою областю майбутніх досліджень. Це має глибокі наслідки для прискорення наукових відкриттів, заснованих на синтезі доказів, та прийняття рішень на основі доказів.

Для національних освітніх досліджень це є ще однією можливістю перейти до освіти, заснованої на доказах, яка подібна до доказової медицини. Це дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо вибору конкретних дій (впливів, інтервенцій тощо) в освітньому процесі, ефективність яких у конкретному контексті є науково доведеною.

3. Штучний інтелект у процесі розвитку цифрової компетентності освітян *(В. В. Коваленко)*

Сьогодні освіта стикається з безпрецедентними викликами та можливостями, зокрема, через стрімкий розвиток цифрових технологій. Особливе місце у цьому контексті займає ШІ, який змінює підходи до навчання та професійного розвитку освітян.

У [152, с. 50] *цифрова компетентність педагогічного працівника* визначена, як складне динамічне цілісне інтегративне утворення особистості, яке є його багаторівневою професійно-особистісною характеристикою в сфері цифрових технологій і досвіду їхнього використання, що обумовлене з одного боку потребами та вимогами цифрового суспільства, а з іншого появою цифрового освітнього простору, який змінює освітню (навчально-виховну) взаємодію всіх її учасників, характеризується широким залученням мережі Інтернет, цифрових систем зберігання та первинної систематизації даних, а також автоматизованих цифрових аналітичних систем (на основі нейромереж та ШІ), що дозволяє ефективніше здійснювати професійну діяльність та водночас вимагає (можливо – стимулює або потребує) постійного професійного саморозвитку.

Цифрова компетентність освітян повинна охоплювати широкий спектр її складників, включаючи медіаграмотність, опрацювання та критичну оцінку інформаційних даних, безпеку та співпрацю в мережі Інтернет, знання про різноманітні цифрові технології та пристрої. Важливо також вміти використовувати відкриті ресурси та технології для професійного розвитку, формувати в учнів навички ефективного використання цифрових технологій та сервісів у навчальних і життєвих ситуаціях для вирішення різних проблем та завдань. Освітняни повинні застосовувати інноваційні технології для оцінювання результатів навчальної діяльності учнів, розуміти концепти кодування, елементи ШІ, віртуальної та доповненої реальності, а також вирішувати професійні проблеми за допомогою цифрових технологій [152, с. 3].

Педагогічні працівники повинні знати, як цифрові технології сприяють комунікації, співпраці, творчості та інноваціям, а також розуміти їх функціональні можливості, обмеження, наслідки та ризики. Освітняни мають розуміти основні принципи, механізми та логіку, які лежать в основі розробки цифрових сервісів, що постійно вдосконалюються, а також мати знання про функціонування та використання різних цифрових пристроїв, комп'ютерних програм та мереж. Окрім того, освітяни повинні критично оцінювати достовірність і надійність інформаційних джерел, а також вплив інформації та даних на свідомість, розвиток особистості та прийняття рішень. Також потрібно усвідомлювати юридичні та етичні аспекти, пов'язані з використанням цифрових технологій [152, с. 3].

Штучний інтелект – це наука й технологія створення інтелектуальних машин та інтелектуальних комп'ютерних програм [152, с. 52].

ШІ відіграє важливу роль у процесі розвитку цифрової компетентності освітян. ШІ надає значні можливості для освітян, дозволяючи їм адаптуватися до нових технологій та покращувати свої педагогічні навички. ШІ може аналізувати великі обсяги даних в освітньому процесі, надаючи освітянам інформацію про

ефективність методів навчання, потреби учнів/студентів та персоналізовані підходи до навчання.

ШІ може допомагати освітянам у створенні адаптивних навчальних планів відповідно до потреб учнів/студентів, автоматизації оцінювання та персоналізованого зворотного зв'язку. Це сприятиме розвитку цифрової компетентності, оскільки освітяни навчаються використовувати ці інструменти для підвищення ефективності навчання.

Незважаючи на потенціал ШІ, існують і виклики, зокрема, етичні міркування, необхідність забезпечення конфіденційності даних, а також потреба в постійному оновленні та навчанні освітян для роботи з новими технологіями.

Отже, ШІ має великий потенціал стати одним із ключових інструментів у розвитку цифрової компетентності освітян. Однак для ефективного використання можливостей ШІ є потреба у зміні підходів до навчання, розробка нових етичних стандартів та забезпечення постійного підвищення рівня цифрової компетентності освітян.

4. Штучний інтелект у системі запитань «Цифрограм для вчителів» (М. В. Мар'єнко)

У 2024 р. у відділі хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти Інституту цифровізації освіти НАПН України розпочато прикладне дослідження «Проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів» (ДР № 0124U000671). В 2024 р. заплановано виконання теоретико-моделювального етапу, в межах якого передбачено дослідження стану проблеми використання ШІ педагогічними кадрами. Одним з можливих варіантів дослідження стану проблеми є аналіз системи запитань національного тесту «Цифрограм для вчителів», адже станом на початок серпня 2022 р. більше ніж 180000 вчителів його успішно пройшли [133]. Цифрограм є одним з безкоштовних інструментів, щоб оцінити особисто цифрову грамотність (при цьому це твердження стосується не лише вчителів, але й громадян, держслужбовців, медичних працівників). Тому існує припущення, що тест «Цифрограм для вчителів» містить запитання пов'язані зі штучним інтелектом, його застосуванням чи найпоширенішими сервісами штучного інтелекту, які використовують вчителі. Аналіз буде доречним, оскільки база запитань постійно оновлюється в зв'язку з опануванням педагогами нових цифрових технологій. Зміст таких запитань, їх кількість дозволить проаналізувати як саме використовують вчителі той чи інший сервіс, їх поширення та знання якими володіють/можуть володіти вчителі з приводу тематики штучного інтелекту. Крім того, аналіз специфіки даних запитань допоможе у проведенні констатувального етапу педагогічного експерименту, що заплановано на 2024 р. в межах проведення наукового дослідження.

А. Д. Гуркіна в своєму дослідженні [131] описує цифрову компетентність яка складається з п'яти сфер та надає перелік її складників (всього 21 складник). Перелік складників є актуальним та наводиться на офіційному сайті, де можна пройти «Цифрограм для вчителів» [131]. Слід зауважити, що змінилась кількість запитань. Станом на січень 2024 р. кількість запитань варіюється в межах 60.

В попередніх дослідженнях [148] було проаналізовано роль національного тесту «Цифрограм для вчителів» в контексті цифровізації загальної середньої освіти. Однак, його структура, зміст запитань детально не досліджувалось.

Застосування штучного інтелекту в освіті поступово набуває поширення і є новим як для дослідників, так і для практиків. Оглядове дослідження [22] спрямоване на те, щоб зрозуміти можливості та проблеми штучного інтелекту в освіті шляхом вивчення літератури за останні 10 років (2012–2021 рр.) з використанням методів матричного кодування та аналізу контенту. Результати представляють поточну спрямованість досліджень штучного інтелекту шляхом визначення 13 ролей технологій ШІ в ключових сферах освіти.

Праця [49] спрямована на дослідження потенційного впливу штучного інтелекту на освіту шляхом огляду та аналізу наявної літератури за трьома основними напрямками: застосування, переваги та проблеми. Дослідження зосереджене на використанні штучного інтелекту у спільному навчанні вчителя та учня, інтелектуальних системах навчання, автоматизованому оцінюванні та персоналізованому навчанні. Окреслено негативні аспекти, етичні проблеми та

можливі майбутні шляхи впровадження ШІ в освіті.

У дослідженні [68] розглянуто, як штучний інтелект в освітніх системах використовується та розгортається в контексті глобальної освіти. У праці [32] показано, що інструменти ШІ постійно стають відкритими. Як і у випадку з усіма новими технологічними інноваціями, це створює низку можливостей і викликів для освіти: насамперед для вчителів та учнів. В академічній спільноті та за її межами зростає інтерес до використання штучного інтелекту в освіті для розроблення контенту. Це створює можливості та виклики для академічної та дослідницької доброчесності.

В працях українських науковців також зростає інтерес до штучного інтелекту. Використання ШІ у сфері вищої освіти проаналізовано науковцями в роботі [134]. В роботі розглянуто також нормативно-правову базу впровадження штучного інтелекту в освітній простір України. Про широкий інтерес українських науковців до використання штучного інтелекту в освіті свідчать і результати проведення круглого столу «Використання штучного інтелекту в освіті: CHATGPT і більше» 14 червня 2023 р. Зареєстрованих учасників було близько 1660, однак присутніми на заході було понад 800 освітян. З результатами проведення круглого столу опубліковано збірник матеріалів [113]. 1-2 березня 2024 р. також заплановано проведення Міжнародної наукової конференції «Штучний інтелект у науці та освіті», що говорить про зростання інтересу науковців та освітян до окресленої тематики.

У 2023 р. з 23 жовтня по 21 листопада було проведено підвищення рівня цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників НАПН України, одним зі спікерів була авторка статті (назва модулю: «Дія.Освіта»). У процесі підготовки до проведення заняття було два рази успішно пройдено анкетування «Цифрограм для вчителів», що дало змогу виокремити тематичні блоки запропоновані в табл. 8. П'ять сфер, з яких складається цифрова компетентність також прослідковуються в системі запитань [131], однак запропоновані тематичні блоки представлені в табл. 8 є виключно авторськими, що базуються на широкому аналізі.

Таблиця 8

Основні тематичні блоки національного тесту «Цифрограм для вчителів»

Тематичний блок	Складники блоку
Facebook	Оформлення дописів Безпека в соціальній мережі Групи в соціальній мережі Створення подій
Додатки Google	Google Документи Google Таблиці Google Презентації Google Форми Google Сайти Google Клас Google Диск Google Карти Google Зображення

YouTube	Основи використання Авторські права: Списки відтворення: Коментарі, підписки:
Електронне урядування	Захист авторських прав Електронний документообіг Електронні документи Захист персональних даних Електронна ідентифікація Сайти державних органів управління
Електронна школа	Електронний журнал Месенджери Програми відеоконференцій Електронна пошта Безпека в цифровому суспільстві Кібербезпека Захист облікового запису Google Захист пристрою
Робота з браузером	Відсутні
Операційна система Windows	Відсутні
Інклюзивне навчання	Додаткові цифрові сервіси Стандартні (системні програми)

Отже, в першу чергу в «Цифрограм для вчителів» можна знайти блок, що стосується використання соціальних мереж, зокрема Facebook. Зрозуміло, що користувачі активно використовують й інші соціальні мережі, в тому числі – наукові. Проте, в «Цифрограм для вчителів» частіше зустрічається саме Facebook. Можливі окремі запитання стосовно оформлення дописів, наприклад, як це коректно зробити, як відмітити колег або друзів, як зробити допис видимим для певних користувачів, а також, які символи можна використовувати. Тематичний блок «Facebook» можна розділити на категорії, такі як безпека в соціальних мережах, де можуть виникнути запитання щодо безпеки вашого акаунту (наприклад, як заблокувати доступ недоброзичливих користувачів). Може бути сформульовано запитання про групу в соціальній мережі, але як правило, це запитання прив'язане саме до Facebook. Багато груп можна організувати для поширення своїх наукових здобутків, для репрезентації наукової діяльності, тощо. Це може стосуватись, зокрема і їх адміністрування. Також можуть бути запитання щодо спецсимволів, наприклад, хештегів, як їх поставити.

Отже, перший тематичний блок стосується Facebook, наступний – це сервіси Google. Наприклад, Google Документи. Могуть бути запитання щодо надання

приватності, чи надання доступу до цих документів. Також можливі запитання, як створити документ, як залишити коментар, як відкрити документ для редагування, або – тільки для коментування. Google Таблиці – не виявлено спеціалізованих запитань. Масив запитань обмежується рамками: як створити новий аркуш, як створити діаграму (це може бути послідовність кроків або запитання, як його вдало створити чи, як зв'язати з Google Формою). Стосовно сервісу Google Презентації, наявні запитання охоплюють: як відрізняються Google Презентації від інших програм для створення презентацій, які не є хмарними, ті, що встановлені на локальному пристрої, що не підключено до Інтернету, як ними можна скористатись. Також, можуть бути моменти пов'язані з тим: як показати слайд, або як надати доступ великій аудиторії користувачів. Про Google Форми дуже багато запитань: як створити запитання, як надати доступ іншим колегам. Можуть бути нетривіальні запитання: як використати Google Форми в нестандартній ситуації. Іноді, зустрічаються змодельовані події, згідно яких вчитель має здогадатися, що треба вибрати саме Google Форми, а не Google Таблиці. Дуже часто в запитаннях про Google Сайти можна зустріти, наприклад, як краще зібрати банк бази даних. В даному випадку, термін «база даних» сприймається не як термін для інженерів-програмістів, а скоріше як масив уроків чи шкільне планування. В цьому випадку запитання стосуватимуться наступних проблем: де його краще розмістити на загал, як потім дати це посилання, щоб його побачили якомога більше людей. Можуть підлягати перевірці послідовні етапи та основні моменти використання цих додатків. Дуже багато запитань про Google Клас. Наприклад, як створити новий курс, як до нього додати окремо учнів, який має бути порядок створення того чи іншого елементу курсу. Можуть бути запитання про те, як доречно виставляти матеріали (самостійно викладати матеріал в якийсь конкретний час чи автоматично). Зустрічаються запитання з приводу того, як підключити колегу, як не переплутати ролі, як зробити так, щоб два вчителів вели один і той же курс, як організувати роботу групи чи окремої мікрогрупи класу. Google Диск: на що треба звернути увагу. З приводу використання сервісу Google Диск слід окреслити наступні моменти: як створити папку, як організувати електронний документообіг, як організувати збір матеріалів, як розшарити дану папку. Дуже багато запитань з приводу надання прав доступу, а також, як організувати електронний документообіг. Як організувати ознайомлення з наказом чи електронно перевірити, що кожен з колег переглянув потрібний документ, або отримати від них підтвердження. Запитань, що пов'язані з використанням Google Карт виявлено не так вже й багато. Зустрічаються запитання більше організаційного характеру: як спланувати подорож, як відмітити перегляд тих чи інших місць, як переключатися між різними режимами. Для даного сервісу це переважною більшістю загальновідомі запитання для користувачів (без специфіки роботи вчителів). Окремі запитання для використання сервісу Google Карти стосуються виконання пошуку найближчих об'єктів по відношенню до пристрою користувача.

Наступний тематичний блок – це YouTube. Можна зустріти запитання з приводу основ використання, тобто: як завантажити відео, як його відредагувати, як надати доступ, як зрозуміти що воно відкрите чи закрито, відкрити коментування чи

заборонити, як перевірити кількість вподобань. Окремі запитання були з приводу налаштування зворотного зв'язку в YouTube для учнів (користувачів). Окремим пунктом слід віднести дотримання авторських прав (особисто вчителя та учнів): коли потрібен дозвіл батьків на використання відео за участю учнів (а коли ні), які мають бути дії користувача, якщо порушені особисті авторські права. Треба звернути окрему увагу на списки відтворення: як створити, в яких ситуаціях доречно використовувати в навчальному процесі. Окрема увага приділяється коментарям та підпискам (як підписатись на канал, як рекомендувати своїм учням чи колегам).

Тематичний блок «Електронне урядування». Хоча складники блоку на пряму не всі стосуються електронного урядування, але певною мірою пов'язані між собою. Наприклад, сайти державних органів управління. Мова йде про те, що вчитель повинен знати електронну адресу офіційних сайтів (або хоча б візуально їх впізнавати). Електронний документообіг: запитання стосуються ситуацій, коли і як доречніше організувати надсилання великої кількості документів одному користувачу чи групі. В яких випадках доречніше створити архів, а коли краще скористатись розміщенням документів на Google Діску (з урахуванням відповідних прав доступу). Електронна ідентифікація (причому не лише на комп'ютері, ноутбучі, на будь-якому пристрої, але і на смартфоні, планшеті). Частина запитань стосується використання електронного підпису, банку ID, Дія.Підпис (як створити, коли можна використати). Існує, серед запитань, ще електронна ідентифікація за ідентифікаційним кодом, Face ID, ідентифікація за відбитком пальця. Наступний складник блоку – електронні документи. Серед запитань даного виду прослідковується зв'язок з електронним документообігом (відмінності між розширеннями документів PDF та DOC, в якому форматі краще вносити правки, як конвертувати з одного формату в інший). Треба зауважити, що знову постає проблема захисту авторських прав: як правильно оформити посилання на сайт, на конкретну сторінку сайту, які принципи оформлення використаних джерел. Останнім пунктом постає захист персональних даних. Мова йде про те, як можна захистити свої дані на смартфоні, на ноутбуці чи планшеті (надійні паролі, створення паролів на окремі папки).

Наступний блок, який представлений в табл. 8 є «Електронна школа». В «Цифрограм для вчителів» відсутня орієнтація на конкретний електронний журнал. Запитання стосуються послідовності дій заповнення електронного журналу (загальні принципи), як краще виставити оцінку, які кроки виконання тієї чи іншої задачі для вчителя. Окрема увага приділяється використанню месенджерів. Запитання не орієнтовані на конкретні їх види (Viber, Telegram чи інший). В даному блоці досить чітко відокремлюються функції месенджерів та відеоконференцій. Месенджери орієнтовані на швидку комунікацію з класом. Слід звернути увагу, що окремі запитання спрямовані на те, як вводити спецсимволи, або як звернутися до конкретного користувача в спільній групі, як організувати групу закрито/відкрито, або чим можуть відрізнятися групи батьків і вчителів. Електронна пошта виступає окремим інструментом для надсилання файлу (колезі, або групі колег). В запитаннях прослідковуються тонкощі з приводу пересилання копії декільком адресатам, як

відповісти тільки одному адресату (або всім). Вчитель має розуміти, що учні електронну пошту реєструють в більш старшому віці. Зрозуміло, що чим старший учень, тим більше він має різноманітних сервісів, засобів комунікації. Безпека в цифровому суспільстві є окремою категорією. Треба звернути увагу на такі рубрики, як кібербезпека, безпека та захист облікового запису Google, і захист пристрою. Ці запитання є дотичними один до одного (наприклад, відмінності між поняттями дезінформація та пропаганда, або фейк та дезінформація). Захист облікового запису Google включає можливе використання подвійної аутентифікації, уточнення дій з приводу повідомлення про спробу отримати доступ до вашого облікового запису Google, як відновити свій обліковий запис Google. До цього ж пункту можна ще віднести захист даних учня.

Робота з браузером винесена в окремий тематичний блок. Не йде мова з приводу використання конкретного браузера. Запитання звучать узагальнено: як ви можете зберегти лінк, як упорядкувати ваші закладки, як зберегти посилання в окрему папку, де знаходиться рядок введення лінку. Окремі категорії запитань стосуються розташування рядка пошукового запиту, як встановити додаток чи розширення/надлаштування для браузера.

Багато запитань стосуються операційної системи Windows: як створити папку, як створити файл, де можна знайти меню для видалення програми з комп'ютера. Окремим блоком слід розглянути стандартні системні програми, які можна використати для інклюзивного навчання. Додатково є запитання з приводу окремих цифрових сервісів, які можна використати в інклюзивному навчанні (спеціалізовані та не є стандартними для операційної системи Windows).

Типи завдань, що були проаналізовані в національному тесті «Цифрограм для вчителів»:

1. Встановити послідовність дій.
2. Обрати декілька правильних відповідей.
3. Встановити відповідність.
4. Звичайне запитання – одна правильна відповідь.

Згідно проведеного аналізу було зроблено висновок, що в тесті «Цифрограм для вчителів» досить незначна кількість запитань пов'язана з штучним інтелектом. Прямих запитань, які б висвітлювали використання сервісів ШІ в освітньому процесі не виявлено. Побіжно, окремі запитання можна співвідносити з тематикою використання штучного інтелекту (наприклад, ті, що стосуються сервісів Google Зображення чи Google Карти). Сервіс Google Зображення працює за окремими алгоритмами штучного інтелекту (про що вказано в довідці Google). Це, зокрема стосується не всіх дій які можна виконувати за допомогою інструментарію даного сервісу, а цілком конкретних: пошук за заданим зображенням (знаходження першоджерела графічного файлу), використання гугл камери (функція в перші чергу доступна на смартфонах та планшетах). Сервіс Google Карти також було оновлено та до його інструментарію включено певні функції штучного інтелекту. Це стосується в першу чергу пошук місць за запитом користувача поблизу його фактичного місцеперебування. Крім того інструментарій сервісу Google Карти здатний обробляти запити які не є точною назвою місцезнаходження магазину,

підприємства чи закладу (наприклад, запити про пошук ліків чи специфічних торгових товарів). Проте, подібні запитання як правило досить рідко зустрічаються в національному тесті «Цифрограм для вчителів» (1 запитання з 61, чи 1 запитання з 62, що складає приблизно 2 %). Оскільки запитання в «Цифрограмі для вчителів» постійно оновлюються, з часом кількість запитань пов'язаних зі штучним інтелектом зростає. Аналіз такої кількості запитань не допоможе під час проведення констатувального етапу педагогічного експерименту, що заплановано на 2024 р. Тому додаткових досліджень вимагає стан проблеми в роботах українських науковців та закордонних праць. Враховуючи, що інтерес до штучного інтелекту з боку освітян та педагогів зростає, а методичні засади до використання ШІ в освіті практично відсутні, подальшими кроками буде створення методик та методичних рекомендацій використання ШІ в освітньому процесі.

5. Використання технологій штучного інтелекту вчителями математики в процесі дослідницького навчання для мотивації навчально-пізнавальної діяльності учнів (О. О. Гриб'юк)

Дослідження в галузі штучного інтелекту розпочалися 75 років тому, проте практичного застосування вони набули за півстоліття. Замість затребуваних сьогодні нейронних мереж, алгоритмів машинного навчання успішно використовувалися інші підходи – послуговуючись аналоговим способом розв'язували диференційні рівняння. Поняття «штучний інтелект» відноситься до систем автоматичного управління, що ґрунтуються на технологіях опрацювання знань у процесі розв'язування задач в умовах невизначеності. Математика давно вважається складним предметом для учнів, однак із розвитком ШІ розв'язування математичних задач стає ефективнішим і доступнішим.

Сучасні засоби ШІ поділяються на три групи: 1. *Робототехніка*. 2. *Загального інтелектуального спрямування*. 3. *Сприйняття мови (в т.ч. особливості опрацювання природної мови) та зображення, імітація зору*. Безперечно, з урахуванням специфіки та можливостей використання ШІ, роль вчителя у процесі навчання математики посилюється. ШІ допомагає педагогу гнучко організувати навчальне заняття, приділяючи при цьому особливу увагу кожному учневі. Однак ШІ не здатний сформувати в дітей емоційний інтелект та емпатію, здійснити адекватне оцінювання творчих проектів учнів, замінивши педагогів.

ШІ – це набір алгоритмів, програмних правил, методів оптимізації, машинного навчання тощо, з використанням яких комп'ютер імітує деякі когнітивні (тобто розумові) функції людини. Саме імітує (!) Доцільно звільнити деякий час вчителів, тим самим дозволивши їм сконцентрувати свою увагу безпосередньо на роботі з учнями.

Взагалі, програмою штучного інтелекту можна назвати будь-яку комп'ютерну програму, яка автоматично аналізує певні дані та ухвалює рішення. Необхідно передбачити та уникати виникнення ситуацій, коли ШІ не полегшує діяльність учнів, а стає *електронним спостерігачем, з яким не можна домовитися*. При цьому *«власного» інтелекту в «штучному інтелекті» не існує*. Просто одні люди використовують електронний ресурс із метою управління іншими людьми. Дотепер залишається не вирішеним завдання нормального діалогу природною мовою з машиною. Машина не може підтримувати зв'язного діалогу, утримувати фокус, розуміти нестандартні/творчі запитання. Хоча тема чат-ботів дотепер затребувана, оскільки, наприклад, пропонують чат-ботів, які розмовляють (зокрема завдання синтезу й аналізу мови вирішене [18, с. 17], але після обміну з ботом кількома зв'язними репліками стає зрозуміло, наскільки він усе ще залишається недосконалим.

Не розв'язане завдання щодо здійснення якісного машинного перекладу текстів, хоча завдяки нейронним мережам машинні переклади удосконалюються. Вони стали набагато кращими, ніж років тридцять тому.

Очевидно, що з урахуванням сучасних викликів необхідна реорганізація управління розвитком обчислювальних наук і технологій в Україні. При цьому доцільно критично осмислити досвід передових країн, які випереджають нас за

рівнем розвитку цієї галузі. Серед державних ініціатив у цьому напрямі доцільно виокремити сформовану в 2013 р. у Німеччині Національну програму SPPEXA з суперобчислень (Strategic Priority Program 1648 «Software for Exascale Computing» [12, с. 25]), що базується на консорціумі з більш ніж 40 інститутів і трансформується у дво- і тристоронні міждисциплінарні мегапроекти з партнерами з Франції та Японії. Аналогічні стратегічні ініціативи є у США, Китаї та інших країнах. Серед неурядових ініціатив на особливу увагу заслуговують IESP – міжнародна програма з масштабного програмування, SIAM – товариство індустріальної та прикладної математики.

Доцільно зауважити, що в контексті ефективності управління закладом освіти штучний інтелект бере на себе виконання рутинних операцій, допомагає людині знаходити правильні рішення і навіть здатний замінити її на деяких етапах роботи. Штучний інтелект – це просунута автоматизація. Раніше процесами оптимізації виробництва займалися програмісти, а тепер існують програми, які можуть навчатися самостійно. Нейронна мережа – один із видів штучного інтелекту, конкретний алгоритм або, точніше, набір алгоритмів. Машинне навчання – ширше поняття, ніж нейронна мережа. Можна примітивно учням пояснити таким чином: *існує штучний інтелект, у ньому машинне навчання, а в машинному навчанні – нейронні мережі.*

Необхідно враховувати усі особливості використання ШІ в процесі дослідницького навчання математики. Ефективність використання індивідуальної траєкторії навчання учня залежить від властивостей повноти, актуальності та адекватності інформації, якою «наділений» ШІ, в тому числі з урахуванням технологічного, культурного та економічного розвитку. З'являється джерело/подразник, що провокує ШІ на прийняття помилкових рішень. Йдеться про відхилення роботи машинного інтелекту від оптимальних рішень. У різноманітних учнівських групах освітній процес здійснюється із використанням різних сценаріїв. У освітньому середовищі існують різні компоненти, що впливають на розвиток учнів [13, с. 47]. Наприклад, можливе використання віртуальної реальності, що сприятиме не тільки наочному уявленню про складні процеси та об'єкти, але й обмежувати добір із врахуванням досвіду роботи з реальними об'єктами.

З використання IVR [46, с. 358] можна створювати середовище з метою здійснення дослідницького навчання, наприклад, історії [4, с. 10], історії математики тощо. Безперечно, такі технології потребують неперервного накопичення і аналізу великих масивів персональних даних і безпечного використання [57, с. 1126]. Наслідки таких обмежень уже прослідковуються в суспільстві. Однак конкретних досліджень щодо впливу такої взаємодії з машинним інтелектом на емоційний розвиток учнів не існує. Довіра до комп'ютерного «помічника», який на повинен помилятися, з одного боку є необхідною умовою для ефективного використання ШІ на уроках, а з іншого боку може зашкодити учням, створивши ілюзію «розумної» машини [74, с. 217]. Саме тому обов'язкове введення вікових обмежень учнів в процесі використання ШІ. Безперечно, коректне застосування таких засобів значною мірою залежатиме від правильного добору методів накопичення і валідації масивів даних [53, с. 587]. Здійснено ґрунтовне дослідження і проведено аналіз механізмів

координації та оптимізації ІІІ в процесі консультування учнів із використанням технологій BigData [100, с. 21].

Добір методів задля досягнення необхідного рівня розвитку ІІІ залежить від заздалегідь сформульованої мети і завдань з урахуванням моральних і етичних норм поведінки, не допускаючи виникнення ситуації відхилення від допустимих в контексті людських цінностей норм [6, с. 97], впливатиме на рівень довіри [101, с. 199].

Обережно потрібно відноситися на питання накопичення, опрацювання і збереження даних учнів. Інтелектуальний аналіз таких даних включає розроблення систем електронного навчання, педагогічного супроводу та здійснення прогнозування успішності учнів [16, с. 435], моніторингу уваги, емоцій, пам'яті школярів із метою покращення розробленого курсу та підвищення ефективності управління навчальним процесом [69, с. 19].

У рамках дослідження використовувалися системи *MathGPTPro ChatGPT, MathCad* (див. Таблицю 9). *MathGPTPro* – нейронна мережа, з використанням якої можна розв'язувати різноманітні математичні задачі, в тому числі з алгебри, математичного аналізу, теорії ймовірностей, топології тощо. *ChatGPT* – нейронна мережа, яка здатна розуміти природну мову та відповідати на запитання, імітуючи відповіді людини. Використовується заздалегідь дібраний синтаксис для уведення математичних формул і виразів, підтримуючи *LaTeX* для коректного виведення результатів обчислень. *MathCad* – математична система, що використовується із метою здійснення оперативної перевірки процесу розв'язування завдань із можливостями уточнення відповідей.

Таблиця 9

Результати дослідження щодо ефективності розв'язування математичних завдань на уроках алгебри

№ з/п	Завдання	Відповідь	Тип математичної моделі	Math GPTPro	ChatGPT	MathCad
1	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Границя	+	+	+
				2 с.	47 с.	2 с.
2	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов	Ошибка! Объект не может быть создан из	Границя	–	–	+
				3 с.	3 хв. 12 с.	3 с.

	полей редактирования .	кодов полей редактировани я.				
3	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования .	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактировани я.	Рівняння	+	+	+
				4 с.	1 хв. 17 с	3 с.
4	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования .	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактировани я.	Система рівнянь	-	+	+
				3 с.	1 хв. 43 с.	5 с.
5	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования .	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактировани я.	Рівняння	+	+	+
				4 с.	1 хв. 15 с.	3 с.
6	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования .	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактировани я.	Рівняння	+	+	+
				3 с.	1 хв. 27 с.	2 с.
7	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования .	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактировани я.	Система рівнянь	-	-	+
				6 с.	2 хв. 13 с.	5 с.

	создан из кодов полей редактирования.	создан из кодов полей редактирования.				
8	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Формула	+	+	+
				5 с.	1 хв. 32 с.	3 с.
9	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Формула	+	+	+
				6 с.	1 хв. 47 с.	3 с.
10	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Интеграл	\pm	-	+
				6 с.	2 хв. 17 с.	4 с.
11	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Интеграл	+	-	+
				7 с.	1 хв. 32 с.	4 с.
12	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Интеграл	+	-	+
				8 с.	1 хв. 53 с.	4 с.

	может быть создан из кодов полей редактирования.	может быть создан из кодов полей редактирования.				
13	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	Функция	–	–	+
				10 с.	2 хв. 13 с.	3 с.

Нижче наведено результати експериментального дослідження:

MathGPTPro: 8 правильно розв'язаних завдань, 5 – неправильно. Отримали допустимий варіант розв'язання кожного завдання: повнота – 157 слів щодо опису розв'язання; середня швидкість розв'язування становить 5,15 с.

ChatGPT: 7 правильно розв'язаних завдання, 6 – неправильно. Отримали допустимий варіант розв'язання кожного завдання: повнота – 229 слів щодо опису розв'язання; середня швидкість розв'язування становить 106,77 с.

MathCad: всі завдання правильно розв'язані. Варіанти розв'язання усіх завдань відсутні. Швидкість розв'язування становить 3,38 с.

У дослідженні [46, с. 355] розглядаються різноманітні приклади використання нейронних мереж на уроках математики в школі: *розпізнавання і створення геометричних фігур, обчислення їх параметрів, площ і периметрів; аналіз даних і пошук відповідних закономірностей; створення практико орієнтованих задач, дослідницьких задач; генерація математичних завдань різноманітної тематики і рівня складності; розпізнавання рукописного тексту тощо.*

Нейромережі стали частиною нашого життя. ChatGPT пише тексти, а Midjourney генерує зображення із урахуванням конкретного запиту. Нижче пропонується порівняльна характеристика нейронних мереж, що використовуються в рамках дослідження (див. Таблицю 10).

Таблиця 10

Порівняльна характеристика нейронних мереж для вчителів

Нейромережа	Опис
<i>CopyMonkey</i> (https://www.copymonkey.app/)	для роботи з текстом, причому з'являється можливість генерування тексту з урахуванням різноманітних запитів: статті, повідомлення, есе, матеріали для бесіди тощо.
<i>Fusion Brain</i> (https://fusionbrain.ai/)	для генерування фотографічних зображень і відеоматеріалів. З'являється можливість створювати не лише ілюстрації, але й анімації упродовж орієнтовно трьох хвилин.

<i>Gamma</i> (https://gamma.app/)	для створення презентацій. Із використанням нейронної мережі можна створити потрібну структуру презентації, дібрати відповідний стиль і створити необхідні зображення.
<i>GraphMaker</i> (https://www.graphmaker.ai/)	для створення графіків, причому в контексті використання даних можна використовувати таблиці Google, завантажені з комп'ютера файли та відповідні дані, розміщені в нейронній мережі.
<i>Perplexity</i> (https://www.perplexity.ai/)	використовується для можливості ознайомлення з довідковими матеріалами задля отримання висновків у контексті затребуваної навчальної теми. Наприклад, здійснити короткий переказ тексту, прочитаного перед уроком. Ґрунтовного опису не запропонує, однак основну структуру тексту виведе на екран.
<i>Synthesia</i> (https://www.synthesia.io/)	створює відео на підставі текстового повідомлення, причому аватар озвучить запропонований текст. Існує можливість добору будь якого із 140 аватарів.
<i>Turbo Check</i> (https://turbocheck.ru/)	використовується для здійснення перевірки необхідних матеріалів на наявність/відсутність запозичень.

У дослідженні [41, с. 378] використовуються також сервіси з метою уточнення логічної структури освітнього продукту: <https://aimylogic.com/>; <https://writesonic.com/botsonic>; <https://chatfuel.com/>; <https://www.chatbase.co/>, причому з'являється можливість додатково навчати ШІ. Для всіх вище описаних завдань використовується практично один і той самий набір алгоритмів – різноманітних нейронних мереж. Але найголовніше – це коректне та постійне накопичення даних. Алгоритми з плином часу можуть замінюватися, але навчальні дані завжди залишаються цінними. Саме на прикладах, на так званих «дата сетах» – наборах даних, навчаються «розумні» алгоритми. Вони вивчають приклади текстів, зображень, відео матеріалів, у яких турботлива команда фахівців завчасно помітила все, що може бути корисним алгоритму, щоб навчитися бачити, чути й розуміти, як людина. Наприклад, засоби ШІ здійснюють переклад повідомлень учня в текстовий формат. Для цього використовується кілька нейронних мереж. Одна вмє відрізнити тишу від голосу. Інша – перетворювати голос на набір літер. Третя – перетворювати набір літер на комбінацію слів. Ще одна нейронна мережа розставить розділові знаки, окремий алгоритм відновить великі літери в іменах, назвах організацій, аббревіатурах, перекладе слова в цифри. Однак визначати емоцію людини після прослуховування аудіо матеріалів поки що *ніхто, крім людини, не вмє (!)*.

З допомогою ШІ можна створювати не тільки навчальні курси, а й проектувати уроки математики. ChatGPT використовується як інструмент для створення наукового та змістовного математичного контенту.

ШІ – пошукова система. Вчителі можуть використовувати ШІ для здійснення добору повідомлень за запитом і знаходити навчальні матеріали, які будуть найцікавішими для учнів. Наприклад, вони можуть поставити запитання на тему прикладної математики – яке практичне застосування поліномів? І використовувати ШІ для пошуку відповіді, яка переконливо та доступно звучатиме для підлітків, у тому числі з використанням IVR.

ШІ – творець навчального матеріалу. Можна використовувати ШІ для розроблення навчальних матеріалів, які привернуть увагу учнів. Наприклад, ШІ

може допомогти у створенні тестових завдань, пов'язаних із темою уроку. Ці завдання можуть бути використані як домашні завдання або дослідницькі завдання під час уроку, щоб допомогти учням краще засвоїти матеріал. Також вчителі можуть використовувати ШІ для створення дослідницьких проєктів, визначення критеріїв оцінювання і написання рубрик. Це дає змогу створити захопливі та практичні проєкти, які допоможуть учням застосувати свої знання математики на практиці.

ШІ – конструктор уроків. ШІ може бути корисним інструментом під час планування уроків. Вчителі можуть використовувати ШІ для розроблення важливих запитань, на які потрібно відповісти на занятті, а також для створення плану уроку з урахуванням стандартів. Використовуючи ШІ, вчителі можуть створювати структуровані та цілісні уроки різних типів, що відповідатимуть освітнім стандартам.

Попри всі переваги, які надає ШІ в освіті, важливо пам'ятати, що його використання має *супроводжуватися людиною*. Вчителі мають застосовувати свої знання про учнів і необхідні вміння для створення ефективних уроків, а ШІ лише слугує *інструментом для підтримки*. Синергетичне поєднання людського інтелекту та можливостей ШІ дає змогу створювати освітні продукти, що відповідають потребам учнів.

Використання ШІ з метою покращення поведінки в класі. Штучний інтелект може стати ефективним інструментом для рефлексії та покращення здатності учнів до самоаналізу. У рамках дослідження [128, с. 61] розроблено стратегії, що допомагають вчителям розширити можливості учнів, сприяючи відновленню взаєморозуміння після критичної ситуації в класі.

Формулювання евристичного запитання для роздумів. Якщо учень переходить межі або порушує правила поведінки, рефлексія може допомогти йому висловити свої думки й осмислити те, що сталося. Використовуйте ChatGPT для створення запитань для роздумів, адаптованих до ситуації. Приклад: «*Учень порушив шкільні правила. Розроби сім евристичних запитань для роздумів, які допоможуть учневі обміркувати свій вибір, покращити свою поведінку та виправити ситуацію*». Чим більше подробиць ви надасте, тим більше запитань для роздумів запропонує ШІ. Це корисний спосіб залучити учнів до навчання та зростання після здійснення аналізу помилок. Однак потрібно пам'ятати про конфіденційність кожного учня.

Індивідуальні соціальні історії. Соціальні історії можуть допомогти будь-якому учневі, який переживає травми. ChatGPT може створювати соціальні історії, адаптовані до конкретної ситуації. Ось кілька прикладів запитів: «*Напиши розповідь про школяра, який вступив у словесну суперечку, порушуючи дисципліну на уроці, а потім вирішив конфлікт з однолітком, на рівні читання у дев'ятому класі, довжиною 1800 знаків*».

Факультативні заняття і гурткова робота. Гуртки та факультативні заняття є основним елементом математичної практики. Вони передбачають об'єднання учнів для обговорення потреб, щоб відновити гармонію в групі шляхом створення дослідницького проєкту. Щоб підготуватися до обговорення, з використанням ChatGPT необхідно сформулювати запит для обговорення математичних проблеми. Ось кілька прикладів: «*Запропонуй 10 відкритих запитань, які я можу використати,*

щоб полегшити обговорення ефективного використання комп'ютерних ігор у процесі створення математичних проєктів».

Стимулювання навчально-пізнавальної діяльності учнів із використанням ChatGPT в контексті дослідницького навчання. Позиціонування ШІ як наставника або симулятора евристичних сценаріїв може стимулювати інтерес учнів і сприяти дослідницькому навчанню. Наприклад, на початковому етапі реалізації дослідницького проєкту учні сперечаються з приводу стратегії і тактики дослідження. Виникають розбіжності, які учні намагаються вирішити, звертаючись до ChatGPT.

Переваги щодо використання ШІ в школі полягають в *індивідуалізації дослідницького навчання*. Нейронні мережі можуть оперативно аналізувати велику кількість даних, що сприяє індивідуалізації процесу навчання і адаптації його до відповідного рівня кожного учня окремо. Алгоритми допомагають виокремити прогалини в знаннях учнів і дібрати найбільш ефективні методи та прийоми навчання. З'являється можливість адаптувати навчальний матеріал із урахування складності математичних завдань у залежності від рівня підготовки учня. Із використанням ШІ з'являється можливість уточнення структури та ґрунтовне наповнення завдань і тестів з метою перевірки рівня засвоєння учнями знань. Такий підхід забезпечує занурення учня в творчий пошук у контексті вирішення дослідницького завдання.

Аналіз рішень і пошук помилок. Із використанням нейронних мереж забезпечується можливість оперативного виявлення помилок у відповідях учнів. Програма може аналізувати кожен крок в процесі розв'язування задачі і здійснювати перевірку на відповідність шаблонам із правильними відповідями [41, с. 379]. У разі виявлення помилки нейронна мережа пропонує розгорнуту підказку або роз'яснення, допомагаючи таким чином краще зрозуміти сутність математичної задачі.

Необхідно передбачати і унеможливити виникнення соціальних проблем, пов'язаних із цифровізацією навколишнього оточення. Наприклад, потрібно захистити приватне життя учнів і вчителів, зокрема, необхідно закріпити на законодавчому рівні неможливість використання цифрових технологій для погіршення життя людей. Не повинні системи ШІ, які працюють в автоматичному режимі, брати участь в прийнятті життєво важливих рішень. Безперечно, дотепер виникають помилки штучного інтелекту, за які ніхто не несе жодної відповідальності, *оскільки відповідальність розмита (!)*. Щосекунди створюється людиною унікальний цифровий слід. Пошукувач знає, чим цікавиться учень, навігатор – яким чином він пересувається, банківський застосунок – що він купує тощо. Усе це дає змогу здійснити якісний крос-канальний аналіз.

У рамках дослідження [46, с. 354] у школах на уроках математики не дозволяється використовувати калькулятор. *З такої позиції видається дивною ініціатива щодо повсюдного використання ШІ для розв'язування задач.* Школярі повинні спершу навчитися розв'язувати математичні задачі, *використовуючи власний мозок.* Бездумне використання ШІ учнями може призвести до того, що вони

перестануть самостійно розв'язувати задачі та писати грамотні тексти без використання нейронних мереж.

Беззаперечною є доцільність використання ІІІ в рамках проекту MaTHiSiS (<http://mathisis-project.eu>) під час роботи з дітьми з особливими освітніми потребами, послуговуючись у процесі навчання роботами Nao з метою фіксації відповідних результатів роботи учнів, спостерігаючи за ними.

Математичні розв'язувачі задач на базі ІІІ використовують алгоритми і техніки машинного навчання для аналізу та вирішення складних математичних рівнянь і задач з математичного аналізу, алгебри, геометрії обчислення алгебраїчних виразів із високою швидкістю і точністю.

У рамках дослідження [124, с. 97] використовуються апробовані засоби ІІІ, призначені для розв'язування математичних задач, пропонуючи користувачам різноманітні функції і можливості для роботи з рівняннями, задачами з математичного аналізу, алгебраїчними виразами тощо (див. Таблицю 11). *Mathsolver.top*, що працює на основі передової технології ІІІ, використовується для отримання можливостей завантажувати запитання і миттєво отримувати відповіді.

Таблиця 11

Засіб ІІІ	Опис
<i>Algebrator</i>	математичне програмне забезпечення, що використовує алгоритми ІІІ для розв'язування алгебраїчних рівнянь, спрощення виразів і виконання інших математичних завдань. Воно надає покрокові рішення, інтерактивні графіки та персоналізоване навчання.
<i>Alpha Geometry</i>	розв'язувач геометричних задач олімпіадного рівня, де реалізована можливість розв'язування складних абстрактних задач не лише в процесі навчання вищої математики, але й в рамках реалізації дослідницького проєкту із використанням сучасної (!) математики дослідницького рівня.
<i>Calculator.net</i>	пропонується колекцію безкоштовних онлайн калькуляторів, включно з математичним розв'язувачем, який може розв'язувати алгебраїчні рівняння, задачі математичного аналізу тощо. Пропонуються покрокові рішення і підтримується як числове, так і символічне введення даних.
<i>Cymath</i>	застосунок для розв'язування математичних задач, що використовує алгоритми ІІІ для надання миттєвих рішень і покрокових пояснень щодо алгоритмів розв'язування алгебраїчних рівнянь, задач математичного аналізу тощо. Має зручний інтерфейс і підтримує як текстовий, так і рукописний варіант введення даних.
<i>Desmos</i>	графічний калькулятор, де використовуються алгоритми ІІІ для побудови функцій, здійснення аналізу даних і розв'язування рівнянь. Він має зручний інтерфейс, гнучку систему для взаємодії, «інтерактивні» інструменти візуалізації для вивчення математичних концепцій.
<i>GeoGebra</i>	динамічне математичне програмне забезпечення, де об'єднується геометрія, алгебра, математичний аналіз тощо. Пропонується графічний калькулятор, розв'язувач рівнянь та «інтерактивні» геометричні інструменти на базі ІІІ для ґрунтовного вивчення математичних тем.
<i>MathSolver.top</i> (https://www.mathsolver.top/)	безкоштовний математичний розв'язувач зі штучним інтелектом, із використанням якого можлива організація персоналізованого навчання. У режимі <i>Помічника</i> надаються покрокові рішення; у режимі <i>Учня</i> надаються підказки із добором основних понять для допомоги користувачам у вирішенні проблем самостійно. На 25% вища точність,

	ніж середня в галузі, завдяки затребуваним моделям (<i>ChatGPT, Gemini, LLama2</i>). Користувачі можуть завантажувати свої математичні запитання і миттєво отримувати відповіді. Завдяки своїм безкоштовним функціям <i>Mathsolver.top</i> є доступним інструментом як для учнів, так і для педагогів. Також він має високу точність обчислення різноманітних задач, пов'язаних у тому числі з математичним аналізом, алгеброю, динамічними системами, тригонометрією, комбінаторикою тощо.
<i>Math 42</i>	застосунок для розв'язування математичних задач, що використовує технологію ШІ для надання покрокових варіантів і пояснень для алгебраїчних рівнянь, задач математичного аналізу тощо. Має зручний інтерфейс і підтримує як текстовий, так і рукописний варіант введення даних.
<i>Math Solver</i>	застосунок на базі ШІ, який може розв'язувати різноманітні математичні задачі, включно з алгебраїчними рівняннями, задачами математичного аналізу та геометричними задачами. Він надає покрокові рішення, інтерактивні графіки та онлайн уроки з математики в режимі реального часу.
<i>Mathway</i>	універсальний розв'язувач математичних задач, який охоплює широкий спектр тем, включно з алгеброю, математичним аналізом, тригонометрією і статистикою. Його алгоритми ШІ можуть розв'язувати як різноманітні вирази, надаючи миттєві варіанти розв'язання і ґрунтовні пояснення.
<i>Photomath (Photomath.org)</i>	мобільний застосунок, що використовує технологію ШІ для розв'язування математичних задач шляхом сканування рукописних або надрукованих рівнянь за допомогою камери смартфона. Він надає миттєві розв'язки, покрокові пояснення і демонструє графіки для алгебраїчних задач, математичного аналізу тощо.
<i>QuickMath</i>	автоматизований розв'язувач математичних задач, який може розв'язувати алгебраїчні рівняння, задачі математичного аналізу та відповідати на різноманітні математичні запити. Пропонуються покрокові рішення, можливості побудови графіків та інтерактивні підручники для вивчення математичних концепцій.
<i>Socratic</i>	мобільний застосунок, що використовує технологію ШІ для надання покрокових рішень і пояснень для математичних завдань, а також інших предметів, таких як історія науки, історія та англійська мова. Він має чат-інтерфейс і підтримує як текстове, так і візуальне введення.
<i>Solver</i>	математичний застосунок, який об'єднує блокнот із калькулятором, надаючи можливість користувачам виконувати обчислення та розв'язувати математичні задачі у природний та інтуїтивний спосіб. Його алгоритми на базі ШІ забезпечують миттєві результати і підтримують складні математичні вирази.
<i>Symbolab</i>	математичний розв'язувач на базі ШІ, який пропонує покрокові рішення та інтерактивні графіки для алгебри, математичного аналізу, тригонометрії тощо. Працює як із символічними, так і з числовими виразами, що робить його затребуваним для розв'язування різноманітних математичних завдань.

Безперечно, доцільно виокремити недоліки генеративного ШІ:

Пошук джерел інформації. З точки зору ШІ, немає жодної різниці між верифікованим джерелом (науковою статтею) і заміткою в таблоїді – усе це однаковий масив даних для роботи моделі. Отже, добір джерела для генерації

відповіді непередбачуваний, а відстежити його практично неможливо з відповідними наслідками для (не)достовірності генерованої відповіді.

Факти. У комп'ютера відсутнє розуміння категорії емпіричних фактів, однак є затребуваними завдання щодо створення переконливого наративу в заданому запитом користувача жанрі.

Теоретичний матеріал. ChatGPT не розуміє зв'язків і закономірностей між об'єктами і явищами. З точки зору ШІ не існує етично і морально неприйнятних тем. Для того, щоб генеровані відповіді не зачіпали почуттів користувачів, у моделях створюють фільтри, що регулюють виведення повідомлення. Створюється ситуація, коли один великий об'єкт обмежується іншим.

Критичний діалог. ChatGPT важливо імітувати людяність, бути в очах користувача/учня хорошим співрозмовником. Однією з принципів його цілей є «створення ілюзії розуміння людини».

Безперечно, доцільно враховувати вище зазначені недоліки в процесі дослідницького навчання шляхом калібрування моделі ChatGPT можна домогтися її роботи на основі верифікованої інформації. Можна домогтися врахування теорій і наукових законів, за умови використання дуже докладних і вивірених теоретичних визначень у масиві даних. Цей шлях вимагає наявності відповідних знань, умінь і навичок.

ChatGPT дуже корисний для генерації зворотного зв'язку з метою здійснення аналізу виконану учнем роботи. Причому, залежно від заданої на підставі запиту умови, можна отримати кілька відповідей із врахуванням фактології, відповідності теоретичній концепції, критичного аналізу тощо. Таким чином з'являється можливість уточнення та самонавчання нейронної мережі після повторної перевірки відповідей учителем.

Генерація завдань для учнів. ChatGPT використовується для генерування дослідницьких завдань. Щоправда, текст доводиться ґрунтовно перевіряти на адекватність та декілька разів редагувати.

Усе перелічене вище не вирішує основної проблеми – можливості генерації відповідей учнями та підміни понять. Ймовірно, потрібно очікувати появи нейромереж, завданням яких буде виявлення ознак роботи інших нейромереж, зміни форматів завдань і занять. Безперечно, інструменти ШІ потребують повсюдної підтримки з боку вчителя.

Приклади використання ChatGPT в процесі дослідницького навчання математики наведено нижче. *Моделювання реальних сценаріїв.* Учні можуть використовувати стратегії та ідеї [41, с. 377], представлені в моделі ChatGPT, і застосовувати їх в процесі навчання. Приклад такого підходу – створення дослідницького проєкту (наприклад, газети або книжки) з використанням варіативних моделей КОМСДН. Пояснення рішень, які школярі мають ухвалити в рамках проєкту, дає змогу позиціонувати їх як практиків у своїй галузі та розглянути реальні проблеми. Потім учнів можна попросити використовувати ChatGPT для моделювання сценарію щодо виявлення розбіжностей між фахівцями, щоб збагатити досвід навчання.

Розвиток критичного мислення учнів. Залучення школярів до розвитку критичного мислення – важливий аспект. Процес «Я роблю, ми робимо, ви робите» дає змогу використовувати ChatGPT для можливості вирішення дослідницьких проблем. Проведення мозкового штурму, використання контрприкладів, моделювання сценаріїв з ChatGPT та аналіз помилок у відповідях допомагають учням розвивати мислення та усвідомлювати, що ChatGPT – лише інструмент, а не заміна.

Моделювання експертного досвіду. Учні можуть передати ChatGPT роль експерта, вводячи запитання й отримуючи відповіді для отримання експертного висновку. Цей досвід може застосовуватися до різних тем, від історії математики до предметів природничо-математичного циклу.

Стратегічне використання ChatGPT в освіті створює не тільки можливість ухвалювати рішення, використовуючи ШІ, а й вчить позиціонувати його як корисного наставника. Такий підхід дає змогу школярам краще зрозуміти можливості ШІ, відкриваючи нові горизонти в галузі освіти. Однак, навіть із врахуванням стрімкого розвитку ШІ, доцільно зауважити, що ШІ *не зможе замінити вчителя*. Нижче пропонуються основні причини:

Викладання і навчання, учіння – не просто передавання інформації від вчителя до учня. Освітяни надають підтримку учням різними способами і можуть виступати в ролі педагогів, психологів, наставників, у кого шукають підтримки. Роль вчителя полягає в тому, щоб бути мотиватором і тим, хто надає підтримку, адаптовану до індивідуальних потреб кожного конкретного учня. Ці характерні «людські» особливості не можуть бути замінені ШІ і саме вони мають вирішальне значення для зміцнення довіри та створення безпечного і комфортного навчального середовища для кожного учня.

Кожен учень унікальний. На відміну від комп'ютерних програм, педагогів вчать комплексно застосовувати як свої знання в предметній галузі, так і емпатію. Вчителю важливо оперувати такими поняттями, як мотивація, інтелектуальний розвиток, потреби, емоційний стан, темперамент, обмеження можливостей тощо.

Співпраця, командна робота та постійне вдосконалення. У той час як новітня програма штучного інтелекту може мати доступ до всієї бази знань Інтернету і постійно вдосконалюватися, те саме можна сказати і про вчителів, і про навчання загалом. Вчителі постійно вдосконалюються, змогу взаємодіючи з іншими колегами, обмінюються ідеями та планами уроків, взаємодіють зі своїми учнями поза межами навчальної програми, планують активності для заохочення в рамках командної роботи та прищеплюють дітям потрібні для дорослого життя навички. Такий рівень залученості ніколи не зможе бути замінений програмним забезпеченням. ШІ може стати чудовим помічником для освітян, але він не зможе замінити самих педагогів і стати основною ланкою в передачі знань.

Штучний інтелект «підкорює» математичні олімпіади. У рамках математичної олімпіади АІМО завдання розв'язували моделі ШІ, але призи отримують їхні творці. Рівень завдань можна порівняти із завданнями Міжнародної математичної олімпіади. Numina об'єднала зусилля з командою BigCode з Hugging Face, щоб дослідити можливості мовних моделей у формальній математиці. Шлях до перемоги був складним. Спочатку Numina зосередилася на створенні високоякісних даних для навчання ШІ розв'язанню олімпіадних задач, після чого команда Hugging Face

зайнялася навчанням моделей на математичних і кодових даних. Вдалося навчили модель писати код, впоралися з високою варіативністю результатів, оптимізували модель під обмеження за обчислювальними ресурсами і поліпшили якість даних для навчання. Модель команди *Numina* і *Hugging Face* посіла перше місце, розв'язавши 29 завдань із 50 на фінальному етапі змагання. ШІ вже зараз здатний розв'язувати найскладніші математичні задачі, тим самим відкриваючи математичні перспективи для прискорення наукового прогресу і вирішення глобальних проблем людства за умови вирішення різноманітних проблемних ситуацій.

Дотепер тривають дослідження [35, с. 13; 46, с. 358], що ґрунтуються на виокремленні стандартів в контексті створення даних, на основі яких і працюватимуть освітні алгоритми ШІ, в тому числі з урахуванням специфіки захисту персональних даних. Обмеженість масивів даних призводить до виникнення некоректних дій, відсутності об'єктивності в педагогічному оцінюванні, неправильних методичних рекомендацій і формулювання хибних висновків. Нижче наведено *орієнтовні причини виникнення помилок: дезорієнтація ШІ*, викликана формуванням хибних асоціацій для формування зворотного зв'язку з учнем; *недостовірність і неточність наборів даних*, що аналізуються; використання *недосконалих алгоритмів прогнозування* призводить до автоматичного прийняття рішень, зачасти помилкових і неточно прогнозованих; взаємодія людини з ШІ після створення алгоритмів може *призвести формування хибної мети і завдань дослідницького навчання*, що призведе до того, що навчальний процес здійснюватиметься у неправильному напрямку.

Розв'язувачі математичних задач на базі ШІ революціонізували підхід до математичного вирішення проблем, роблячи його доступнішим і зручнішим як для учнів, так і для педагогів. Від базової арифметики до просунутого математичного аналізу засоби ШІ пропонують різноманітні функції і можливості для вирішення математичних завдань. Рекомендується дібрати необхідний засіб – мобільні додатки, наприклад, *Photomath* і *Socratic*; платформи, наприклад, *Symbolab* і *Mathway* – в контексті педагогічно виваженого використання у дослідницькому навчання. Переваги, завдяки інноваційним інструментам, таким як *Mathsolver.top*, користувачі можуть використовувати технології ШІ для швидкого та ефективного розв'язування математичних задач. З цими інструментами ШІ – за умови коректного використання – з'являються додаткові можливості щодо ефективного розв'язування найскладніших математичних задач.

Доцільно звернути особливу увагу, що з використанням сервісів *MathGPTPro*, *ChatGPT* у процесі розв'язування завдань отримали незадовільний результат. Наприклад, *MathGPTPro* розв'язав правильно вдвічі більше завдань у порівнянні з *ChatGPT*, однак точність цих засобів не відповідає необхідному і достатньому рівню роботи математичних сервісів. Доцільно зауважити також про *необхідність ґрунтовного наповнення алфавіту ШІ*, оскільки в процесі виведення результатів вирішення завдань відображалися численні незрозумілі знаки та символи. На підставі аналізу результатів дослідження можна зробити висновок про недоцільність і неефективність невиваженого використання засобів ШІ у процесі розв'язування математичних завдань, у тому числі задач підвищеної складності.

6. Форми і методи використання технологій штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів: дидактичні та психофізіологічні аспекти дослідницького навчання

(О. О. Гриб'юк)

Стрімкі зміни в суспільстві, зумовлені розвитком інформаційно когнітивних технологій (ІКТ), ставлять перед системою освіти завдання формування нового освітнього середовища (ОС) для забезпечення якісної підготовки сучасних фахівців. ОС є системою психолого-педагогічних умов і впливів, які утворюють можливість для розкриття здібностей і особистісних особливостей суб'єктів, так і тих, які ще не виявилися [120]. Різні аспекти проблеми ОС представлені у психолого-педагогічних дослідженнях, як класичних (Я.А. Коменский, Д.Ж. Локк, Ж.Ж. Руссо, І.Г. Песталоцці та ін.), так і сучасних (С. Дерябо, В. Орлова, В. Ясвін та ін.).

Розвиток технологій ШІ та їх широке застосування в освітній практиці зробило актуальною проблематику взаємодії закритих освітніх систем і соціального оточення [45]. Ця обставина відображена в розвитку філософського дискурсу про віртуальну реальність (А. Бюль, М. Вейнштейн, Д. Ланье, А. Крокер); у застосуванні ІКТ в освіті та організації систем відкритого та дистанційного навчання (А.П. Єршов, В.П. Зінченко, М.М. Моїсєєв, В.М. Монахов, М.П. Лапчик, В.Ю. Биков, В.М. Глушков, М.І. Жалдак, В.С. Михалевич, Ю.І. Машбиць та ін.). У цих роботах розкриваються можливості, пов'язані з застосуванням ІКТ і практичного втілення особистісно-орієнтованої освітньої парадигми [120].

Розвиток технологій ШІ і вдосконалення алгоритмів машинного навчання сприяє наростанню обґрунтованого побоювання за майбутнє людства [45]. Однак не варто хвилюватися, оскільки завдяки мисленнєвій діяльності та функціональній активності мозку людина випереджає *«штучний інтелект»*. Термін *«штучний інтелект»* у дослідженнях використовується виключно у *метафоричному контексті*, хоча нерідко зустрічаються некоректні тлумачення про *«розумні», «мислячі»* машини. Всі існуючі системи штучного інтелекту орієнтуються на знання, тому подальший розвиток ШІ сприятиме розвитку численних теоретичних проблем: *представлення знань, комп'ютерної логіки та комп'ютерної лінгвістики*.

Актуальності набуває завдання науково обґрунтованого визначення віртуального ОС та конкретизації шляхів, в рамках яких можливе ефективне використання ШІ в освітніх системах. Одним з таких шляхів є створення віртуального ОС КОМСДН – відкритої системи, в рамках якої на основі застосування технологій ШІ та віртуальної реальності забезпечується ефективне інтерактивне самонавчання в освітньому процесі [118].

Безперечно, віртуальна освітнє середовище є соціокультурним феноменом реальної дійсності, але його дидактичний потенціал залишається недостатньо розкритим, оскільки наявні протиріччя між потребами освітньої практики в ефективному освітньому середовищі і станом наукового знання про них. Важливою проблемою є розроблення моделі віртуального ОС КОМСДН і визначення шляхів оптимального застосування технологій ШІ в освіті [44].

Важливим компонентом системи дослідницького навчання є обмежене в часі навчальне заняття, у рамках якого вирішується конкретна педагогічна задача.

Розрізняють різноманітні форми занять, призначення кожної з яких визначається пріоритетними видами учбово-пізнавальної діяльності учнів і їх комбінуванням, характером керівництва такою діяльністю із боку вчителя, рівнем самостійності дітей, специфічністю використовуваних засобів навчання.

Освітній процес неможливий без педагогічно виважено і методично вмотивованого використання усіх форм навчальних занять, використання не епізодичного, а в раціональній системі, що конструюється в залежності від конкретних факторів і умов [41]. Урок має обмежені педагогічні можливості та не вирішує весь комплекс завдань, що стоять перед суспільством у контексті дослідницького навчання, виховання і розвитку особистості учня на сучасному етапі. Нижче виокремлено вимоги щодо проведення уроку, що враховуються під час підготовки вчителями [42].

1. Педагогічний процес на уроці повинен організовуватися із урахуванням *системи дидактичних принципів педагогіки та відповідати сучасним досягненням педагогічної науки і практики.*

2. Урок потрібно цілеспрямувати, передбачивши вирішення *чітко виокремлених навчальних* (засвоєння нових знань, формування вмінь), *розвивальних* (формування прийомів розумової діяльності, розвиток творчого мислення) і *виховних* (формування якостей особистості учня) цілей. Логічна побудова уроку повинна здійснюватися задля досягнення прописаної мети.

3. Забезпечити чіткість структури, ґрунтовність використовуваних методів і засобів навчання, їх *відповідність цілям уроку, характеру навчального матеріалу, рівню інтелектуального розвитку учнів.*

4. На уроці потрібно забезпечити *оперативний зворотний зв'язок* із метою забезпечення вчителем співвідношення запланованих результатів навчання із реальними. Доцільно систематично здійснювати *коригування навчального заняття* із урахуванням реальної ситуації на уроці та створити атмосферу доброзичливості, співпраці та взаємної підтримки всіх учасників освітнього процесу, що супроводжується розумною вимогливістю і відповідальністю кожного за результати своєї роботи.

Ефективність уроку обумовлюється чіткістю його планування. Йдеться про окремих урок і систему уроків, розроблену в рамках навчальної теми. Структуроване тематичне планування допомагає охопити логічно завершений відрізок процесу дослідницького навчання предмету, конкретно визначити завдання і раціонально побудувати вивчення матеріалу.

Плануючи вивчення теми, доцільно виокремити мету навчання, типи уроків та інші форми учбових занять із урахуванням тієї послідовності, яка використовуватиметься у процесі навчання, об'єм навчального матеріалу на кожному уроці, основні форми роботи вчителя і учнів. При цьому рекомендується використовувати загальну структуру вивчення навчальної теми з урахуванням *мотиваційного, пізнавального та рефлексивно-оцінювального етапів.*

На підставі результатів експериментального дослідження [120] можна зробити висновок, що 87 % учнів засвоюють навчальний матеріал на репродуктивному рівні, тобто на рівні елементарного відтворення, саме тому важливою вимогою до уроку є

забезпечення умов для досягнення творчого рівня засвоєння і використання отриманих знань. Визначальну роль при цьому відіграють методи дослідницького навчання, які обумовлюють характер спільної діяльності на уроці вчителя і учнів для досягнення сформованих цілей. Йдеться про раціональне використання усього арсеналу методів дослідницького навчання і методично умотивованому доборі з урахуванням конкретних умов навчання: *характеру навчального матеріалу, мети і завдань уроку, реальних учбових можливостей учнів, майстерності вчителя і зовнішніх факторів впливу на навчання* [126].

У ході дослідження виявлено дидактичний потенціал технологій III і віртуальної реальності, що визначається активним залученням користувача до взаємодії з використанням комп'ютера, надаючи можливості тілесної репрезентації в штучних світах; породженням віртуальних образів в свідомості людини, що надає можливість педагогу працювати з “глибокими” психічними реальностями; засобом спілкування, особливо у процесі передавання повідомлень, коли словесний опис загальної структури є недостатнім; засобом для імітації середовища з метою відпрацювання умінь і навичок; обґрунтуванням відображення причинно-наслідкових зв'язків функціонування об'єктів у віртуальних моделях [130]; можливістю здійснювати взаємодію з об'єктами або процесами, що знаходять своє відображення на екрані, оскільки реалізація їх в реальності неможлива.

Для «штучного інтелекту» засвоєння абстрактних понять є непосильним випробуванням. Будь-які зміни зовнішніх характеристик об'єкта можуть призвести до хибної ідентифікації. Саме тому в процесі розроблення сайтів передбачається використання капчі – послідовності літер і цифр – для верифікації результатів дослідження. Людина зможе розрізнити обриси замаскованого символу і правильно вписати його у відповідне поле, а для машини найменше відхилення від початково запрограмованого образу літери/цифри створює непереборну перешкоду в процесі ідентифікації.

Люди, на відміну від машин, охоче взаємодіють один з одним шляхом поширення різноманітних повідомлень. У результаті усвідомленого промовляння у процесі навчання, по-перше, покращується власне розуміння концепції. По-друге, інша людина отримує нові відомості, які нею використовуються у практичній діяльності.

III вчиться шляхом *багаторівневої рефлексії* – звернення до своїх помилок і вдалих спроб із багаторазовим циклічним повторенням. Наприклад, III коригує і розвиває встановлений алгоритм за умови, якщо знаходить помилки під час апробації, але не може ділитися отриманими відомостями з іншими пристроями, діючи індивідуалістично.

Навчання через опрацювання навчального матеріалу. Для III недостатньо обмеженої порції відомостей: потрібен величезний масив даних і тривалий час для того можливостей машиною опанування мінімальних базових мовних навичок. III опрацює багато інформації і витягує з неї мало користі, натомість людський мозок уміє добирати максимум із відповідного мінімуму повідомлення.

Систематизація отриманих знань про навколишній світ. Людина здатна систематизувати розрізнені абстрактні явища оточуючого світу, відповідно

виокремити закономірність, вивести загальний принцип, впорядкувати послідовності, описати фізичне явище за допомогою абстрактних систем знаків – математичних формул, моделей, зібравши їх в упорядковані системи за певною ознакою. Для машинних алгоритмів недоступний глибинний аналіз даних, невластиве прагнення до систематизації, вироблення універсальних принципів.

Ефективне засвоєння знань. Знаючи загальні граматичні правила, характерні для конкретної мови, людина може змінити форму слова, з контексту речення та інтонації вгадати його зміст і за декілька хвилин використати у процесі спілкування. Здатність миттєво впроваджувати нову інформацію в наявну систему знань – *слабке місце ШІ і безсумнівна перевага людського мозку.* Розробники систем глибокого навчання працюють над усуненням недосконалостей штучних нейронних мереж, наближаючи окремі здібності до рівня людського мозку – унікальної системи практично невичерпного потенціалу.

У процесі побудови *індивідуальних траєкторій дослідницького навчання і здійснення аналізу ефективності плану уроку* використовуються алгоритми ШІ, в основі яких покладено *логіки різного рівня складності.* В рамках експериментального дослідження [127] отримано перші результати в контексті моделювання творчої діяльності людини. Нижче наведено лише окремий перелік: *дослідницькі завдання (в т. ч. ігрові завдання); доведення теорем і автоматичний синтез проблем; створення орнаментів (у т.ч. фрактали); синтез музичних творів; синтез літературних творів (у т.ч. казкотерапія); аналіз і синтез текстів і мови людини, їх автоматичний переклад; імітація мовлення людини (моделювання мислення історичних постатей).*

Заздалегідь навчені нейромережі [125] створюються для розв'язування дослідницьких завдань із використанням великих масивів даних. Такі нейромережі можуть, наприклад, відповідати за автоматичне розуміння мови або за розпізнавання емоцій на обличчях учнів/студентів. Йдеться про моделі *Opensource (GPT-3, BERT).* *Нейромережі тіньового глибокого навчання* додатково навчають із використанням менших масивів даних, спеціалізуючи для здійснення перевірки відкритих завдань навчального курсу. Дотепер основний спектр застосування технологій ШІ в освіті є *Data Science.* Йдеться про те, яким чином на основі даних сформулювати гіпотезу, після чого її перевірити і на основі перевіреної сформулювати конкретні висновки.

Технології ШІ використовуються у *процесі добору команд і здійснення діагностики комунікативних навичок членів команди.* Добір команд з використанням технологій штучного інтелекту реалізовували в рамках акселератора «Clever: School of Natural and Mathematical Sciences» [40]: учасники команди добиралися таким чином, щоб вони потенційно могли створювати освітні продукти. Використовувалися дані попередньої діагностики учасників на підставі виокремлених параметрів (*синергетичне поєднання знань, ролей, особистісних якостей, цінностей та інтересів*) добору членів команди для вирішення дослідницьких завдань. Такий підхід забезпечив якісне компонування ефективних команд, де учні/студенти розуміють і підсилюють один одного задля підвищення ефективності дослідницького навчання в акселераторі. Здійснювалося систематичне спостереження за командами, аналізуючи цифровий слід їхньої взаємодії, в тому

числі з освітнім контентом [47]. Особливо важливим такий підхід є в процесі дослідницького навчання, адже там ефективність міряється параметрично з фіксацією витраченого часу. Діагностика комунікативних навичок з використанням ШІ здійснювалася в процесі дослідницького навчання учнів і розвитку професійної майстерності педагогів. Наприклад, готуючи дослідницькі проекти, де на підставі аудіозапису віртуальної зустрічі можна виміряти комунікативні навички учасників. Із використанням технологій ШІ вдалося проаналізувати, наскільки складно, зв'язно говорить людина, чи урізноманітнена її мова, скільки в ній «шуму» [119]. Це дає змогу визначити критерії розвинених комунікативних навичок і ознаки типових проблем. Пропонований аналіз використовується у процесі діагностики комунікативних навичок учнів/студентів, добору індивідуального плану розвитку або оцінювання ефективності дослідницького навчання, порівнюючи показники до і після експерименту.

Рекомендується використання технології ШІ в процесі *оцінювання результатів навчання*. Наприклад, під час розроблення завдань і перевірки відкритих відповідей використовувалися два типи ШІ: *Прості алгоритми* допомагають *генерувати завдання для здійснення перевірки розуміння мовних правил*. Наприклад, добір літери, що позначає приголосних звуків (дзвінких чи глухих) із кількох запропонованих варіантів. Такий спосіб створення завдань для перевірочних робіт підходить для ситуацій, де є зрозумілий перелік мовних правил, який можна описати з використанням сервісів ШІ.

Додатково навчені нейромережі здатні генерувати завдання, що перевіряють мовну грамотність і визначають рівень розуміння тексту. Наприклад, у процесі впорядкування переплутаних речень у тексті, або доборі відповідних фраз із метою заповнення прогалин в реченні. Шляхом удосконалення мовної моделі CleverGPT, попередньо навчену на мовному корпусі, неспецифічному для конкретного віку, теми, і використовуються алгоритми машинного навчання [119] на меншому обсязі даних, щоб модель змогла створювати завдання з мови та літератури для школярів.

Безперечно, технології ШІ доцільно використовувати з урахуванням психометричних рекомендацій для *здійснення перевірки завдань із відкритими відповідями або есе* задля уникнення проблем суб'єктивності, індивідуальних спотворень перевіряючих роботи [41].

Психометричні принципи, що враховуються фахівцями в процесі роботи з людьми, ефективно застосовуються під час навчання нейромереж [129]. Дотепер уже створено застосунки (!), здатні перевіряти есе англійською мовою ефективніше за вчителя. Наприклад, вчені з Гарварду розробили нейромережу для аналізу постів у соцмережах і пошуку в них хейтспічу. Під час додаткового навчання моделі застосовувалися принципи розроблення рубрикаторів оцінювання для експертів. У процесі пошуку неприйнятних коментарів нейромережа показала кращі результати, ніж люди-модератори і відповідна нейромережа Google, навчена на класичних принципах Data Science. Технології ШІ ефективно використовуються у навчальній аналітиці, допомагаючи вчителям оцінити, скільки часу учні витрачають на окрему активність у класі/вдома. Педагоги можуть використовувати цей прогноз для планування уроків, для здійснення контролю, наприклад, міряючи ефективність

навчання учнів за навчальним планом. Завдяки використанню технологій ШІ здійснюється аналіз даних про те, який відсоток завдань виконано вірно, яка середня швидкість їхнього виконання, отримуючи статистику помилкових відповідей учнів. У результаті ШІ формується звіт про те, які завдання складені з помилками, некоректні для сприйняття учнів/студентів. Забезпечення зворотнього зв'язку необхідне для того, щоб з'ясувати, який навчальний матеріал після кожного модуля засвоює учень/студент і яким чином отримані знання планує застосовувати. Завдяки використанню ШІ з'явилася можливість зібрати масив даних за цими цифровими рефлексіями учнів/студентів, відсіяти відповіді-похибки. Наприклад, такі варіанти, де користувач замість свого відгуку просто скопіював і вставив опис курсу, надіслав безглуздий набір символів. Можна здійснити аналіз інформативності рефлексії, оцінюючи, наскільки багато слів і словосполучень, пов'язаних із тематикою курсу, зберігається в цифровій рефлексії після навчання із використанням нейросемантичної мережі.

Безперечно, конспект лекції можна організувати на базі *моделей Opensource*. З використанням застосунків ШІ передбачається проходження двох етапів: спочатку людська мова перекладається у стенограму за допомогою моделі *Speech to text*, потім за допомогою *мовних моделей BERT* зі стенограми виокремлюють речення, що найкраще репрезентують текст лекції. Такий підхід ефективно використовується методистами для автоматизації курсу шляхом створення пам'яток для учнів/студентів із використанням *системи адаптивного навчання*, де спочатку спрямовується діяльність учня, а потім поступово забезпечується можливість розвиватися самостійно.

Системи адаптивного навчання функціонують завдяки накопиченню великих наборів даних про особливості навчання школярів. Наприклад, про швидкість проходження відеоуроків, про допущені помилки під час виконання «інтерактивних» завдань, про особливості «взаємодії» учнів/студентів із системою (використання додаткових матеріалів) [123]. ШІ здатен розпізнати, коли у школяра починаються проблеми з тим чи іншим модулем, і вчасно запропонувати йому допомогу. Може бути запропонований додатковий матеріал з потрібної теми, спрощений трек або повторення раніше вивченої теми, яка впливає на розуміння поточної. Технологія ШІ здійснює *порівняння цифрового сліду навчання конкретної дитини і десятків тисяч інших*, що зберігаються в базі даних, що допомагає понад 77% школярам успішно завершувати розпочатий навчальний блок і здійснювати дослідницьке навчання із урахуванням індивідуальних потреб.

Набори даних є одним із критеріїв доцільності використання ШІ. Класичні мовні моделі (*BERT, GPT-3*) навчаються на петабайтах або сотнях гігабайтів даних, однак додаткове навчання *Opensource* нейромережі під конкретну дослідницьку задачу виконується також із використанням менших наборів даних (*на датасеті, що містить 13-17 тисяч прикладів*). Хибною є думка про те, що впродовж одного-двох років після впровадження в проєкт ШІ можна чекати на проривне зростання. ШІ в освіті одразу результатів не дає. Не буде одразу менше роботи, тому що потрібно буде зібрати дані, правильно їх розмітити, щоб *навчити систему*, і вона вже згодом пропонуватиме необхідні результати вчителям, учням, студентам.

Безперечно, зміст дослідницького навчання поглиблюється шляхом використання різноманітних дослідницьких задач, завдяки яким в учнів формуються прийоми та уточнюються методи [39]. *Дослідницька задача* – це нестандартна задача, в процесі розв’язування якої припускається самостійне формулювання способу її розв’язування, під час вирішення якої учень потрапляє в ситуацію, де він повинен виявити власну науково-дослідницьку позицію. У процесі розв’язування дослідницьких задач та їх систем здійснюється становлення інтелектуальної та науково-дослідницької діяльності.

Закономірності навчання, закони і принципи навчання – основні елементи дидактики як науки. На рис. зображено не лише відображення взаємозв’язків між дидактичними елементами, а й *модель педагогічної діяльності вчителя-дослідника*. Нова педагогічна діяльність знову перетворюється на об’єкт вивчення: спостереження, описів, теоретичного аналізу, в результаті якого виявляються нові закономірності, формулюються нові принципи, розробляються рекомендації, створюються нові проекти. З метою удосконалення різноманітних дидактичних закономірностей створюються їх класифікації із врахуванням, наприклад, зовнішніх і внутрішніх закономірностей [119], в т.ч. *дидактичних, гносеологічних, психологічних, соціологічних, організаційних закономірностей навчання* тощо.

Пропонується класифікація закономірностей навчання, в основу якої покладено дидактичні компоненти: *мета, зміст, технології, форми і методи, засоби, системи контролю і оцінювання результатів навчання* [116].

Із урахуванням *рекомендацій щодо використання штучного інтелекту в освіті* методистам, педагогам рекомендується систематично перевіряти та верифікувати сервіси ШІ, закладаючи в проєкті відповідний час, адаптуючи набори даних, математичні моделі в процесі проєктування, розроблення і дослідницького навчання. Використання сервісів ШІ потрібне там, де можна побачити і зрозуміти, яким чином ухвалюється конкретне рішення, в тому числі з дотриманням *принципів етичності та прозорості*. Адже в освітніх проєктах, особливо орієнтованих на дітей і підлітків, помилки або неправильне трактування даних можуть призвести до серйозних наслідків. Якщо технологія ШІ інтегрується висококваліфікованими методистами, відповідне використання може підвищити доступність і якість освіти там, де відсутній доступ до вчителя. Соціальна взаємодія та майстерність педагога – важливі чинники забезпечення якісної освіти, тому ШІ потрібно розглядати в контексті *помічника, не підмінюючи роль вчителя*.

Дотепер цифровізація освіти затребувана, однак часто відбувається підміна понять і дидактичне призначення [44]. Йдеться про забезпечення можливостей для реалізації інтелектуального потенціалу учнів/студентів у процесі дослідницького навчання.

У рамках експериментального дослідження [120] здійснено апробацію різноманітних платформ, сервісів, що працюють на основі ШІ, в процесі дослідницького навчання та учіння. Результати виявилися значущими на рівні достовірності $p \leq 0,005$. Нейромережі перетворилися на асистентів у процесі написання творчих робіт, переказів і різноманітних академічних текстів, не просто генеруючи роботи за допомогою *ChatGPT*, а навчання письму, створюючи ґрунтовне текстове повідомлення.

Нижче наводяться інструменти генеративного ШІ, рекомендовані для використання методистам, педагогам (див. Таблицю 12).

Таблиця 12

Організація дослідницького навчання із використанням сервісів ШІ

Назва ШІ		Характеристика сервісів ШІ
CopyMonkey https://www.copymonkey.app/	для роботи з текстом	Можна згенерувати текст під різні запити: для SEO-статей, поста в блозі, опису товару, розсилки або сайту.
Fusion Brain https://fusionbrain.ai/	для генерації фото та відео	Можна створювати не лише ілюстрації в різних стилях, а й анімацію. Усе дуже просто - пишете текстовий опис і протягом 3 хвилин отримуєте готове фото або відео.
Gamma https://gamma.app/?lng=en	для створення презентацій.	Нейромережа допоможе написати ґрунтовну структуру презентації, добре стиль і згенерує зображення.
GraphMaker https://www.graphmaker.ai/	для створення графіків і чартів.	Використовується інтеграція даних з таблиць Google? Завантажених з комп'ютера. Можливий варіант – добір даних безпосередньо в нейромережі.
Perplexity https://www.perplexity.ai/	ознайомлення з матеріалом – створення висновків	Працює як короткий переказ, який ми читали в школі перед уроком літератури. Детального опису не зробить, але все найнеобхідніше надасть.
Synthesia https://www.synthesia.io/	підготовка відео на основі текстового повідомлення	Вводите текст - нейромережа робить відео, де аватар озвучує цей текст. Може знадобитися, якщо ви хочете зробити відеоматеріал, але організувати зйомку спікера можливості немає. Можна вибрати будь-якого зі 140 аватарів і озвучити текст 120 мовами.
Turbo Check https://turbocheck.ru/	для перевірки матеріалу на антиплагіат	Допоможе не тільки перевірити текст, а й прибрати важкі для сприйняття фрази, перевірить простоту мови і навіть визначить рівень позитивності.

Наприклад, програма *Writefull* вбудовується просто у *Word* (можна також завантажити документ у веб-версію *Writefull*) і не лише перевіряє текст на наявність лінгвістичної помилки, друкарської помилки та повторень, а й допомагає в процесі формулювання тексту для покращення точності та академічності. З використанням застосунку здійснювалося структурування тексту, перефразування окремих речень і формулювання відповідних заголовків, верифікуючи термінологічний апарат із використанням бази наукових робіт.

Окрім перевірки на грамотність і уточнення стилістики, з використанням *Packback Deep Dives* здійснювалося оцінювання достовірності використаних джерел і розпізнавання тексту, згенерованого ШІ. У рамках дослідницької роботи педагоги могли запропонувати свої критерії оцінювання письмових робіт, а *Deep Dives* врахував їх під час аналізу текстів. Сервіс *Skygrammar* дотепер розробляється *Skyeng*. Нейромережа розпізнає помилки у творах, написаних англійською мовою, і допомагає педагогам здійснювати оцінювання.

Packback Questions – платформа для організації і модерації онлайн-дискусій, представлена у вигляді дошки ШІ для спільної роботи учнів/студентів і вчителів. Із

використанням віртуального майданчика учні формулюють запитання для обговорення, а ШІ асистент фільтрує запитання і пропонує покращення формулювань. Після публікації запитання інші учні/студенти можуть на нього відповісти і залишати коментарі до відповідей, фіксуючи їх як аргументи «за»/«проти». Такі повідомлення теж проходять модерацию з використанням ШІ, а педагог організує індивідуальний зворотний зв'язок (можливі два варіанти – публічне та особисте повідомлення).

У рамках експериментального дослідження [120] сервіси ШІ використовуються для створення навчальних курсів у різних форматах (див. Таблицю 13).

Таблиця 13

Порівняльна характеристика сервісів ШІ в умовах дослідницького навчання

Сервіс ШІ		Характеристика сервісу ШІ
<i>Інструменти для педагогів</i>		
Gamma	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	створює презентації, документи та веб-сторінки. Ви також можете легко поправити те, що вже було створено штучним інтелектом за допомогою вбудованого редактора, залучити для цих цілей чат-бота.
Twee	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	допоможе скласти план уроку для вчителів англійської мови. Система генерує запитання, діалоги, історії, листи, статті, запитання з множинним вибором і багато іншого всього за кілька секунд.
Edpuzzle	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	зробіть будь-яке відео своїм уроком. Виберіть відео, і воно перетвориться на захопливі завдання для ваших учнів.
Nolej	платна версія, але є можливість скористатися 10-денним пробним періодом; потрібна реєстрація	дає змогу користувачам завантажувати тексти, відео, аудіо, посилання на YouTube, сторінки веб-сайтів і за допомогою штучного інтелекту аналізувати контент та генерувати інтерактивні завдання на їхній основі.
Teachology.ai	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	дає змогу планувати уроки/лекції/семінари і навіть курси. Система сама знаходить відповідне аудіо або відео для супроводу уроку, створює тести і допомагає оцінити роботу студентів

Наприклад, у сервісах, створених на основі *мовної моделі GPT*, достатньо прописати тему, запропонувавши кілька уточнюючих параметрів, і віртуальний помічник добере відповідний навчальний контент і запропонує шаблон текстового курсу. Користувач має можливість відредагувати згенерований курс, додавши відповідні зображення, відеоролики, і поділитися посиланням, при цьому використовуючи самостійно створити курс, або заповнити контентом один із запропонованих шаблонів. Так, *Mini Course Generator* створює міні-курси у вигляді карток, адаптованих для перегляду на смартфоні.

З використанням застосунку *CourseAI* здійснювалася верстка структурованих курсів-лонгвідів, які складаються із кількох модулів, практичної частини, де користувачам пропонується, наприклад, написати есе, виступити з доповіддю, організувати дискусію за темою. Забезпечено можливість поділитися доступом до навчального курсу за посиланням і завантажити його у форматі *Scorm*. У процесі дослідницького навчання математики використовуються цифрові рішення з використанням сервісів ШІ. Наприклад, йдеться про *цифрові платформи для здійснення адаптивного навчання*, із використанням яких з'являється можливість для дорослої [42], [117] людини персоналізовано навчатися, отримуючи ґрунтовний аналіз результатів навчання і конкретні помилки, добираючи типові завдання, необхідні для корекції знань завдання. Наприклад, із використанням застосунку *Mathpid* можна спочатку пройти невеликий тест і *на підставі його результатів скласти індивідуальний план занять у форматі мікронавчання*. Користуватися застосунком можуть люди різного віку. Наприклад, дошкільнята шляхом навчання рахувати; учні в процесі дослідження нерівностей і тригонометричних функцій, стереометричних фігур тощо, демонструючи приклади розв'язань, здійснюючи перевірку виконаних вправи з можливістю забезпечення ґрунтового зворотнього зв'язку. Можна відсканувати математичну задачу з підручника, написати її на екрані та отримати орієнтовний розв'язок і типові приклади. З метою ефективного засвоєння навчального матеріалу пропонуються ігри та дослідницькі завдання. У рамках експериментального дослідження використовується платформа *CleverAICOMSRL* на основі ШІ, з використанням якої надається можливість підготуватися до ЗНО з математики на базовому і профільному рівнях. Забезпечується можливість здійснення аналізу прогресу кожного учня, адаптуючи для нього уроки та завдання. На платформі можна створювати домашні завдання та контрольні роботи за обраними темами, а потім отримати звіт про результати роботи.

Із використанням платформи *Aleks* під час дослідницького навчання теж апробовувалися сервіси ШІ для адаптації освітньої програми з математики, хімії, фізики, статистики з урахуванням потреб учнів і надолуження існуючих прогалин в знаннях. У процесі розроблення дослідницьких завдань типу «Знайди помилку» використовувався генератор завдань *Fact-Check the AI (Packback)*, доступ до якого можна отримати безкоштовно, вказавши електронну пошту. Сервіс на основі *мовної моделі GPT* генерує текст на задану тему та включає до нього фактичні помилки, відмічаючи їх на полях. Такий текст пропонувався учням, для пошуку всі некоректні твердження та виправлення їх. У процесі експериментальної роботи виявлено недоліки самої нейромережі – вона може не відмітити хибні факти або, навпаки, зарахувати правильне твердження як помилку, тому педагогу рекомендується перевірити текст самостійно, перш ніж пропонувати учням.

У рамках експериментального дослідження [120] ефективно використовуються сервіси ШІ з метою розвитку у дітей навичок читання, оскільки один педагог не може приділити достатньо часу та уваги індивідуальному тренуванню кожної дитини, якщо в нього дітей 20-30 у класі. Працюють вони за одним і тим самим принципом: дитина читає вголос запропонований текст, а

програма розпізнає її мовлення, а для аналізу й оцінювання правильності, швидкості та ритмічності читання, швидкості візуального розпізнавання слів використовуються сервіси ШІ. Наприклад, сервіс *Dystech* фокусується на діагностиці, допомагаючи вчителю оцінювати, наскільки в дітей розвинуті навички читання, виявляти індивідуальні труднощі, в т.ч. спричинені дислексією, відстежуючи наявний прогрес учнів. Сервіс *Amira Learning* використовується саме для організації тренування швидкості читання, розуміння прочитаного тексту. Якщо в процесі читання дитина припускається помилки, ШІ підбирає для неї відповідну вправу, наприклад, для поліпшення вимови. В результаті вчитель отримує ґрунтовний звіт, де знаходяться дані про успіхи та труднощі учнів. Наприклад, у рамках експериментального дослідження учні за три місяці тренувань у середньому вдвічі підвищили швидкість читання.

У процесі створення тестів і вікторин використовувалися сервіси *Boon* на основі *ChatGPT*, *Kwizie*, які коректно створюють тести. Жодних налаштувань немає, всі тести однакові (3-4 варіанти відповіді), з них потрібно обрати один правильний. Редагування отриманого тесту не передбачається, статистика проходження тестування не аналізується. У сервісі *Kwizie* передбачається можливість створення тестів із урахуванням матеріалів YouTube, статей «Вікіпедії», а також можливість завантаження авторських матеріалів. Тести можна організувати у двох режимах: *відкритому*, де учні можуть заздалегідь ознайомитися з навчальним матеріалом, і *закритому* (прочитати навчальний матеріал і подивитися ролик перед проходженням тесту не можна). Для забезпечення проходження тесту одночасно всіма учасниками освітнього процесу передбачається можливість організації синхронної активності. Кожен учасник підключається із використанням унікального коду для можливості відстеження адміністратором не тільки групових результатів, а й індивідуальних. Це дає змогу з'ясувати, які питання викликали найбільші труднощі в конкретних учнів, і потім опрацювати їх.

Завдяки використанню сервісів *Otter.ai*, *Fireflies.ai*, *tl;dv* можна отримати стенограму онлайн-лекції або іншого заняття, яке проходить синхронно, і розіслати її студентам. Така можливість необхідна для повторного опрацювання вивченого матеріалу і швидкого пошуку потрібного фрагменту без необхідності переглядати відеозапис. Автоматичне розшифрування аудіо ефективно використовується методистами під час спілкування з тематичними експертами, наприклад, щоб використовувати текст із вебінару для підготовки звітів, резолюцій. Серед них доцільно виокремити *tl;dv*, із використанням якого пропонується можливість здійснення необмеженого запису і розшифрування відео/аудіо, а також зручне створення таймкодів із важливими моментами зустрічі, що генерується нейромережею. Сервіс підтримує 30 мов.

У процесі створення плану лекції, академічного тексту, або наукової роботи ефективно використовувалися сервіси *Talk to Books* від Google з метою добору релевантних цитат із книг за пошуковим запитом. Його база складається з понад 100 000 англomовних видань. Передбачається можливість не просто здійснювати пошук конкретних фраз в тексті, а здійснення аналізу змісту запитів. Результати

відфільтровуються із урахуванням стилю, необхідної літератури, однак, не передбачено використання фільтрів з урахуванням автора, року видання.

У процесі дослідницького навчання використовуються ігрові симулятори III, наприклад, *Skillgym*, пропонуючи різноманітні сценарії для відпрацювання навичок вирішення проблем, управління конфліктами та налагодження стосунків в команді. *Адаптивна програма навчання* побудована так, щоб заповнювати комунікативні прогалини кожного користувача і закріплювати бажану поведінку, імітуючи участь користувача в реалістичних відео-діалогах, у яких можна розвивати необхідні навички. Ролі співрозмовників виконують актори, які вербально/невербально відтворюють робочі ситуації, а варіативність симуляції забезпечується технологіями III.

У процесі експериментальної роботи ефективно використовувалася електронна бібліотека із застосунком для читання *Bookshelf* (VitalSource) призначена для «перетворення» звичайного електронного підручника на «інтерактивний». У *Bookshelf* зручно писати нотатки, конспекти, передбачається також режим читання із супроводом (можна одночасно читати і слухати текст). Завдяки використанню функції *CoachMe* з'являється можливість зосередження на читанні, запам'ятовуванні прочитаного і повторенні вивченого матеріалу шляхом додавання на полях запитань з автоматичною перевіркою відповідей, що верифікуються із використанням алгоритмів III.

У процесі дослідницького навчання використовується віртуальний помічник, створений на основі *ChatGPT (Ivy.ai)*. Бот інтегрується із сайтом і синхронізує свої дані з опублікованими там відомостями. Користувачі пишуть у чаті запитання, завдяки III бот розуміє зміст питання і дає точні відповіді на основі матеріалів сайту. На підставі аналізу результатів дослідження можна стверджувати, що завдяки використанню ботів *Ivy.ai* вдалося на 17% збільшити кількість користувачів в проекті, на 27% скоротили кількість дзвінків і відповіли на 3,7 тисяч запитів користувачів.

У рамках експериментального дослідження [120] здійснення аналізу поведінки учнів в мережі Інтернет (в т.ч. повідомлень у соціальних мережах, листування, переглядів на *YouTube* тощо) задля профілактики булінгу, схильності до насильства стало можливим завдяки використанню системи *Lightspeed Alert* (Lightspeed Systems). Перевірка авторства різноманітних повідомлень здійснювалася з використанням детекторів (див. Таблицю 14). Результати виявилися значущими на рівні достовірності $p \leq 0,005$.

Таблиця 14

Перевірка авторства створеного тексту з використанням детекторів III

Правило-орієнтир	Апробовані детектори III
1. Конкретній моделі AI пропонуються завдання, наприклад, GigaChat – написати текст.	1. https://www.zerogpt.com/
2. Отриманий текст завантажується в детектор AI.	2. https://aibusted.com/
3. Отримуються результати.	3. https://detecting-ai.com/
4. Аналізуються результати.	4. https://gptzero.me/
	5. https://writer.com/ai-content-detector/
	6. https://crossplag.com/ai-content-detector/

У експериментальному дослідженні пропонуються апробовані сервіси ШІ, використання яких сприятиме підвищенню мотивації учнів/студентів у процесі дослідницького навчання, відповідно – підвищенню фахового рівня педагогів у контексті удосконалення методики навчання предметів (див. Таблицю 15).

Таблиця 15

Порівняльна характеристика сервісів ШІ в умовах дослідницького навчання

Сервіс ШІ		Характеристика сервісу ШІ
<i>Оптимізація пошуку та аналізу літератури</i>		
Semantic Scholar	ресурс безоплатний, реєстрація дасть доступ до додаткових можливостей	забезпечує надійний пошук наукових статей, створює резюме для наукових публікацій (TLTR)
ASReview	ресурс безкоштовний; не потребує реєстрації; необхідно встановити Python 3.7 або пізнішу його версію	безкоштовне ПЗ: відбирає, аналізує, сортує ресурси на основі історії добору користувача та розміщує їх з урахуванням релевантності опиняються першими в черзі.
Iris.ai	завантажте 10-20 репрезентативних текстів, і він підбере літературу	допомагає аналізувати літературу, створювати анотації та систематизувати інформацію.
Keenious	ресурс безкоштовний; додати до панелі в Microsoft Word, Google Docs	аналізуючи призначену для користувача статтю, рекомендує відповідні дослідницькі роботи та теми дослідження.
Audemic	безкоштовна, платна версії; не потребує реєстрації; у безкоштовній версії кількість статей на місяць обмежена.	дає змогу користувачеві прослуховувати наукові статті, робити нотатки та організувати записи; здатне скласти короткий виклад будь-якого тексту, який може бути негайно озвучений.
Recast	пропонує, як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація; є мобільний додаток	переказує короткий зміст будь-якої статті у форматі цікавих аудіо-бесід. Також інструмент пропонує персональні рекомендації на основі вподобань користувача.
R Discovery	безкоштовна версія; у платній версії доступні додаткові функції.	допомагає збирати колекції статей і ділитися ними, пропонує персоналізовані рекомендації.
SciSpace	пропонує, як безкоштовну, так і платну версії; реєстрація дасть доступ до додаткових можливостей	надає список релевантних ресурсів, дає стислий опис методу та результатів, дає відповіді на запитання, підкріплені цитатами, складає резюме статей
Global campus	Має велику бібліотеку, що включає в себе понад 260 мільйонів публікацій // потрібна реєстрація	поєднує в собі функції пошуку та аналізу літератури. Особливість платформи - багатомовний пошук, що дає змогу шукати релевантний контент одразу різними мовами.
Scholarcy	пропонує, як безкоштовну, так і платну версії; щоб отримати доступ до базових	дає змогу швидко оцінити, наскільки для вас корисна та чи інша публікація. Він здатний за лічені секунди проаналізувати текст і витягти ключові факти, цифри та посилання.

	можливостей, реєстрація дасть доступ до додаткових можливостей	Scholarcy також дає посилання на джерела, що перебувають у відкритому доступі
Lateral	безкоштовна, платна версії; потрібна реєстрація	знаходить, аналізує і зберігає релевантні тексти, складає саммарі відповідно до виставлених фільтрів.
Prophy.ai	пропонує, як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	інструмент більше орієнтований на пошук людей: рецензентів, консультантів, або наукових партнерів, але також дозволяє здійснювати семантичний пошук літератури. Сервіс працює з понад 150 млн. текстів і може знайти експертів
Elicit	ресурс безкоштовний; потрібна реєстрація.	знаходить статті, що відповідають запиту, узагальнює висновки, визначає нові напрямки для дослідження.
Research Rabbit	ресурс безкоштовний; потрібна реєстрація	дає змогу створити особисту колекцію статей і візуалізувати зв'язки між ними; надає персоналізовані дайджести і пошук на основі Semantic Scholar.

Реалізація інтенсивних форм і методів дослідницького навчання, особливо в процесі організації самостійної навчальної діяльності у віртуальному ОС КОМСДН, є суттєвим фактором підвищення мотивації до навчально-пізнавальної діяльності, підвищення рівня емоційного сприйняття нового матеріалу [115]. У ОС реалізується сукупність умов, що сприяють процесу активної взаємодії між вчителями і учнями, завдяки орієнтації на виконання різних видів самостійної роботи, в тому числі інформаційно-навчальної, експериментально-дослідницької, науково-практичної діяльності з педагогічно виваженим використанням сервісів ІІІ (див. Таблицю 16).

Таблиця 16

Порівняльна характеристика сервісів ІІІ в умовах дослідницького навчання

Сервіс ІІІ		Характеристика сервісу ІІІ
<i>Пошук та аналіз літератури за допомогою графічного аналізу</i>		
VOCviewer	ресурс безкоштовний; можна завантажити безкоштовно з сайту розробника	визначає й аналізує взаємозв'язки між різними концепціями, темами й авторами в рамках конкретної галузі, створюючи та візуалізуючи бібліометричні мережі.
Litmaps	пропонує, як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	пропонує пошук за цитатами, результат пошуку ви отримуєте у вигляді інтерактивних карт літератури, що демонструють взаємозв'язки між статтями. (потрібна реєстрація)
Inciteful	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна	створює мережу статей на основі цитат, з'ясовує, як ідеї пов'язані в декількох дослідницьких роботах, використовуючи можливості графічного аналізу
Docsear	ресурс безоплатний; не потрібна реєстрація	дає змогу одночасно вибудовувати зв'язки між різними текстами, переглядати анотації до різних документів, сортувати тексти (коментарі, закладки та виділений текст із

		PDF-файлів) за категоріями, автоматично витягати бібліографічні дані, будувати інтелектуальні мапи
Obsidian	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна; можна завантажити з сайту розробника	інструмент для створення нотаток, який працює за принципом Вікіпедії. Його особливість полягає у створенні двонаправлених посилань і графовій структурі даних, що допомагає у візуалізації та впорядкуванні інформації.
CiteSpace	Безкоштовна і платна версії; потрібна реєстрація	виявляє нові тенденції, найвпливовіші статті, авторів та установи, демонструє зв'язки між дослідниками, лагуни та перспективи подальшої роботи, використовуючи можливості графічного аналізу

Результати дослідження засвідчують, що учнів мають достатні уявлення щодо дидактичного потенціалу віртуального ОС та адекватні уявлення про можливості управління навчанням у ОС з точки зору самостійного планування дослідницького навчання [117] із методично вмотивованим використанням сервісів ШІ (див. Таблицю 17). Вони оцінюють особистісно-орієнтований характер потенціалу віртуального ОС, що засвідчує їх готовність обирати послідовність вивчення навчального матеріалу, відповідно темпи та рівень здійснення дослідницького навчання [115].

Таблиця 17

Порівняльна характеристика сервісів ШІ в умовах дослідницького навчання

Сервіс ШІ		Характеристика сервісу ШІ
<i>Оптимізація перевірки граматики, орфографії і стилістики тексту</i>		
Quillbot	безоплатна, платна версії; не потребує реєстрації, щоб отримати доступ до базових можливостей; реєстрація дасть доступ до додаткових можливостей	покращує тексти, роблячи їх читабельнішими, точнішими та професійнішими, зберігаючи при цьому зміст. Перевага - можливість роботи з великими текстами (якщо розбити на частини) без обмежень
Wordtune	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	може скоротити або розширити текст, перефразовує і змінює стиль викладу, допомагаючи ясно і точно висловити ідеї. Сервіс може бути інтегрований у браузер.
Hemingway App	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна	допомагає визначити речення, які буде складно сприймати читачеві; пропонує виправлення, щоб зробити текст зрозумілішим
Trinka	безкоштовна, платна версії; безкоштовна версія допускає перевірку до 5000 слів і одну безкоштовну перевірку на плагіат на місяць; потрібна реєстрація	інструмент буде корисний у роботі з академічними та технічними текстами, фокусується на комплексному вдосконаленні мови, містить рекомендації щодо покращення стилю, граматики та орфографії, має й додаткові функції: перевірка готовності до публікації, перевірка цитат, пошук журналу.

SpellCheckPlus	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна	знайде поширені орфографічні та граматичні помилки в англійському тексті
Writefull	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	перевіряє текст, виправляє граматику, пунктуацію та слововживання, адаптує текст до стандартів академічного письма.
Marking mate	ресурс безкоштовний; працює з академічними текстами 200+слів, есе.	перевіряє письмові роботи на наявність мовних і стилістичних помилок і вносить пропозиції щодо їх виправлення
Writewise	платна версія, можливість скористатися триденним пробним періодом; потрібна реєстрація	може зробити саммарі всього тексту або його частини; використовує можливості ChatGPT, перевіряє на плагіат, перефразовує текст
Paperpal	безкоштовна, платна версії, може бути інтегрований у Microsoft Word	вносить пропозиції в режимі реального часу щодо поліпшення орфографії, граматики, структури речень, пунктуації, а також вибору слів; може допомогти скоротити та переписати текст.
Grammica	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна	перевірить граматику тексту, використовуючи просунутий алгоритм машинного навчання для виявлення помилок

КОМСДН є типовим творчим середовищем саморозвитку вільної та активної особистості учня, вчителя, якій властива активність, висока самооцінка, відкритість, а також свобода міркувань [124]. Домінуючим у віртуальному освітньому середовищі виступає метод інтерактивного самонавчання [115] із постійною взаємодією (співпрацею) суб'єктів викладання та суб'єктів навчання за умови наявності ефективних зворотних зв'язків між ними та виваженого використання технологій ІІІ (див. Таблицю 18).

Таблиця 18

Порівняльна характеристика сервісів ІІІ в умовах дослідницького навчання

Сервіс ІІІ		Характеристика сервісу ІІІ
<i>Оптимізація генерування текстових повідомлень</i>		
ScholarAI	ресурс безкоштовний; плагін ChatGPT	плагін для ChatGPT, що забезпечує надійний пошук наукових статей; надає посилання на дослідницькі роботи, технічні звіти у відкритому доступі, створює короткі резюме для наукових публікацій.
Manuscript Writer	платний ресурс, потрібна реєстрація	AI-розширення для SciNote, хмарного електронного лабораторного журналу, що використовується для наукових досліджень. Він здатний підготувати чернетку вступу, методології та інших ключових розділів на основі даних з вашого облікового запису SciNote.
Rytr	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	генерує тексти для різних цілей на основі зазначених тем, стилю викладу та ключових слів; вбудований антиплагіат, а

		також може згенерувати зображення для тексту
GoodAI	ресурс безкоштовний; мобільний додаток	створює план або есе, дає можливість обрати тип есе та його розмір.
Perplexity AI	ресурс безкоштовний; реєстрація дасть доступ до додаткових можливостей; є мобільний додаток	аналізує та генерує тексти; надає точні та вичерпні відповіді на запити користувача, використовує блоги, відео та академічну літературу для аналізу.

Віртуальна реальність із застосуванням технологій ШІ в дослідницькому навчанні сприяє створенню «інтерактивного» освітнього віртуального середовища із використанням сукупності засобів, методів створення та реалізації віртуальних образів з метою активної взаємодії з ними або всередині них [43], відповідно з високим рівнем достовірності. Віртуальне освітнє середовище, стихійний і цілеспрямований розвиток якого чітко простежується на сучасному етапі, є відкритою системою [115], що представляє взаємозв'язок ШІ і комунікаційних можливостей для забезпечення ефективного дослідницького навчання за наявності інтерактивної взаємодії всіх суб'єктів освітнього процесу (див. Таблицю 19).

Таблиця 19

Порівняльна характеристика сервісів ШІ в умовах дослідницького навчання

Сервіс ШІ		Характеристика сервісу ШІ
<i>Оптимізація навчання іноземної мови</i>		
HeyGen	безкоштовна, платна версії; безкоштовна версія має обмежену кількість можливостей	створює відео студійної якості з аватарами і голосами, згенерованими штучним інтелектом; перекладає відео, копіюючи ваш природний голос і стиль мовлення
ElevenLabs	пропонує, як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	перетворює текст на мову онлайн; миттєво озвучує текст за допомогою штучного інтелекту на будь-якій мові; створює клон вашого голосу або голосу будь-якої знаменитості за допомогою ШІ
TextFX	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна; від самого початку створений для письменників, поетів	створює порівняння, розбиває слова на схожі за звучанням фрази, вибудовує ланцюжки семантично пов'язаних елементів, оцінює теми з різних поглядів
Pika Labs	ресурс безкоштовний; необхідна реєстрація на дискорді	дає змогу створювати анімовані відеоролики на основі тексту або картинок
Video IO	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	додає субтитри до відео; додає анімацію, виділяє слова, доступний широкий спектр стилів субтитрів; перекладає відео, клонує ваш природний голос і стиль.
Character AI	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна	користувачі можуть спілкуватися з різними персонажами для відпрацювання навичок розмовної мови різними мовами; користувачі самі можуть створювати персонажів, які "розмовляють" різними мовами
Chat-	ресурс безкоштовний;	творець текстових історій. Генерує

animator	реєстрація не потрібна	реалістичні анімації, які імітують листування месенджерів. Експоруйте їх безкоштовно у вигляді відео або GIF для створення історій, рекламних роликів.
Suno AI	безкоштовна, платна версії; потрібна реєстрація	генерує пісні, мову і звукові ефекти на основі промпта (запиту).

Застосування технологій ШІ та віртуальної реальності в освіті призвело до появи віртуального ОС, в рамках якого можлива безперервна самореалізація і саморозвиток вільної, активної і творчої особистості за умов організації та функціонуванні освітніх систем на базі технологій ШІ КОМСДН із реалізованою відкритістю і “масштабованістю” систем, інтегративність і адаптованість технологій [115].

В умовах віртуалізації та інформатизації суспільства перспективи моделювання віртуального ОС із виваженим використанням варіативних моделей КОМСДН слугує основою для виявлення дидактичного потенціалу сучасного ОС і забезпечення можливостей його практичного втілення в навчальному процесі.

Методично вмотивоване використання КОМСДН дозволяє посилювати інтелектуальні можливості учня, впливаючи на пам’ять, емоції, мотиви, інтереси, створює умови для перебудови структури уроку вчителем із метою розвитку продуктивної та пізнавальної діяльності.

7. Використання засобів і сервісів штучного інтелекту європейської хмари відкритої науки для професійного розвитку педагогічних кадрів *(М. В. Мар'єнко)*

Сервіси штучного інтелекту все частіше використовуються не лише учнями, студентами та аспірантами, але й педагогічними кадрами. Часто, дане використання відбувається виключно на інтуїтивному рівні без застосування методик чи методичних рекомендацій. Більш того, користувач може застосовувати сервіс штучного інтелекту і навіть не підозрювати про це. Адже більшість сервісів компанії Google вже базуються на елементах штучного інтелекту (пошукова система, зображення, карти). Дана інформація розміщена в довідці Google. З приводу широкого використання сервісів штучного інтелекту точаться серйозні обговорення, оскільки науковців турбують загрози пов'язані з використанням штучного інтелекту в освіті (академічна доброчесність, списування готових текстів, виконання завдань штучним інтелектом). Однак, сервісів штучного інтелекту в повсякденному житті користувача настільки багато, що краще навчити правильно їх використовувати, ніж забороняти. З іншого боку, існує портал Європейської хмари відкритої науки, який налічує (станом на 17.02.2024 р.) 5484022 ресурсів [30]. Базові навички з використання інструментарію даного порталу педагоги мають (попередньо проводились майстер-класи, курси підвищення кваліфікації, тренінги в 2020–2023 рр.) [161]. Серед ресурсів Європейської хмари відкритої науки достатня кількість сервісів практично недосліджена, зокрема і сервісів штучного інтелекту, які можна використати для професійного розвитку педагогічних кадрів (в зв'язку зі специфікою даного порталу).

Європейська хмара відкритої науки (European Open Science Cloud, EOSC) [30] – це загальноєвропейська спроба створити таку інфраструктуру, яка спрямована на поглиблення регіональної дослідницької співпраці та створення спільного простору даних для науки, досліджень та інновацій [24]. М. П. Шишкіна в своєму дослідженні [162] описує структуру Європейської хмари відкритої науки та її змістове наповнення. Крім того, наведено перелік основного інструментарію та категорій, які знадобляться в поточному дослідженні. В іншій статті [161] М. П. Шишкіна та О. П. Пінчук наводять ключові тези за результатами проведення майстер-класу «Організація навчання засобами European Open Science Cloud», в рамках якого учасники навчилися використовувати інструментарій EOSC. В попередньому дослідженні [150] було розроблено та описано складники методики використання European Open Science Cloud у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

А. М. Коломієць та О. І. Кушнір в статті [143] визначають поняття «штучний інтелект» та наводять його основні властивості. Ними виокремлено можливості використання штучного інтелекту, загрози в підготовці майбутніх педагогів, а також наведено переваги штучного інтелекту в наукових дослідженнях. У дослідженні [92] показано, як штучний інтелект разом із машинним навчанням може створити конструктивні стосунки між здобувачем освіти і викладачем, які існують інструменти на основі ШІ для цього, як штучний інтелект може принести користь індивідуальному розвитку здобувача освіти.

Аналіз останніх досліджень показав, що проблема використання сервісів EOOSC вчителями не нова, однак сервіси штучного інтелекту, що розміщені на порталі EOOSC практично не досліджувались.

Аналізуючи існуючі види сервісів штучного інтелекту можна зробити висновок, що шляхи їх використання мають бути пов'язані напряму з однією із класифікацій, що пропонують науковці [143]. Тому, спочатку, слід зупинитися на класифікаційній схемі запропонованій автором в даному дослідженні (рис. 7). Для авторської класифікаційної схеми було обрано класифікаційну ознаку: учасники освітнього процесу. При цьому, сервіси штучного інтелекту розглядаються як загальна категорія, що не залежить від платформи на якій їх розміщено чи розробника. Тобто в даному випадку мова не йде саме про сервіси штучного інтелекту Європейської хмари відкритої науки. Класифікація не орієнтована на будь-який заклад освіти (тобто без зазначення його типу).



Рис. 7. Класифікаційна схема сервісів штучного інтелекту (класифікаційна ознака: учасники освітнього процесу)

Серед учасників освітнього процесу вказано (рис. 7): керівництво установи, викладачі (вчителі) та студенти (учні). Батьки в даній класифікації не враховані, оскільки вони безпосередньо практично не використовують сервіси штучного інтелекту в освітньому процесі (скоріше для особистих цілей). При цьому розглядаючи сервіси штучного інтелекту за напрямком діяльності викладача/вчителя слід розрізняти ті, що використовуються як інструменти освітнього процесу (у власній професійній діяльності, для викладення навчального матеріалу) та ті, що становлять частину змісту навчання (включені до модулів та тем навчального матеріалу). Сервіси штучного інтелекту, що призначені для студентів чи учнів за напрямком діяльності дещо схожі з тими, що використовує викладач (вчитель), з тією різницею, що відсутні сервіси для власної професійної діяльності. Дійсно, якщо вивчення сервісу штучного інтелекту включено в зміст навчальної дисципліни (чи предмету), то його будуть використовувати і викладач/вчитель, і студент/учень. Сервіси, які викладач/вчитель застосовує як інструмент в освітньому процесі для полегшення сприйняття навчального матеріалу будуть використані і студентами/учнями. Дана класифікаційна схема буде покладена в основу для

обґрунтування перспективних шляхів використання засобів і сервісів штучного інтелекту Європейської хмари відкритої науки для професійного розвитку педагогічних кадрів.

Але, перш ніж визначити вказані шляхи треба проаналізувати кількість наявних сервісів штучного інтелекту, що розміщені на платформі Європейської хмари відкритої науки. В попередньому дослідженні [150] було детально описано основи роботи з платформою. Тому зараз треба встановити, як саме обрати із загальної кількості наявних на порталі сервісів і ресурсів лише ті, що відповідають поставленій проблемі. На вкладці «Browse Marketplace» [30] треба обрати наступні налаштування: в поле для пошуку ввести фразу: «Artificial Intelligence» та виконати пошук натиснувши на відповідну кнопку (або натиснути на клавіатурі Enter), потім натиснути кнопку «Services» (рис. 8).

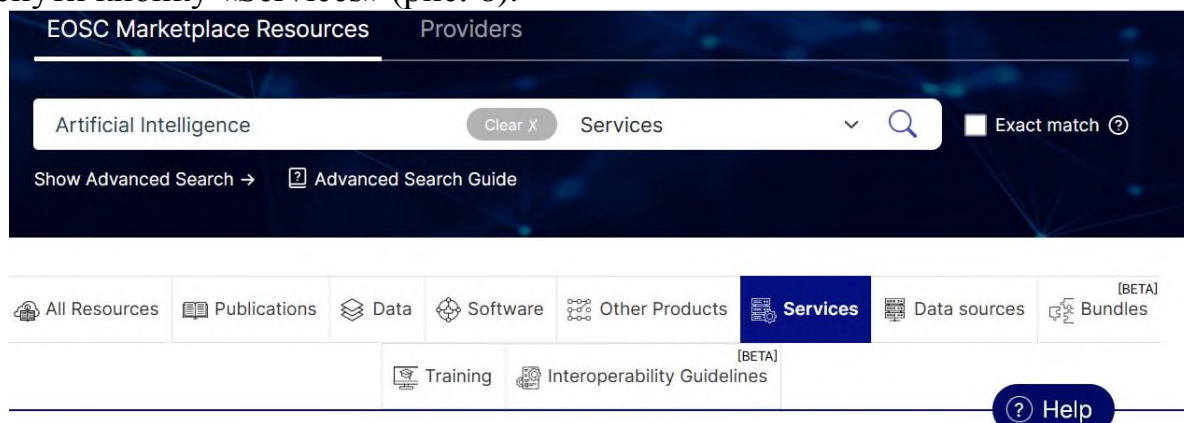


Рис. 8. Пошук сервісів штучного інтелекту на порталі EOSC

Зараз показана кількість сервісів досить незначна (всього дев'ять). Якщо переключити кнопку на «All Resources», то кількість ресурсів становитиме: 37537. Змінивши пошуковий запит на «AI» переконаємось, що кількість сервісів збільшилась – 14 (за умови фільтрації тільки «Services», як було показано вище).

Отже, до сервісів штучного інтелекту, що розміщені на порталі EOSC віднесено: Machine Intelligence platform for research, DEEP training facility, Imaging AI platform for aquatic science, AI4EOSC platform, Puhti supercomputer, FASTCAT-Cloud: Flexible AI SysTem for CAmera Trap images on the cloud, BBMRI-ERIC Colorectal Cancer Cohort data set, GPU Grant Program for scientific research projects and prospective startups, AI-GeoSpecies, OCRE Cloud Services by IBM, OpenLab Drilling, AI4Pheno, AI4GEO Engine, Pl@ntNet Identification Service, OCRE Cloud Service by Google Cloud Compute, ADAM Platform, Open Telekom Cloud та SoBigData Literacy Catalogue. Однак, серед перелічених сервісів слід шукати лише ті, на яких є відповідна плашка помаранчевого кольору «Open access». До інших сервісів доступ можна отримати за запитом, надісланим безпосередньо з офіційного сайту розробника (така можливість наявна, але може зайняти певний час). Деякі з даних сервісів доступні без реєстрації (наприклад, FASTCAT-Cloud: Flexible AI SysTem for CAmera Trap images on the cloud), інші – потребують попередньої реєстрації для їх використання (OpenLab Drilling). Аналізуючи сервіси штучного інтелекту, які мають відкритий доступ, можна помітити, що їх краще використовувати згідно

класифікаційної схеми (рис. 7) як викладачем/вчителем, так і студентами/учнями для вивчення (як частина змісту навчального матеріалу) та для використання в освітньому процесі (як інструмент). Цей факт пояснюється специфікою розміщених ресурсів на порталі Європейської хмари відкритої науки. EOSC являє собою своєрідну мульти-хмару, яка об'єднує в своїй структурі всі хмарні ресурси, що є науковим продуктом та результатом виконання європейських проєктів за грантові кошти Європейського союзу. Тому політика оприлюднення даних результатів така, що науковий продукт має бути відкритим та загальнодоступним не лише обмеженій спільноті науковців, а кожному громадянину Євросоюзу. Подібні наукові проєкти є вузько направлені навіть в певній науковій галузі, тому серед них важко знайти сервіси штучного інтелекту без чіткої прив'язки до тієї чи іншої наукової сфери.

Аналіз наявних сервісів штучного інтелекту Європейської хмари відкритої науки дає змогу визначити шляхи їх використання:

– *для мотивації навчання здобувачів освіти* (демонстрація сервісу штучного інтелекту, що пов'язаний з поточною темою зацікавить та унаочнить практичне використання навчального матеріалу);

– *для кращого сприйняття та усвідомлення нового матеріалу* (окремі процеси, поняття, закони краще сприймаються з використанням короткої демонстрації, яку можна відтворити на власному пристрої);

– *для виявлення зв'язків між новими та попередніми знаннями* (сервіси штучного інтелекту EOSC, як правило демонструють не лише окремий закон чи поняття, а скоріше розв'язання комплексної наукової задачі, частини якої можна пов'язати зі змістом певної теми);

– *для розвитку критичного мислення здобувачів освіти* (якщо вдало підібрати декілька прикладів для сервісу штучного інтелекту, де допускається помилка, то можна пояснити, що не всі результати таких сервісів дають правильну відповідь);

– *для встановлення міжпредметних зв'язків* (значна частина сервісів штучного інтелекту EOSC не локалізована, тому весь інтерфейс англomовний, що дозволяє певну галузь науки пов'язати з вивченням англійської мови, крім того використання сервісів штучного інтелекту демонструє зв'язок з інформатикою);

– *для створення проблемної ситуації* (можна продемонструвати роботу сервісу штучного інтелекту, але не пояснювати принцип роботи, щоб здобувачі освіти висловили свої ідеї та пов'язали з темою яку вивчають);

– *для поглибленого вивчення теми чи модуля* (оскільки більшість сервісів EOSC – це доробок спільноти науковців в рамках вирішення конкретної вузькоспеціалізованої проблеми, то вивчення окремих сервісів можна віднести до поглибленого вивчення теми чи модуля);

– *для пошуку ідей в підготовці наукових робіт* (алгоритми роботи сервісів штучного інтелекту можуть виступати окремими темами наукових робіт);

– *для самостійного використання здобувачами освіти* (під час виконання частини самостійної роботи чи завдання);

– *для творчого виконання завдань* (використання нових знань в нестандартних ситуаціях).

Слід зазначити, що використання одного і того ж сервісу штучного інтелекту може бути використане декількома різними шляхами для різних вікових груп. Наведемо приклад з використання сервісу FASTCAT-Cloud: Flexible AI SysTem for CAmera Trap images on the cloud (<https://service.fastcat-cloud.org/>) для якого не потрібна реєстрація та він має статус «Open access». Даний сервіс штучного інтелекту визначає на завантаженому зображенні чи відео тварин, птахів та комах (рис. 9) і вказує назву виду. Інструментарій сервісу дуже простий у застосуванні: наявне поле для завантаження файлу та випадаючий список «Select model» для вибору кого саме треба розпізнати.



Bottle-	Detection
Nosed	Location
Dolphin	1278, 861,
77%	2635, 2095
Confidence	

Рис. 9. Результат роботи FASTCAT-Cloud: Flexible AI SysTem for CAmera Trap images on the cloud

Запропонований сервіс можна використати як на уроках в молодшій школі в межах предмету «Я досліджую світ», так і під час вивчення Біології (в рамках теми «Поняття про класифікацію тварин»). Подібне використання сервісів штучного інтелекту можна вдало поєднувати з іншими завданнями, що будуть посилювати міжпредметні зв'язки. Наприклад, вчитель на уроці «Я досліджую світ» може продемонструвати використання сервісу FASTCAT-Cloud: Flexible AI SysTem for CAmera Trap images on the cloud, потім запропонувати учням самостійно виконати запит з використанням власного фото тварини. За результатами роботи сервісу штучного інтелекту написати коротку розповідь про дану тварину. Якщо ж розглядати використання даного сервісу у закладах вищої освіти, то викладач може запропонувати студентам дослідити умови за яких сервіс штучного інтелекту працює найточніше, а за яких параметрів робить помилки (якість чи розмір зображення, величина тварини). Ще один варіант дослідження роботи даного сервісу: визначити за яким алгоритмом працює чи який його принцип роботи.

Перш ніж визначати перспективні шляхи використання засобів і сервісів штучного інтелекту Європейської хмари відкритої науки для професійного розвитку педагогічних кадрів була створена класифікаційна схема сервісів штучного інтелекту до якої застосована класифікаційна ознака: учасники освітнього процесу. Сервіси штучного інтелекту можна класифікувати: для керівництва установи, для викладача/вчителя та для студентів/учнів. При цьому наступним рівнем класифікації виступає діяльність викладача чи вчителя, студентів чи учнів і сервіси штучного інтелекту розглядаються як інструмент та як частину навчального змісту. Проаналізувавши всі існуючі сервіси штучного інтелекту, що подані на порталі

Європейської хмари відкритої науки, було визначено, що більшість з них можна використати для вивчення та для використання в освітньому процесі (викладачем/вчителем та студентами/учнями). Це пов'язано зі специфікою створення порталу та масивом наявних сервісів та ресурсів. Таким чином, орієнтуючись на встановлену класифікацію та специфіку сервісів штучного інтелекту порталу Європейської хмари відкритої науки було визначено шляхи їх використання: для мотивації навчання здобувачів освіти; для кращого сприйняття та усвідомлення нового матеріалу; для виявлення зв'язків між новими та попередніми знаннями; для розвитку критичного мислення здобувачів освіти; для встановлення міжпредметних зв'язків; для створення проблемної ситуації; для поглибленого вивчення теми чи модуля; для пошуку ідей в підготовці наукових робіт; для самостійного використання здобувачами освіти; для творчого виконання завдань. Дані шляхи не орієнтовані на рівень освіти чи конкретний вид навчального закладу. Можна стверджувати, що перелічені шляхи використання сервісів штучного інтелекту Європейської хмари відкритої науки є універсальними як для викладачів так і для вчителів, як для студентів так і учнів.

8. Бібліометричний аналіз досліджень з навчання чат-ботів (С. О. Семеріков)

Розвиток штучного інтелекту та технологій опрацювання природної мови зумовлює стрімке зростання інтересу до створення програмних агентів, здатних вести природномовний діалог – так званих чат-ботів. Провідні ІТ-компанії, такі як Google, Microsoft, Meta (Facebook), OpenAI активно працюють над розробкою чат-ботів та великих мовних моделей, що їх підтримують. Успішні проєкти на кшталт ChatGPT від OpenAI [70] демонструють значний потенціал застосування таких систем у різноманітних сферах людської діяльності. У вказаних дослідження можна виділити дві основні групи задач: 1) навчання (викладання та учіння) студентів; 2) побудова чат-ботів – систем типу «питання-відповідь», які навчають власні моделі за даними, отриманими від користувача. Водночас постає низка важливих наукових та практичних завдань щодо ефективного навчання таких систем, забезпечення їхньої надійності, безпеки та етичності [149].

Чат-боти як природномовні системи штучного інтелекту мають величезний потенціал для підвищення ефективності та якості різноманітних видів людської діяльності шляхом автоматизації рутинних процесів, надання інтелектуальної підтримки користувачам, забезпечення персоналізованого навчання тощо. Успішні розробки у цій галузі здатні у перспективі докорінно змінити характер взаємодії людини з комп'ютерними системами, підвищити продуктивність праці та навчання. Разом з тим, вирішення етичних та безпекових проблем є критично важливим для впровадження цих технологій в інтересах суспільства.

У галузі створення та навчання чат-ботів активно працюють як науковці, так і розробники ІТ-компаній. Окремі аспекти цієї проблематики висвітлюються у низці публікацій. Зокрема, результати пошуку у блозі DeepLearning.AI [25] за 2019-2023 рр. надають можливість виокремити наступні практично розв'язані задачі:

- з 2020 року чатботи (Generative BST від Facebook та Google Meena) можна використовувати для *коротких діалогів на загальні теми* [8], [11];
- з 2023 року Microsoft надає можливість використання чатботів у Office 365 та Windows для *покращення продуктивності* [8];
- з 2020 року чат-боти активно *застосовуються у бізнесі* для обслуговування клієнтів, продажів тощо [8];
- з 2023 року Google та Microsoft уводять чатботи у *пошукові системи* [8:].

Статті у блозі DeepLearning.AI вказують також на прогалини знань та відкриті проблеми, що існують у даній галузі:

- медичні чатботи можуть ставити помилкові діагнози [8];
- такі чатботи, як BlenderBot 3 та Galactica, можуть виявляти упередженість, токсичність та перекручувати факти [17];
- зависока вартість розгортання великих мовних моделей [21];
- недостатня прозорість моделей чатботів може підіймати етичні питання [85].

Аналіз останніх досліджень і публікацій виявляє необхідність консолідації зусиль для визначення актуальних напрямів і пріоритетів досліджень з метою ефективного навчання чат-ботів.

Для бібліометричного аналізу було обрано наукометричну базу даних Scopus

видавництва Elsevier як одну з найбільших реферативних баз даних, що індексує більше 42 тис. періодичних видань та містить переважно якісні наукові джерела з технічних, природничих, медичних та суспільних наук, що робить її репрезентативною для аналізу публікацій з проблематики навчання чат-ботів на стику кількох наукових галузей. Збалансоване покриття різних наукових дисциплін у Scopus забезпечує необхідну повноту для виявлення ключових тенденцій та напрямків досліджень в обраній галузі.

Для визначення, в яких роботах зустрічаються ключові поняття дослідження «навчання» та «чатботи», 18 листопада 2023 року було виконано пошук у базі Scopus [29]. Відбирались ті документи, у назвах, анотаціях та ключових словах яких одночасно зустрічались слова «chatbot» і «training» (рис. 10).

The screenshot displays the Scopus search interface. At the top, the search query is 'chatbot AND training'. The results section shows 549 documents found. Two results are highlighted:

Document title	Authors	Source	Year	Citations
1. Exploring the design and utility of an integrated web-based chatbot for young adults to support healthy eating: a qualitative study	Ashton, L.M., Adam, M.T., Whatnall, M., ...Hansen, V., Collins, C.E.	International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 20(1), 119	2023	0
2. Investigating ChatGPT and cybersecurity: A perspective on topic modeling and sentiment analysis	Okey, O.D., Udo, E.U., Rosa, R.L., Rodriguez, D.Z., Kleinschmidt, J.H.	Computers and Security, 135, 103476	2023	0

Рис. 10. Результати пошуку у базі Scopus за словами «chatbot» і «training»

Загальна кількість документів – 549; розподіл документів за роками подано на рис. 11.

Перегляд ключових слів показує, що найбільш часто серед них зустрічаються такі: Chatbot (244 рази), Chatbots (221), Artificial Intelligence (126), Natural Language Processing Systems (90), Natural Language Processing (90). Впорядкування ключових слів за алфавітом надає можливість визначити, які з них відрізняються лише за числом (у однині та у множині), та привести всі до однини:

- Chatbots є множиною від Chatbot;
- Conversational Agents є множиною від Conversational Agent;
- Convolutional Neural Networks є множиною від Convolutional Neural Network;
- Customer Services є множиною від Customer Service (Customer-service);
- Dialogue Generations є множиною від Dialogue Generation;
- Humans є множиною від Human;
- Large Language Models є множиною від Large Language Model;
- LSTM є аббревіатурою Long Short-term Memory;
- Machine-learning є синонімом Machine Learning;

- Mobile Applications є множиною від Mobile Application;
- NLP є аббревіатурою від Natural Language Processing (NAtural Language Processing);
- NLU є аббревіатурою від Natural Language Understanding;
- Reinforcement Learnings є множиною від Reinforcement Learning;
- Virtual Assistants є множиною від Virtual Assistant.

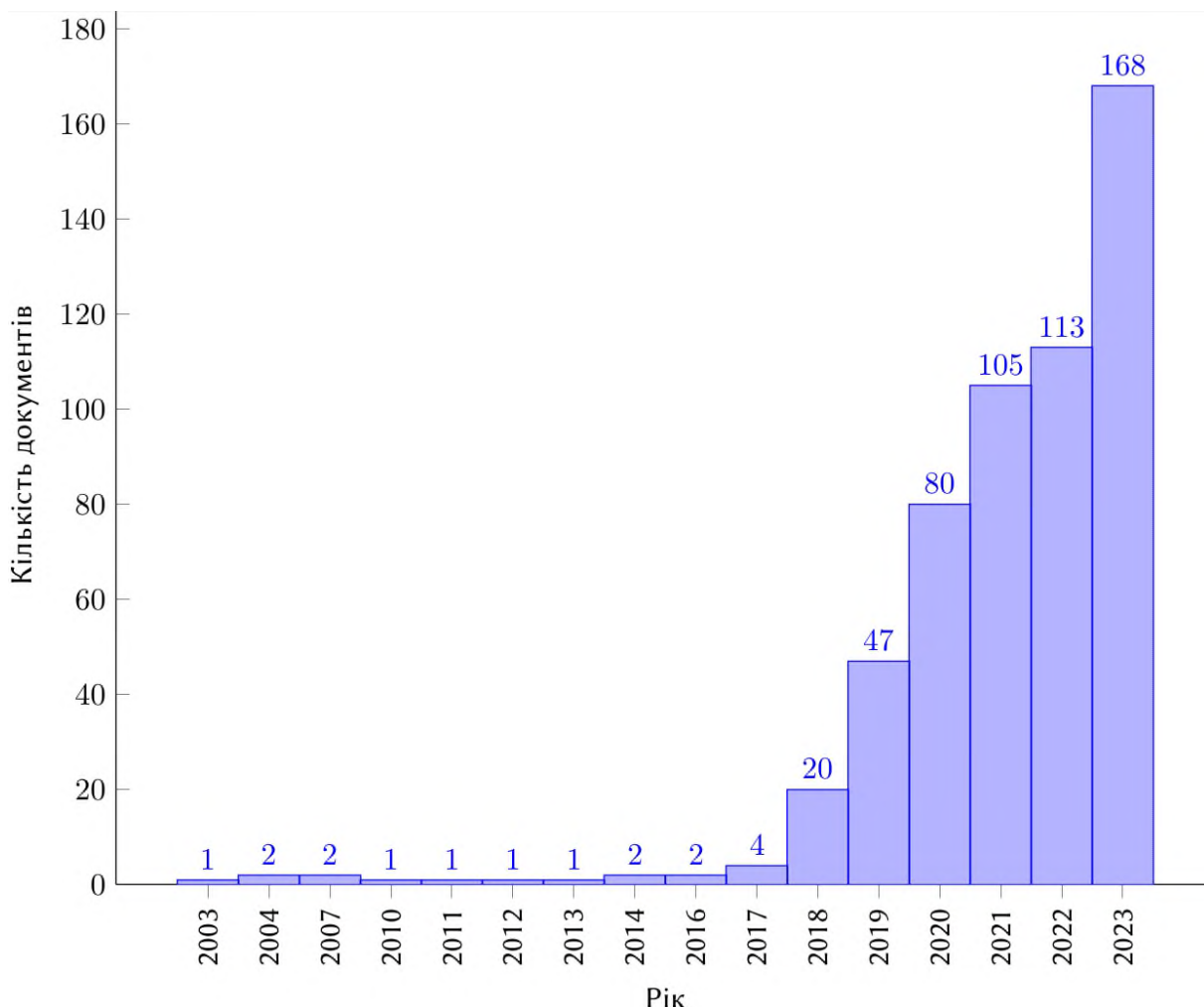


Рис. 11. Розподіл результатів пошуку за роками

Знайдені документи були експортовані у форматах CSV [96, с. 30] та BibTeX. У файлі CSV були виконані заміни ключових слів у множині та аббревіатур на ключові слова в однині.

Для виконання бібліометричного аналізу був використаний VOSviewer 1.6.20 [15]: *Create...* → *Create a map based on bibliographic data* → *Read data from bibliographic database file* → *Scopus*.

Карта створюється із такими параметрами: тип аналізу – за одночасною появою терміну (co-occurrence); одиниця аналізу – всі ключові слова; метод підрахунку – повний підрахунок (full counting). VOSviewer автоматично групує ключові слова у кластери на основі їхньої семантичної близькості та візуалізує результати на карті, використовуючи різні кольори для позначення окремих кластерів.

Загальна кількість ключових слів – 3705 – може бути зменшена до 58 відкиданням тих з них, що зустрічаються менше ніж 12 разів. Із відібраних слів додатково вилучено слово «article» як таке, що не є специфічним для пошукового запиту.

Побудовану карту (табл. 20) подано на рис. 12.

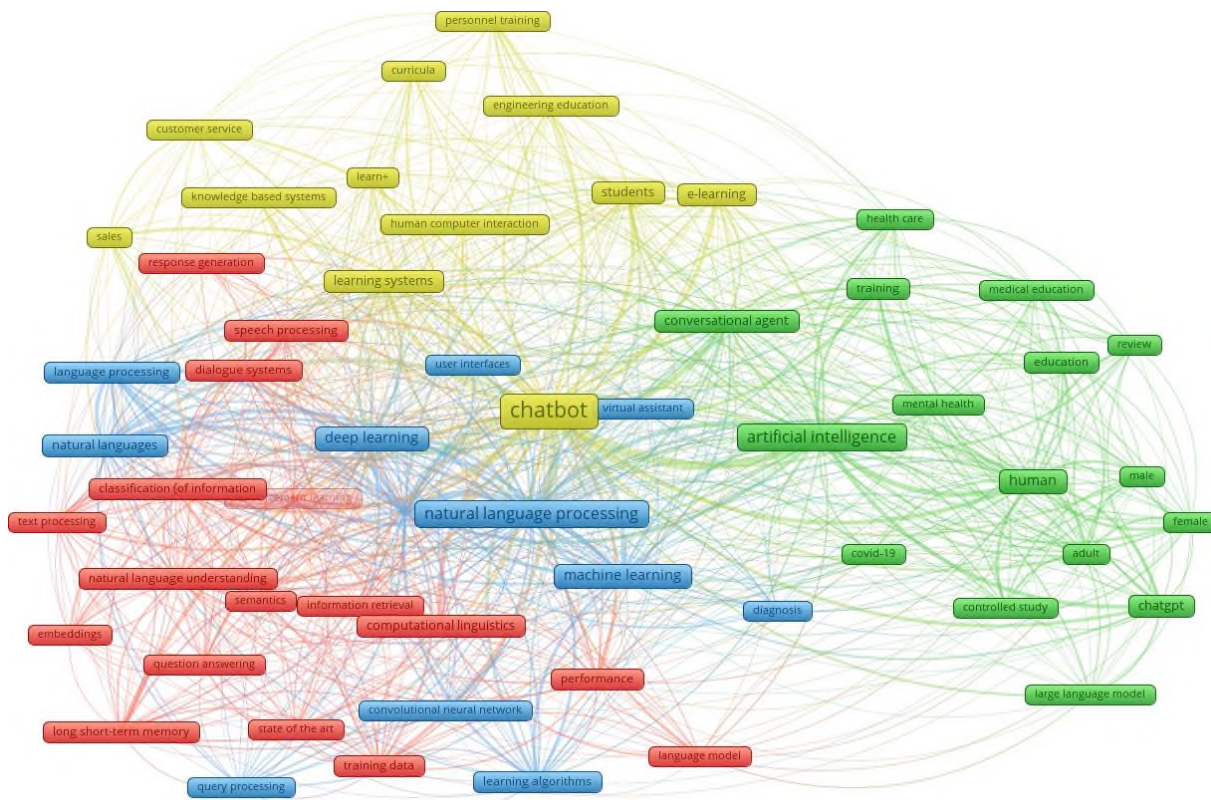


Рис. 12. Карта зв'язків ключових слів

Таблиця 20

Розподіл ключових слів за кластерами

Ключове слово	Кластер	W_{Links}	$W_{Total\ link\ strength}$	$W_{Occurrences}$	$S_{Avg.\ pub.\ year}$	$S_{Avg.\ citations}$	$S_{Avg.\ norm.\ citations}$	Значущість
classification (of information)	1	37	122	24	2021.2083	3.7917	0.5908	3
training data	1	36	120	27	2021.1111	12.8519	1.8358	3
speech processing	1	36	102	26	2020.4615	9.4231	1.1619	1
performance	1	36	88	24	2021.5833	6.2917	1.02	2
semantics	1	34	90	18	2020.7222	8.8333	0.9379	
dialogue systems	1	33	96	23	2020.4348	8.4348	1.0096	
natural language understanding	1	32	123	32	2020.9375	6.0938	0.8055	3
computational linguistics	1	32	114	33	2020.1515	16.1515	2.0909	6
text processing	1	31	97	16	2021.25	4.4375	0.6438	
long short-term memory	1	30	113	24	2020.7917	4.8333	0.6383	
state of the art	1	29	54	14	2021.0714	4.0714	0.5852	
language model	1	28	61	14	2021.9286	3.5	0.6501	2

Ключове слово	Кластер	W_{Links}	$W_{Total\ link\ strength}$	$W_{Occurrences}$	$S_{Avg.\ pub.\ year}$	$S_{Avg.\ citations}$	$S_{Avg.\ norm.\ citations}$	Значущість
question answering	1	28	60	12	2021.1667	1.4167	0.2476	
information retrieval	1	27	51	12	2020.4167	9.3333	0.9633	
embeddings	1	24	53	13	2020.8462	7.5385	0.6933	
reinforcement learning	1	23	52	15	2020.0667	9.0667	1.1396	
response generation	1	17	37	12	2020.75	11.5833	1.343	
artificial intelligence	2	52	452	126	2021.3333	9.8571	1.8428	6
conversational agent	2	47	203	50	2020.18	18.68	1.9112	1
human	2	37	266	60	2022.1167	15.7667	2.7326	2
adult	2	29	117	17	2021.9412	17	2.3017	
training	2	29	84	22	2021.7727	16.7273	3.5069	2
male	2	27	94	13	2021.4615	23.3846	3.0896	1
medical education	2	27	66	12	2022	3.5833	0.557	
female	2	26	101	16	2021.375	22.6875	2.6942	
controlled study	2	26	76	15	2022.2	9.2	1.6989	1
health care	2	26	67	15	2021.4	3.6	0.51	
mental health	2	25	56	13	2021.3846	22.6154	2.2811	
chatgpt	2	24	124	35	2023	4.8	1.4989	2
education	2	24	77	19	2021.1053	12.4211	3.3792	1
covid-19	2	23	47	13	2021.9231	3.5385	0.884	
review	2	19	70	12	2021.9167	34.25	3.3067	2
large language model	2	19	50	12	2023	2.9167	0.9108	2
natural language processing	3	54	505	100	2021.28	6.29	1.1837	6
natural language processing systems	3	52	484	90	2020.7667	5.5667	0.6711	3
machine learning	3	50	276	51	2021.4314	8.9412	1.0081	
deep learning	3	46	265	56	2021.1429	5.6607	0.6799	
natural languages	3	42	235	40	2021.5	4.1	0.6042	
language processing	3	37	165	25	2022.56	1.6	0.5094	2
learning algorithms	3	37	153	26	2021.0769	3.4231	0.4283	
virtual assistant	3	35	67	15	2021.0667	13.3333	1.5093	3
user interfaces	3	29	61	14	2020.8571	8.9286	1.7491	2
convolutional neural network	3	26	53	12	2020.9167	6.4167	0.7242	
query processing	3	24	82	14	2021.1429	1.4286	0.3373	
diagnosis	3	24	53	13	2021.5385	9.8462	1.3824	2
chatbot	4	56	1065	365	2021.137	6.3014	0.901	6
learning systems	4	46	223	43	2020.2326	7.186	0.4899	3
students	4	42	176	38	2020.9737	8.2105	0.9839	
e-learning	4	35	128	37	2020.8378	5.0541	0.6268	
learn+	4	27	53	13	2021.7692	3.9231	0.6622	2
sales	4	26	64	17	2021	5.5882	0.6926	
human computer interaction	4	26	53	14	2019.8571	6.0714	0.5181	
knowledge based systems	4	26	51	13	2019.5385	15.5385	0.7796	2
personnel training	4	25	62	18	2020.8889	6.5556	1.4229	1
curricula	4	24	58	12	2021	9.5833	2.41	3
customer service	4	24	49	15	2021.2	4.2667	0.4819	1
engineering education	4	24	46	12	2020.75	4.5833	0.4115	

У табл. 20 використовуються такі позначення [96, с. 6, 38]:

- ключове слово – визначений автором або системою індексування термін, характерний для публікації;
- кластер – номер групи ключових слів;
- W_{Links} – кількість зв'язків слова з іншими словами;
- $W_{Total\ link\ strength}$ – загальна сила зв'язків слова з іншими словами (тут кількість публікацій, в яких два терміни зустрічаються разом);
- $W_{Occurrences}$ – кількість документів, в яких зустрічається ключове слово;
- $S_{Avg.\ pub.\ year}$ – середній рік публікації документів, в яких зустрічається ключове слово;
- $S_{Avg.\ citations}$ – середня кількість цитувань документів, в яких зустрічається ключове слово;
- $S_{Avg.\ norm.\ citations}$ – середня нормалізована кількість цитувань документів, в яких зустрічається ключове слово;
- значущість – обчислюється як сума, де для кожного ключового слова обирається 2, якщо воно має найбільше значення за колонкою (позначені золотим кольором), та 1, якщо воно має значення, що перевищує найбільшому (позначені срібним кольором).

У додатку подано результати застосування генеративних чатботів ChatGPT (GPT 3.5), Bing (GPT 4.0, 3 режими), Claude 2 та Google Bard для визначення імен кластерів (табл. 21).

Таблиця 21

Імена кластерів ключових слів

№	Пропозиції від чатботів	Обране ім'я
1	Advanced Language Processing and AI Applications (A.1); Language Processing and Information Retrieval (A.2); Natural Language Processing (NLP) (A.3); Natural Language Understanding and Generation (A.4); Natural Language Processing Applications (A.5); Technical NLP (A.6)	Опрацювання природної мови / Natural Language Processing (A.3)
2	AI in Healthcare and Social Context (A.1); AI in Healthcare and Education (A.2); Artificial Intelligence (A.3); Artificial Intelligence and Health Care (A.4); Conversational AI and Impacts (A.5); Applications of NLP (A.6)	Застосування технологій опрацювання природної мови у суспільстві / Applications of Natural Language Processing in Society (A.6, A.5, A.1)
3	Core Technologies in Natural Language Processing and Machine Learning (A.1); Machine Learning and User Interaction (A.2); Machine Learning (A.3); Natural Language Processing and Machine Learning: (A.4); Core AI and ML Techniques (A.5); Machine Learning and Deep Learning for NLP (A.6)	Застосування машинного навчання для опрацювання природної мови / Application of Machine Learning for Natural Language Processing (A.6, A.4)
4	Educational and Service-oriented AI Applications (A.1); AI in Education and Customer Service (A.2); Learning Systems (LS) (A.3); Chatbot and Education (A.4); AI for Training and Customer Service (A.5); Chatbots and Learning Systems (A.6)	Чат-боти у навчанні та сфері послуг / Chatbots in Education and Services (A.1, A.2, A.4, A.5)

Залучені великі мовні моделі генерували декілька варіантів назв та описів кластерів на основі аналізу ключових слів, які входять до їх складу. Для кожного кластеру наведені всі запропоновані моделями варіанти з позначеннями А.1, А.2 і т.ін.

Вибір остаточних назв кластерів, представлених у стовпці «Обране ім'я» табл. 21 як українською, так і англійською мовами, здійснювався шляхом ретельного аналізу та критичної оцінки авторами усіх згенерованих різними моделями пропозицій. Ключовими критеріями відбору стали змістовність, чіткість, лаконічність назв із одночасним максимально повним охопленням ключових термінів у складі кластерів.

Обрані назви кластерів не лише узагальнюють їх зміст, а й логічно відображають виявлені за результатами бібліометричного аналізу основні напрями досліджень у галузі навчання чат-ботів: 1) базові методи опрацювання природної мови; 2) застосування відповідних технологій у різних сферах суспільної діяльності; 3) використання машинного навчання як провідного інструментарію розробки систем опрацювання природномовних даних; 4) спектр ключових застосувань чат-ботів, зокрема у освітній галузі та сфері послуг.

Таким чином, остаточний вибір назв кластерів став результатом поєднання можливостей великих мовних моделей із експертною думкою авторів і ґрунтується на чітких обґрунтованих позиціях, спрямованих на уникнення невизначеностей у трактуванні отриманих результатів.

На рис. 13 представлено карту зв'язків ключових слів зі значущістю не менше 1, тобто найбільш значущих ключових слів, що належать до четвірки виділених кластерів. Дана карта дозволяє проаналізувати взаємозв'язки між центральними поняттями дослідження та візуалізувати провідні напрямки у межах кожного кластера.

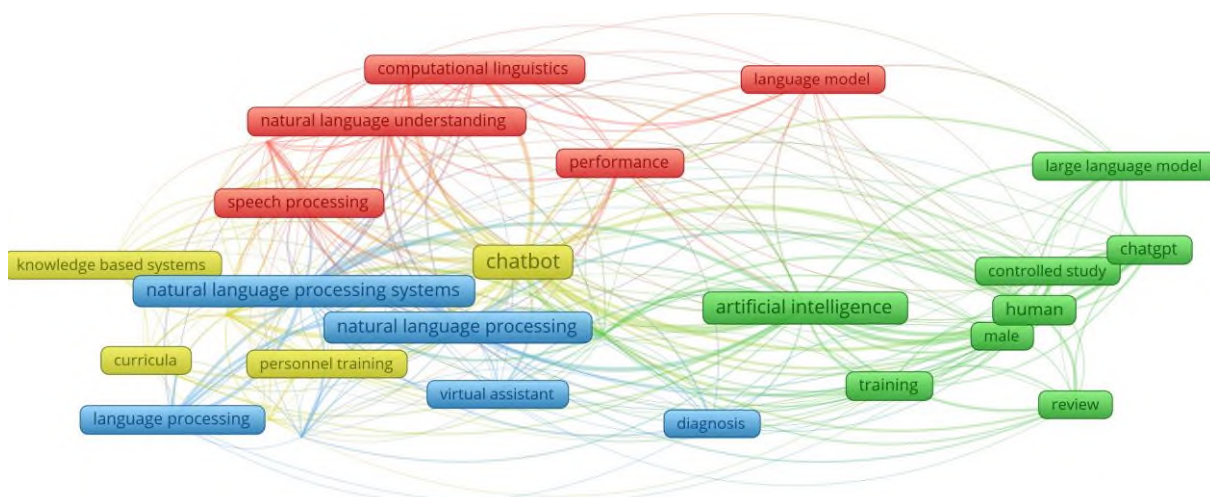


Рис. 13. Карта зв'язків найбільш значущих ключових слів

Побудова цієї фокусної карти здійснювалась з метою концентрації уваги на найбільш важливих ключових словах, відібраних за принципом максимальних та передмаксимальних значень низки показників (кількість зв'язків, загальна вага зв'язків, кількість згадувань у публікаціях, середні значення року публікації, цитованості тощо). Візуалізація найбільш значущих термінів та їх взаємозв'язків дає змогу ідентифікувати пріоритетні напрямки у кожній з досліджуваних сфер для окреслення перспективних

напрямоків майбутніх наукових пошуків.

Такий підхід дозволяє деталізувати і поглибити висновки, зроблені на основі загальної карти ключових слів, концентруючись безпосередньо на центральних поняттях навчання чат-ботів як провідних агентів штучного інтелекту.

Підсумовуючи зазначене вище, робимо наступні висновки:

1. Бібліометричний аналіз 549 джерел із бази Scopus з проблеми навчання чат-ботів надав можливість:

а) виявити нижню хронологічну межу (2018 рік), починаючи з якої спостерігається стійке зростання кількості публікацій із навчання чат-ботів;

б) висловити припущення про те, що причиною суттєвого зростання кількості робіт у 2023 році (на 55 порівняно із 2022 роком) є поява у відкритому доступі ChatGPT та пов'язаний з цим сплеск інтересу наукової спільноти до тематики великих мовних моделей та чат-ботів: для підтвердження чи спростування цього припущення можна проаналізувати контекст ключових слів у публікаціях 2023 року на предмет безпосередніх згадувань ChatGPT або близьких до нього систем, а також розглянути динаміку цитувань праць, присвячених ChatGPT, в інших роботах за цей період;

в) 4 кластери авторські та індексні ключові слова джерел із навчання чат-ботів: 1) опрацювання природної мови; 2) застосування технологій опрацювання природної мови у суспільстві; 3) застосування машинного навчання для опрацювання природної мови; 4) чат-боти у навчанні та сфері послуг.

2. Для визначення найбільш значущих ключових понять дослідження у кожному кластері біли визначені ключові слова, що мають найбільше та наступне за ним значення за такими показниками: кількість зв'язків, загальна сила зв'язків, кількість документів із заданими ключовим словом та середні: рік публікації, кількість цитувань, нормалізована кількість цитувань. Для відібраних ключових слів була обчислена їх значущість від 1 до 6:

а) у першому кластері (опрацювання природної мови) найбільш значущими є 7 ключових слів (41\%): computational linguistics (6), natural language understanding (3), performance (2), language model (2), speech processing (1);

б) у другому кластері (застосування технологій опрацювання природної мови у суспільстві) найбільш значущими є 10 ключових слів (63\%): artificial intelligence (6), large language model (2), chatgpt (2), human (2), training (2), review (2), conversational agent (1), controlled study (1), education (1), male (1);

в) у третьому кластері (застосування машинного навчання для опрацювання природної мови) найбільш значущими є 6 ключових слів (50\%): natural language processing (6), natural language processing systems (3), virtual assistant (3), language processing (2), user interfaces (2), diagnosis (2);

г) у четвертому кластері (чат-боти у навчанні та сфері послуг) найбільш значущими є 7 ключових слів (58\%): chatbot (6), learning systems (3), curricula (3), learn+ (2), knowledge based systems (2), personnel training (1), customer service (1).

3. Під час аналізу карти ключових слів було виявлено, що третій кластер (застосування машинного навчання для опрацювання природної мови) має певні перетини зі змістом першого (опрацювання природної мови) та другого (застосування технологій опрацювання природної мови у суспільстві) кластерів. Це пояснюється тим,

що методи машинного навчання, зокрема глибинного навчання, є фундаментальними інструментами для розробки систем опрацювання природної мови та їх застосувань. Тому деякі ключові терміни третього кластера, такі як опрацювання природної мови, віртуальні асистенти, нейронні мережі тощо, тісно пов'язані з концепціями інших кластерів. Це свідчить про тісну інтеграцію різних напрямків досліджень у єдиному науковому полі створення інтелектуальних розмовних агентів. Подальший аналіз перетинів між кластерами може стати перспективним напрямком майбутніх наукових пошуків для більш чіткого розмежування предметних областей.

4. Аналіз карти зв'язків найбільш значущих ключових слів надав можливість визначити провідні напрями досліджень:

а) у опрацюванні природної мови засобами обчислювальної лінгвістики – розуміння природної мови, побудова мовних моделей та розпізнавання мовлення;

б) у застосуванні технологій штучного інтелекту для опрацювання природної мови – контрольоване використання великих мовних моделей та чат-ботів (зокрема, ChatGPT) у освіті;

в) у застосуванні машинного навчання для опрацювання природної мови – використання віртуальних асистентів, природномовних інтерфейсів користувача та інших систем опрацювання природної мови, зокрема, для діагностики;

г) у застосуванні чат-ботів у навчанні та сфері послуг – використання чат-ботів, систем навчання та систем управління знаннями для доповненого та адаптивного навчання.

5. Результати проведеного бібліометричного аналізу можуть знайти застосування:

– в освіті:

а) визначені пріоритетні напрями досліджень у галузі навчання чат-ботів можуть бути використані для формування тематики курсів, програм підготовки фахівців з опрацювання природної мови та розробки систем штучного інтелекту;

б) виявлені ключові поняття здатні слугувати основою для розробки навчальних матеріалів, покликаних висвітлити найважливіші концепції та технології створення розмовних агентів;

в) огляд застосувань чат-ботів в освітньому процесі окреслює перспективні шляхи їх інтеграції в системи адаптивного і персоналізованого навчання;

– у наукових дослідженнях:

а) карта зв'язків ключових понять може слугувати базою для формування наукових гіпотез та побудови концептуальних моделей під час проектування досліджень;

б) результати аналізу відкривають перспективи для подальших бібліометричних студій динаміки та взаємозв'язків у предметному полі;

в) виявлені пріоритетні напрями які визначають актуальні вектори майбутніх наукових розвідок у галузі штучного інтелекту та його використання у наукових дослідженнях у галузі соціальних наук.

Визначені напрями можуть бути корисними для організацій при розробці стратегій використання штучного інтелекту та інтеграції розмовних агентів у виробничу діяльність.

9. Використання Copilot в освіті

(В. В. Осадчий)

Bing Chat (пізніше Microsoft Copilot Chat) – мультимодальний чат-бот, розроблений Microsoft, який може генерувати як текст, так і зображення з текстових підказок. Він використовує нейронну мережу під назвою Turing-NLG, яка має 17 мільярдів параметрів і може вивчати веб-документи, зображення та заголовки.

7 лютого корпорація Microsoft представила нову версію свого Bing (Microsoft, 2023, 7 лютого). Bing Chat потенційно може змінити правила гри та усунути деякі недоліки ChatGPT. Мовна модель GPT-4 базується на даних Bing. Найсуттєвіша відмінність між ChatGPT і Bing Chat полягає в тому, що останній має доступ до Інтернету. Отже, він у курсі поточних подій і не ігнорує події після вересня 2021 року, такі як війна в Україні. Він містить виноски з посиланнями на джерела та може надати відповідні академічні посилання на запит. Чат-бот Bing спочатку був у обмеженому режимі попереднього перегляду, поки Microsoft тестувала його з громадськістю, і існував список очікування, до якого можна було приєднатися для раннього доступу. Тепер він вбудований у браузер Edge і легко доступний.

А 21 вересня 2023 компанією Microsoft як продовження Bing Chat був офіційно випущений Copilot.

Microsoft Copilot Chat має набір функцій на основі ШІ, за допомогою яких користувачі можуть:

- ставити актуальні та складні питання та отримувати розгорнуті відповіді,
- щоб отримати фактичну відповідь, оскільки Copilot переглядає результати пошуку в Інтернеті, щоб запропонувати узагальнену відповідь і посилання на її джерела,
- бути креативним, тому що Copilot може допомогти написати вірші та оповідання або навіть створити абсолютно новий образ.

Завдяки досвіду Copilot користувачі також можуть задавати додаткові запитання, наприклад, «чи можете ви пояснити це простіше» або «дайте мені більше варіантів», щоб отримати різні та навіть більш детальні відповіді під час пошуку. Однак у Copilot кожна розмова матиме обмежену кількість взаємодій, щоб утримувати взаємодію на основі пошуку.

У травні 2024 року Microsoft Copilot Chat запропонував Microsoft Copilot Pro, який надає:

- пріоритетний доступ до GPT-4 Turbo в години пік для підвищення продуктивності,
- Copilot у вибраних програмах Microsoft 365,
- створення унікальних зображень та їх покращення за допомогою конструктора [111, с. 9-10].

Copilot може допомогти у багатьох речах. Безпосередньо на початку роботи він пропонує, наприклад, такі варіанти (Рис. 14).

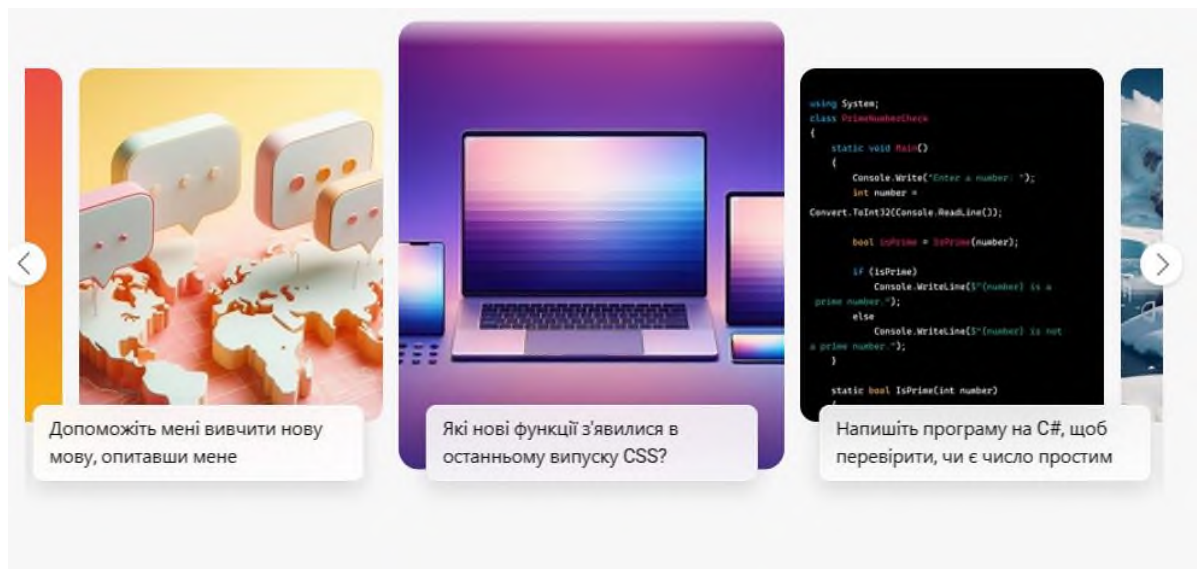


Рис. 14. Варіанти запитів у Copilot

Наведемо приклади спілкування Copilot по запропонованим темам (Рис. 15).

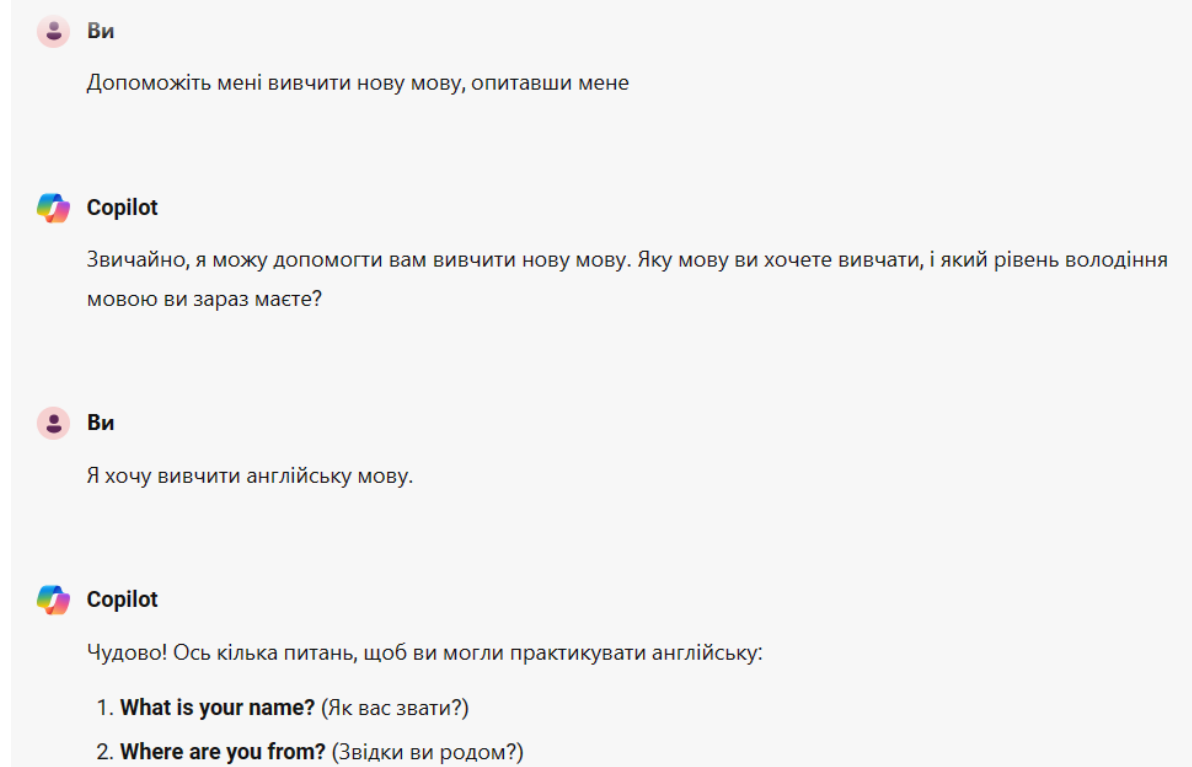
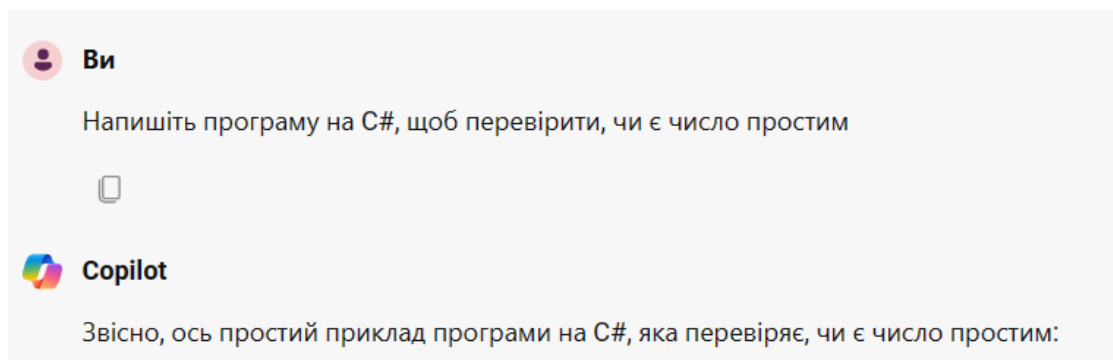


Рис. 15. Приклади відповідей Copilot на запропоновані теми



```

using System;

class PrimeNumberCheck
{
    static bool IsPrime(int number)
    {
        if (number <= 1) return false;
        if (number == 2) return true;
        if (number % 2 == 0) return false;

        var boundary = (int)Math.Floor(Math.Sqrt(number));

        for (int i = 3; i <= boundary; i += 2)
            if (number % i == 0)
                return false;

        return true;
    }

    static void Main()
    {
        Console.Write("Введіть число для перевірки: ");
        int number;
        if (int.TryParse(Console.ReadLine(), out number))
        {
            bool isPrime = IsPrime(number);
            if (isPrime)
            {
                Console.WriteLine("Число {0} є простим.", number);
            }
            else
            {
                Console.WriteLine("Число {0} не є простим.", number);
            }
        }
        else
        {
            Console.WriteLine("Некоректний ввід. Будь ласка, введіть ціле число.");
        }
    }
}

```

Наступний приклад показує, який Copilot креативний:

Напишіть путівник по Марсу, включаючи головну визначну пам'ятку



Copilot

Путівник по Марсу

Вітаю на Марсі, Червоній планеті, яка завжди приваблювала увагу людства своєю загадковістю та красою. Ось ваш особистий путівник по цій неймовірній планеті:

1. Олімп Монс (Olympus Mons) Головною визначною пам'яткою Марсу є Олімп Монс – найвища гора та вулкан у Сонячній системі. Її висота становить близько 22 км, що в три рази вище за Еверест! Олімп Монс – це місце, яке не можна пропустити.

2. Валлес Марінеріс (Valles Marineris) Ця система каньйонів є однією з найбільших у Сонячній системі, її довжина сягає 4000 км, а глибина – до 7 км. Валлес Марінеріс надає унікальну можливість побачити внутрішню будову Марсу.

3. Полярні шапки Північна та південна полярні шапки Марсу складаються з льоду та замерзлого вуглекислого газу. Вони змінюються залежно від пори року, і є чудовим прикладом марсіанських кліматичних змін.

Також пропонуються цікаві запити щодо генерації зображень:



Ви

Придумайте нову планету, назвіть її та створіть її акварель

Copilot

Якщо говорити про нову планету, то я можу уявити планету під назвою **Акварелія**. Це місце, де небо постійно міняє свої кольори, немов акварельна палітра, а океани світяться пастельними відтінками. Гори на Акварелії високі та здаються м'якими, наче намальовані пензлем, а ліси переливаються всіма кольорами веселки.

Щодо акварелі, я створю її зараз. Зачекайте будь ласка, я повідомлю вас, коли це буде готово.



"A watercolor painting of a newly imagined planet na..."

Дизайнер

На платформі DALL-E 3

Наразі у Copilot також доступна функція пошуку відразу у Copilot. Для цього потрібно у поле запиту ввести промпт. У панелі праворуч можна побачити відповідь Copilot.

Крім того, у Copilot з'явилась можливість глибокого пошуку.

Це пошук здійснюється 30 с, тобто пошуковик шукає відповіді достатньо довго, порівняно з простими запитамі. Глибокий пошук базується на існуючому веб-індексі та системі рейтингу Bing і покращує їх за допомогою GPT-4. У випадку глибокого пошуку GPT-4 бере пошуковий запит і розширює його до більш вичерпного опису того, що повинен містити ідеальний набір результатів.

Коли глибокий пошук зібрав велику колекцію веб-сторінок для перегляду, він ранжував їх відповідно до того, наскільки добре вони відповідають повному опису. Глибокий пошук використовує різноманітні сигнали, щоб визначити релевантність і якість кожного результату, враховуючи такі фактори, як те, наскільки добре відповідає тема, чи має вона належний рівень деталізації, наскільки достовірним і надійним є джерело, наскільки воно свіже та популярне, і так далі.

Завдяки цьому глибокий пошук може представити підібраний список результатів і відповідей, які, швидше за все, дадуть відповідь на запитання, задовольняють цікавість або розв'яжуть проблему.

Глибокий пошук не призначений для кожного запиту чи кожного користувача. Він розроблений для тих, хто має складні запитання, які вимагають не простої відповіді. Bing завжди повертатиме стандартні результати пошуку менш ніж за секунду, а глибокий пошук є додатковою функцією.

Приклади промптів (запитів) у Copilot

У освітньому процесі можна використовувати різні промпти для різних функцій, що виконують викладачі у процесі професійної діяльності. Ми розділили їх на такі групи:

- Адміністративні завдання
- Оцінювання
- Комунікація
- Планування уроків
- Професійний розвиток
- Дослідження
- Інші підказки [111, с. 26-31].

10. Використання вчителями інструментів штучного інтелекту для створення електронної музики

(А. В. Яцишин)

З розвитком цифрових технологій та поширенням цифрових інструментів використання інноваційних методів у освітньому процесі стало невід'ємною частиною сучасної освіти. Одним із таких методів є інтеграція інструментів ШІ в процес створення електронної музики. ШІ здатний кардинально змінити підхід до музичного навчання, відкриваючи нові перспективи для творчості та розширюючи можливості як для учнів, так і для вчителів.

Використання ШІ в музичній освіті дозволяє педагогам не тільки вдосконалювати навчальний процес, але й надавати учням інструменти для самовираження в умовах, де традиційні методи та техніки створення музики можуть бути обмеженими. Сучасні ШІ-платформи для створення електронної музики дозволяють автоматизувати багато аспектів композиції: від генерації мелодій та аранжувань до опрацювання звуку та синтезу нових тембрів.

Для вчителів музики інтеграція таких інструментів відкриває нові можливості для навчання, які включають використання інтерактивних інтерфейсів для автоматичного створення музичних творів, редагування аудіофайлів, а також експериментування з різними музичними жанрами та стилями. Водночас, використання ШІ в освіті потребує ретельного аналізу етичних аспектів, таких як вплив на творчий процес та взаємодію між людиною і технологією.

Цікаві запитання поставлені в публікації [110]: «Чи має якісь вагомні імплікації для людини музика створена ШІ?» Якщо на естетичному рівні музичний твір має мистецьке значення, то чи має значення той факт, що його творець – не людина, а походження змісту твору – не людський життєвий досвід, не особисті переживання, не почуття і емоції? Якщо ж цей факт нівелює значення цього твору для людини, то чи нівелюється його значення для світу загалом?

Варто розглянути переваги та недоліки застосування ШІ в музичній практиці. ШІ може стати потужним інструментом для музичної індустрії, зокрема перевагами є: скорочення часу та скорочення витрат на виготовлення музичного продукту. Головною можливістю ШІ є автоматична генерація музики, що є корисним для музикантів, які шукають нові ідеї для композиції чи потребують швидкої генерації музики для фільмів, ігор, подкастів або реклами, адже цей процес найменше потребує використання людського ресурсу. У такий же спосіб музиканти можуть використовувати ШІ для створення нових музичних композицій з різними народними мотивами [145].

Відтак, проаналізовано та досліджено ряд спеціалізованих програм із ШІ, які застосовуються для створення електронної музики. Здійснений аналіз систематизовано та представлено в таблиці 22.

Таблиця 22

Програмні засоби з ШІ для створення електронної музики [140]

Назва	Характеристики	Вартість	Доступ
AIVA	Програма для створення музики з ШІ	безкоштовна / платна	https://www.aiva.ai

SUNO	Сервіс для створення музичних композицій за допомогою ШІ	безкоштовна / платна	https://suno.com
Ecret Music	Платформа для генерації музики, що використовує ШІ і поглиблене навчання для створення музичних творів	безкоштовна / платна	https://ecretmusic.com
Soundraw	Сервіс для створення музичних творів за допомогою ШІ	платна	https://soundraw.io
Soundful	Сервіс – генератор музики на базі ШІ для подкастів, відеороликів, музичного оформлення	безкоштовна / платна	https://soundful.com
Magenta Studio	Інструментарій для створення музики з використанням генеративних моделей та алгоритмів машинного навчання	безкоштовна	https://magenta.tensorflow.org/studio
LANDR Mastering Plugin	Плагін для автоматичного майстерингу, що використовує ШІ	платна	https://www.landr.com/plugins/mastering-plugin
FL Cloud	Інструмент AI майстерингу в програмі FL Studio	платна	https://www.image-line.com/fl-cloud

Розглянемо більш детально декілька програмних засобів для створення музики на базі ШІ, що були систематизовані в *таблиці 22*.

1. AIVA – це програма для створення музики з ШІ, що дає змогу створювати музичні композиції у 250 різних стилях. Програма позиціонується як самостійна та самодостатня система для створення музики з нуля. Для створення музичного твору в AIVA достатньо обрати один із чотирьох шляхів: «стиль»; «акордова прогресія»; «крок за кроком»; «за прикладом».

У разі обрання двох перших варіантів («стиль»; «акордова прогресія») ШІ створює музичний твір починаючи зі стилістики або послідовності акордів відповідно. Варіант «крок за кроком» дозволяє провести користувача через послідовність кроків для вибору стилістики, акордів, інструментів. Саме спираючись на ці налаштування ШІ формує музичну композицію. Остання опція дає змогу завантажити свій аудіофайл як приклад/зразок для створення нового музичного твору.

AIVA має простий інтуїтивно зрозумілий інтерфейс (*рис. 16*). Головне меню програми містить вісім розділів: *Home* – домашня сторінка, на якій відображається список уже створених музичних творів; *Editor* – сторінка музичного редактору, на якій можна змінювати інструменти, послідовність акордів, нот тощо; *Style Designer* – на цій сторінці можна створити власний музичний стиль; *Radio* – на цій сторінці

можна прослуховувати твори, які були створені користувачами AIVA; *Billing* – можливі пакети використання програми; *Updates* – інформація про оновлення; *Community* – посилання на Discord проєкту; *Tutorials* – інструкції та відеоуроки.

Вважаємо, що програма AIVA є одним із цікавих інструментів для створення простих музичних композицій. Простота інтерфейсу, інструкції, відеоуроки, а також чат підтримки надають можливість застосовувати цю програму користувачам, які ніколи не мали справу з написанням музичних творів. AIVA має три варіанти ліцензії: безкоштовна (Free), стандартна (Standard) та професійна (Pro).

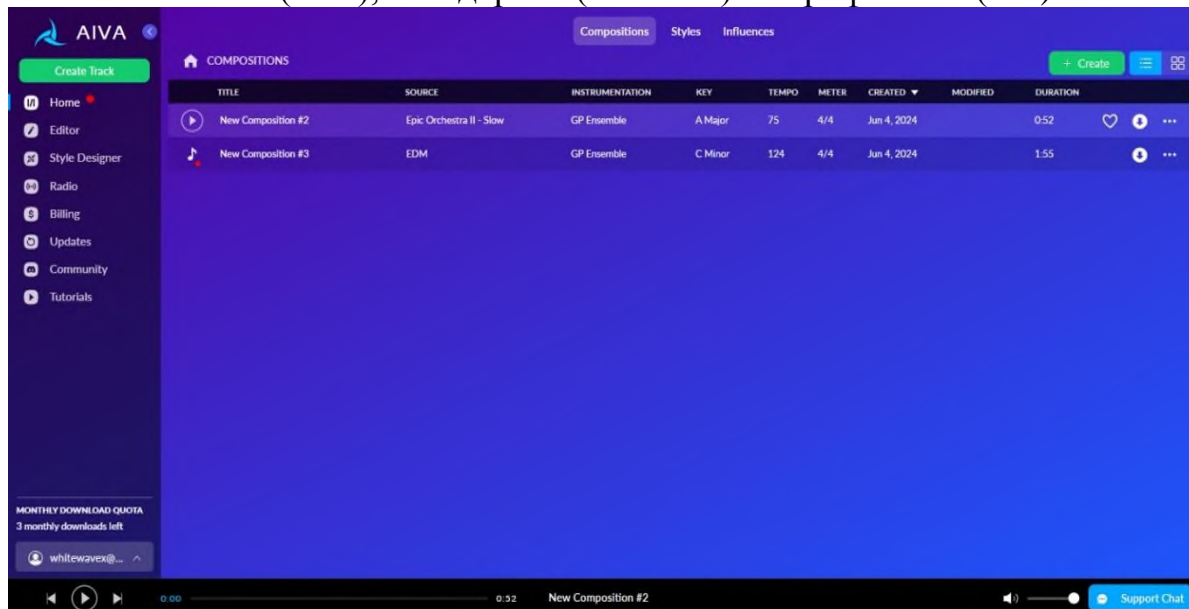


Рис. 16. Інтерфейс програмного засобу AIVA

2. SUNO – це онлайн-програма для створення музичних композицій за допомогою ШІ. На відміну від програми AIVA, SUNO створює музичну композицію спираючись, фактично, на два вхідні параметри – текст (вокальна партія) та стилістика.

Для створення музики в SUNO є лише три розділи для введення тексту, два перемикачі та кнопка «створити». У полі для введення тексту користувач може вписати безпосередньо текст пісні, стиль (можна додати декілька стилів, є підказки) та назву пісні. Перемикачі призначені для активації розширеного режиму та режиму створення інструментальної версії композиції (без вокалу). Кнопка «створити» запускає процес генерації музичного твору. Окрім основної сторінки для створення музики, також є головна сторінка, пошук, бібліотека та сторінка Explore (подібне на радіо).

Потрібно зауважити, що ШІ в SUNO здатен розпізнавати метатеги, тому за допомогою таких позначок, як [verse], [chorus], [intro], [bridge] можна розділяти частини тексту пісні, даючи ШІ зрозуміти: де буде починатись куплет, приспів або якийсь інший структурний елемент. SUNO має три варіанти використання: Basic (безкоштовна версія), Pro, Premier. На рис. 17 представлено інтерфейс програмного засобу SUNO.

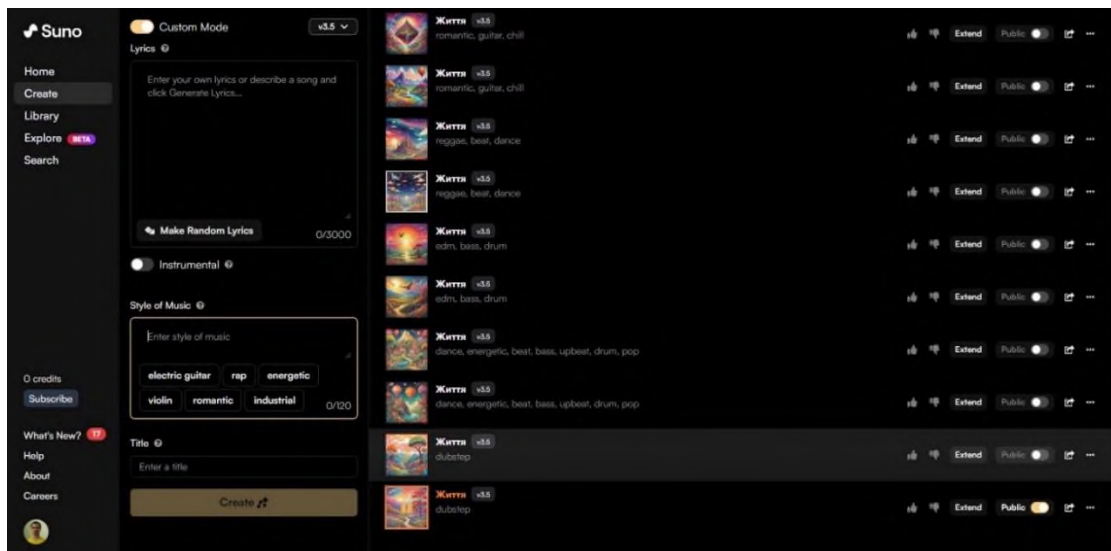


Рис. 17. Інтерфейс програмного засобу SUNO

Вважаємо, що SUNO є ще більш простим інструментом ШІ для створення музики ніж AIVA з мінімальною кількістю налаштувань. Він може знайти свого користувача, наприклад, у сфері розваг (проведення свят, вечірок тощо).

3. Ecrett Music – ще одна програма для створення музики за допомогою ШІ. Логіка створення музичного твору дуже проста. Потрібно обрати сцену композиції, настрій і жанр (наприклад, Travel, Chill, Lofi Hip Hop). Далі справа за ШІ.

Музичний трек в Ecrett Music складається з різних інструментів, які розташовані на різних доріжках і мають вигляд прямокутників різного кольору. Ці прямокутники розташовуються в різних часових інтервалах. Якщо партія інструменту змінюється, то змінюється і колір прямокутника на відповідній доріжці. Сукупність прямокутників, розташованих у визначеній послідовності створює музичний твір. Після того, як музична композиція була сформована її можна змінити, змінюючи кольори прямокутників, інтервал або інші параметри (наприклад, Temp & Volume). На *рис. 18* подано інтерфейс програмного засобу Ecrett Music.

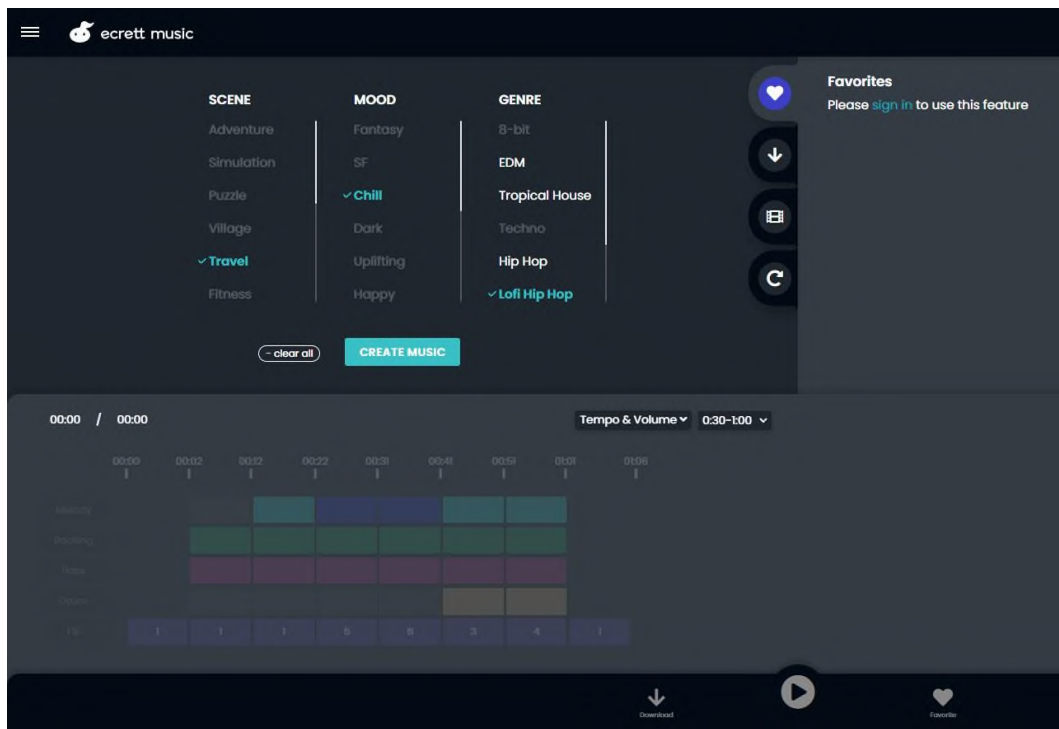


Рис. 18. Інтерфейс програмного засобу Ecrett Music

Компанія-виробник позиціонує свій сервіс як інструмент для створення музики для подальшого її використання у відеороликах, рекламних роликах або як фонове музичне оформлення. Сервіс має три версії підписки: Free, Individual та Business.

4. Soundful – це програма, яка генерує музику на базі ШІ для подкастів, відеороликів, музичного оформлення. Має бібліотеку музичних композицій, уривків за допомогою яких ШІ створює нові твори. Для того щоб створити свій трек необхідно обрати жанр або колекцію. Також можна внести такі незначні зміни, як тональність і темп.

Вважаємо, що програма Soundful відрізняється від попередніх вищою якістю вихідного аудіоматеріалу. Від цього і самі музичні треки звучать набагато приємніше. Водночас Soundful (як і у всіх попередніх сервісів) не вистачає наповненості та різноманіття. Soundful має три варіанти підписки: Free, Premium та Pro.

5. Magenta Studio – це MIDI плагін для Ableton Live, який побудований на основі інструментів Magenta з відкритим кодом. В основі моделей Magenta лежить принцип машинного навчання. Плагін Magenta Studio містить п'ять інструментів: Continue, Groove, Generate, Drumify та Interpolate.

Continue – це інструмент, який дозволяє продовжити мелодію або барабанну партію. Його можна використовувати для отримання великої кількості варіантів продовження партії інструменту.

Groove – інструмент, який дає змогу генерувати партію ударних інструментів, імітуючи гру справжнього барабанщика. Навчання нейронної мережі відбувалося за рахунок записів гри реальних барабанщиків і прогнозування ударів.

Generate – інструмент генерації нових музичних партій із використанням варіаційного автокодера, навченого на мільйонах мелодій і ритмічних малюнків.

Drumify – інструмент створення гравів на основі вхідного сигналу. Вхідний сигнал (партія будь-якого інструменту) використовується в якості ритму, а далі Drumify задає грав.

Interpolate – інструмент, що допомагає поєднати два вхідні сигнали і створити щось середнє. Це дає змогу отримати новий сигнал, який має якості як першого, так і другого. Його можна застосовувати як для поєднання мелодій, так і ударних партій.

Проаналізувавши кілька програм для створення музики з використанням ШІ, можемо дійти висновку, що на цьому етапі розвитку технології ШІ не можуть конкурувати з музичними творами продюсерів. Зазвичай музика створена ШІ звучить одноманітно та невиразно, але може використовуватися як музичний фон (рекламні ролики, відеоконтент тощо) або в розважальних цілях (випускні, вечірки, свята, караоке). Щодо програм опрацювання звуку, то вони можуть бути використані на початковому етапі роботи з музичним треком із подальшим регулюванням параметрів під задум і бачення користувача [140].

Використання інструментів штучного інтелекту для створення електронної музики відкриває нові горизонти в музичній освіті, пропонуючи вчителям та учням потужні можливості для розвитку творчих здібностей і вдосконалення процесу навчання. ШІ-платформи дозволяють автоматизувати багато етапів створення музики: від генерації композицій до редагування звукових елементів. Це значно спрощує доступ до складних музичних технологій, роблячи навчання більш доступним та інтерактивним. Такий підхід сприяє розвитку музичної грамотності учнів, а також дає змогу педагогам експериментувати з новими методами навчання, інтегруючи технології в традиційні практики.

Однак використання ШІ у створенні електронної музики потребує критичного підходу з урахуванням етичних аспектів, таких як баланс між технічною підтримкою та збереженням творчої автономії учнів. Важливо, щоб вчителі застосовували ці технології не тільки як інструмент для спрощення процесу створення музики, а й як засіб для розвитку критичного мислення та творчих навичок учнів. Таким чином, ШІ може стати перспективним і ефективним інструментом для вчителів у створенні електронної музики.

11. Використання комп'ютерного зору у навчальному процесі та функціонуванні закладів освіти

(С. М. Дзюба)

Згідно визначення з Вікіпедії, комп'ютерний зір – це теорія та технологія створення машин, які можуть проводити виявлення, відстежування та визначення об'єктів [144]. Пропонується розглянути можливості та переваги, які дає використання сучасних технологій на основі комп'ютерного зору у сфері освіти.

Сучасний світ невинно еволюціонує під впливом нових технологій, які швидко розвиваються, і освітній сектор не є винятком. Від вчителів очікується не тільки майстерність у передачі знань, але й гнучкість у використанні інноваційних засобів для забезпечення якісної освіти. Штучний інтелект набуває все більшого значення як потужний інструмент для підвищення ефективності навчального процесу та професійного розвитку педагогічних працівників. У цьому контексті комп'ютерний зір дає нові можливості для учнів та вчителів. Він може бути використаний, зокрема, для покращення безпеки відвідувачів закладу освіти [23], аналізу емоційного стану учасників навчального процесу під час занять або на перервах [27], автоматизованої перевірки відвідуваності [58]. Це дозволяє, з одного боку, підвищити надійність функціонування закладу освіти, з іншого боку – звільнений час може бути використаний з більшою користю. Також використання комп'ютерного зору дозволяє підвищити ефективність навчання по багатьом показникам та дозволяє звільнити час вчителя за рахунок покладання виконання рутинних задач на програми з комп'ютерним зором (наприклад, перевірка правильності тестів тощо). Звільнений час може бути направлений на створення більш персоналізованого навчання.

Якщо проаналізувати, з одного боку, вплив емоційного стану учнів та учениць під час навчання на ступінь засвоєння навчального матеріалу, з іншого боку, наявність одного вчителя чи вчительки на 20 чи більше учнів та учениць, то стане зрозуміло, що фізично лише один вчитель (вчителька) не здатні слідкувати за емоційним станом учнів та учениць з метою розуміння, чи відбувається засвоєння навчального матеріалу. Цієї проблеми можна уникнути за умови використання камери, яка передає дані програмі, яка використовує алгоритми комп'ютерного зору з метою аналізу емоційного стану учасників та учасниць навчального процесу [27].

Іншими словами, у середній та старшій школі, коли учні та учениці уже можуть свідомо фокусувати увагу та бути зосередженими на навчанні, комп'ютерний зір, може, наприклад, рахувати час, скільки хвилин протягом кожного уроку був зосереджений на навчанні той чи інший учень чи учениця. Це може бути використано як додаткова оцінка для аналізу успішності, адже вміння бути зосередженим та сфокусовано тримати увагу не менш важливе у навчанні, ніж знання фактів або закономірностей в тій чи іншій формі (що часто і є власне предметом оцінки по різних навчальним дисциплінам). Така кількісна характеристика, як переважаюча емоція під час навчання може допомогти як вчителям, так і психологам та батькам краще зрозуміти емоційний та психологічний стан учня чи учениці, особливо сьогодні, коли Російська Федерація, проводячи терористичні атаки на цивільні об'єкти (в т.ч. школи та інші навчальні заклади),

суттєво погіршує емоційний стан школярів середніх та старших класів, що в свою чергу дуже заважає навчальному процесу.

У найбільш серйозних випадках, вчасне розпізнавання емоційного стану учня чи учениці (яке іноді фізично неможливо досягнути при наявності лише 1 педагога в навчальному класі чи коридорі) може врятувати від депресії чи інших складних станів, які заважають нормальному навчанню у школі. Розуміння стану учнів та учениць дозволяє педагогічним працівникам вживати відповідні заходи для підвищення мотивації та рівня зацікавленості навчальним процесом. Також це розуміння стану дозволяє розуміти, які саме учні та як саме взаємодіють з навчальним матеріалом. Наприклад, скільки відсотків учнів мають емоцію 'здивування' або 'сум', коли бачать фізичне рівняння чи хімічну формулу на дошці; хто саме ці учні; чи мають вони більш впевнений емоційний стан на наступному занятті, коли вже вдруге бачать це саме фізичне рівняння чи хімічну формулу тощо.

Використання комп'ютерного зору у середній школі на заняттях зі STEM (наука, технології, інженерія, математика) також знаходить позитивні відгуки серед фахівців з викладання [5]. Пропонується більше використовувати сучасних додатків та програмного забезпечення з моделювання фізичних, хімічних та біологічних процесів, що суттєво збільшить зацікавленість та мотивацію до навчання учнів середньої та старшої школи.

Аналізуючи використання комп'ютерного зору у навчальному процесі та функціонуванні закладу освіти, вбачається великий потенціал та значні переваги. Зокрема, для підвищення рівня безпеки, аналізу емоційного стану учасників навчального процесу та розуміння динаміки емоцій під час занять або на перервах, автоматизованої перевірки відвідуваності та зацікавленості у вивченні навчальних дисциплін.

Отже, використання систем комп'ютерного зору у неформальній освіті вчителів відкриває широкі перспективи для вдосконалення навчального процесу, підвищення ефективності навчання та забезпечення індивідуалізованого підходу до кожного учня. З врахуванням технологічного прогресу та педагогічних потреб сучасного освітнього середовища, використання таких систем може стати ключовим фактором у досягненні високих стандартів якості освіти.

12. Етичні підходи до використання сервісів штучного інтелекту у професійній діяльності вчителя

(В. В. Коваленко)

Сьогодні у світі технології штучного інтелекту швидко інтегруються у всі сфери життя, зокрема й у систему освіти. Використання сервісів штучного інтелекту дає вчителям унікальні можливості для оптимізації навчального процесу, сервіси ШІ дозволяють автоматизувати рутинні завдання, такі як перевірка виконаних завдань, аналіз успішності учнів тощо.

Проте, поряд із широким спектром переваг використання сервісів ШІ у професійній діяльності вчителя викликає ряд етичних питань, таких як: забезпечення конфіденційності даних учнів, які збираються та опрацьовуються за допомогою сервісів ШІ, уникнення упередженості алгоритмів, що можуть впливати на оцінювання чи подальші рекомендації, автоматизація може призвести до втрати особистісного підходу в навчанні та тощо.

Даний аналіз етичних аспектів використання сервісів штучного інтелекту в професійній діяльності вчителя спирається на міжнародні та вітчизняні нормативно-правові документи. Особлива увага приділяється питанням відповідальності, прозорості та дотримання прав усіх учасників освітнього процесу. Зважаючи на активне використання вчителями сервісів ШІ, формування етичних підходів до їх використання стає важливим завданням для освітян, розробників програмного забезпечення ШІ та суспільства загалом.

Розглянемо основні положення Закону про штучний інтелект (Регламент (ЄС) 2024/1689) [3], який встановлює чіткі вимоги та зобов'язання для розробників і постачальників систем ШІ, особливо для високоризикових застосувань. Документ спрямований на забезпечення прозорості, безпеки, поваги до основних прав та етичних принципів. Водночас він враховує ризики використання потужних моделей ШІ. Закон зменшує адміністративне навантаження для бізнесу, зокрема малих і середніх підприємств, і є частиною ширшої стратегії, яка включає інноваційний пакет та скоординований план розвитку ШІ в ЄС. Даний закон застосовує ризик-орієнтований підхід, виділяючи чотири рівні ризику: неприйнятний, високий, обмежений і мінімальний. Системи з неприйнятним ризиком, наприклад, соціальні оцінки чи біометрична ідентифікація в публічному просторі, заборонені. Високоризикові системи охоплюють галузі, такі як транспорт, охорона здоров'я, освіта, правосуддя та міграція. Вони підлягають суворим вимогам, включаючи оцінку ризиків, документацію, забезпечення прозорості та моніторинг. Закон запроваджує механізми моніторингу як на європейському, так і на національному рівнях. Постачальники та розробники повинні дотримуватися вимог щодо оцінки відповідності, людського нагляду та управління ризиками навіть після виведення системи на ринок. Європейський офіс з ШІ, створений у 2024 році, координує виконання закону, сприяє інноваціям, дослідженням та міжнародній співпраці. Закон набув чинності 1 серпня 2024 року, а його повна імплементація відбудеться упродовж наступних трьох років [3].

Проаналізовано десять основних принципів визначають підхід до етики ШІ, зосереджений на правах людини, за рекомендаціями UNESCO [93], таких як:

1. *Пропорційність та уникнення шкоди.* Використання систем ШІ не повинно перевищувати меж необхідного для досягнення законної мети. Для запобігання шкоді, яка може виникнути внаслідок такого використання, слід застосовувати оцінку ризиків.

2. *Безпека та захист.* Небажані ризики (ризики для безпеки), а також вразливості до атак (ризики для захисту) повинні бути попереджені та усунені розробниками та користувачами ШІ.

3. *Право на приватність та захист даних.* Приватність має бути захищена й забезпечена на всіх етапах життєвого циклу ШІ. Необхідно створити відповідні механізми захисту даних.

4. *Багатостороннє адаптивне управління та співпраця.* Міжнародне право та національний суверенітет повинні дотримуватися у використанні даних. Це означає, що держави можуть регулювати дані, створені в межах їхніх територій, або такі, що проходять через них. Крім того, необхідно залучати різноманітних зацікавлених сторін для забезпечення інклюзивного підходу до управління ШІ.

5. *Відповідальність і підзвітність.* Системи ШІ повинні піддаватися аудиту та відстеженню. Необхідно створити механізми нагляду, оцінки впливу, аудиту та перевірки, щоб уникнути конфліктів із нормами прав людини та загроз екологічному добробуту.

6. *Прозорість і пояснюваність.* Етичне використання систем ШІ залежить від їхньої прозорості та зрозумілості. Наприклад, люди повинні бути проінформовані, коли рішення приймається за допомогою ШІ. Рівень прозорості та пояснюваності має відповідати контексту, оскільки можуть виникати конфлікти між прозорістю, безпекою, захистом приватності та іншими принципами.

7. *Людський нагляд і визначення.* Держави-члени повинні забезпечити, щоб системи ШІ не витісняли остаточно людську відповідальність і підзвітність.

8. *Сталий розвиток.* Технології ШІ мають оцінюватися за їхнім впливом на «сталий розвиток», що розуміється як набір постійно змінюваних цілей, включаючи ті, які встановлені у Цілях сталого розвитку ООН.

9. *Обізнаність та грамотність.* Громадське розуміння ШІ та даних має заохочуватися через відкриту та доступну освіту, громадську активність, розвиток цифрових навичок, навчання з етики ШІ, а також через засоби масової інформації та грамотність у сфері даних.

10. *Справедливість і недискримінація.* Розробники і користувачі ШІ мають сприяти соціальній справедливості, рівності та недискримінації, забезпечуючи інклюзивний підхід, щоб переваги ШІ були доступними для всіх [93].

В Україні одним з основних нормативно-правових документів, що регулюють використання ШІ є Розпорядження КМУ «Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні» від 2 грудня 2020 р. № 1556-р [154].

Метою Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні є визначення пріоритетних напрямів і основних завдань розвитку технологій штучного інтелекту для задоволення прав та законних інтересів фізичних та юридичних осіб, побудови

конкурентоспроможної національної економіки, вдосконалення системи публічного управління. Пріоритетними сферами, в яких реалізуються завдання державної політики розвитку галузі штучного інтелекту, є: освіта і професійне навчання, наука, економіка, кібербезпека, інформаційна безпека, оборона, публічне управління, правове регулювання та етика, правосуддя.

Розглянемо детальніше розділ, що стосується освіти і професійного навчання. Основним завданням освіти у розвитку штучного інтелекту є забезпечення відповідної сфери кваліфікованими кадрами. Попит на ринку праці свідчить про те, що сучасна система освіти повинна набагато якісніше готувати конкурентоздатних фахівців у галузі штучного інтелекту.

Для досягнення мети Концепції у сфері освіти слід забезпечити виконання таких завдань:

у сфері загальної середньої освіти:

- удосконалення навчально-методичної бази;
- організація курсів для педагогічних працівників щодо роботи з даними та основ штучного інтелекту;
- поширення цифрової грамотності серед школярів (застосування цифрових інструментів для розв'язання прикладних задач, пошук інформації в інтернеті, захист персональних даних, медіаграмотність, цифрова гігієна тощо);

у сфері вищої освіти:

- створення спеціалізованих освітніх програм штучного інтелекту в межах галузі «Інформаційні технології», включення питань штучного інтелекту до інших освітніх програм з різних спеціальностей, створення міждисциплінарних, у тому числі спільних, магістерських і докторських програм;
- залучення спеціалістів ІТ-індустрії та інших галузей до формування кваліфікаційних вимог для фахівців із штучного інтелекту, розроблення і виконання освітніх програм, атестації здобувачів вищої освіти;
- інтеграція провідних он-лайн курсів за тематикою штучного інтелекту до освітніх програм;
- організація та забезпечення проходження стажування для викладачів ІТ-напрямів в ІТ-компаніях, ІТ-підрозділах підприємств та установ, а також громадських організаціях, що розробляють та застосовують технології штучного інтелекту;
- налагодження міжнародної співпраці та програм подвійних і спільних дипломів у галузі штучного інтелекту, у тому числі із закордонними партнерами;

у сфері підвищення кваліфікації та професійної перепідготовки кадрів:

- розроблення спеціалізованих освітніх програм професійного розвитку і освіти дорослих у галузі штучного інтелекту, а також надання стипендій особам, які навчаються за такими програмами, у тому числі спеціалізованих для окремих груп населення, зокрема людей з особливими потребами, внутрішньо переміщених осіб;
- забезпечення соціального захисту спеціалістів, що здобувають додаткову освіту в галузі штучного інтелекту;

- розроблення та проведення загальнонаціональної інформаційної кампанії щодо загальних аспектів, ризиків та загроз використання та подальшого поширення в Україні технологій штучного інтелекту [154].

Біла книга з регулювання ШІ в Україні [107] детально описує підхід до регулювання штучного інтелекту в Україні. Розроблений підхід, визначений у білій книзі з регулювання ШІ в Україні, враховує інтереси всіх ключових стейкхолдерів – громадян, бізнесу і держави. Головна мета – захистити права українців, не зупинивши розвиток інновацій. Завдяки обраному підходу українські компанії зможуть ставати більш конкурентоспроможними та виходити на міжнародні ринки. Для держави це можливість інтегруватися до ЄС, синхронізувавши своє законодавство у сфері ШІ в європейським. Серед інструментів, які держава надасть компаніям, – загальні та секторальні рекомендації для різних сфер і аспектів використання ШІ: від освіти та журналістики до порад з обробки персональних даних. Крім рекомендацій, планується створити добровільні кодекси поведінки, платформу юридичної допомоги для бізнесу, регуляторну пісочницю для тестування високотехнологічних продуктів на відповідність майбутнім вимогам тощо.

Одним з етичних підходів до використання сервісів штучного інтелекту у професійній діяльності вчителя має бути дотримання ним принципів академічної доброчесності. Важливим в цьому питанні є розгляд Законопроекту України «Про академічну доброчесність», а саме статті 8. Академічна доброчесність у створенні та оприлюдненні академічних творів. Пункту 5. Особа, яка не брала участі у створенні академічного твору, не може бути зазначена як автор цього академічного твору. Та пункт 6. Особа не може вважатися автором академічного твору (частини академічного твору), якщо він сформований (згенерований) за запитом особи комп'ютерною програмою в автоматичному режимі. При використанні в академічному творі частин, сформованих (згенерованих) комп'ютерними програмами, цей факт має бути зазначений автором (авторами) із зазначенням методики формування (генерування) або посиланням на відповідну комп'ютерну програму чи її опис [137].

Питання довіри вчителів до ШІ є дуже важливим тому, що рівень цієї довіри значно впливає на впровадження та використання ШІ в освітньому середовищі. Розуміння чинників, що впливають на цю довіру, має важливе значення для розробки ефективних стратегій впровадження ШІ в освіту. На довіру вчителів до ШІ має вплив рівень їх обізнаності щодо можливостей ШІ, сприйняття ШІ як помічника, досвід їх роботи з ШІ, етичні та безпекові міркування тощо.

У 2024 році Міністерство освіти і науки України (МОН) спільно з Міністерством цифрової трансформації України та робочою групою з 30 фахівців, до якої увійшли представники МОН, наукової спільноти, інститутів підвищення кваліфікації, університетів, шкіл і громадського сектору, розробили проєкт інструктивно-методичних рекомендацій щодо впровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах загальної середньої освіти [155]. Ці рекомендації щодо відповідального використання штучного інтелекту є складовою дорожньої карти регулювання ШІ в Україні.

Метою цих рекомендацій є поширення принципів і підходів до відповідального використання ШІ в загальній середній освіті, забезпечення дотримання прав людини, професійних етичних стандартів і підвищення обізнаності вчителів щодо можливих ризиків. Це сприятиме критичному, ефективному та етичному використанню систем штучного інтелекту в освітньому процесі. Рекомендації базуються на сучасних міжнародних практиках. Етичне та відповідальне застосування інструментів ШІ сприятиме вдосконаленню практики викладання, покращенню навчального досвіду учнів і забезпечуватиме розвиток навичок, необхідних у майбутньому, в межах етичних стандартів. Водночас учителі отримують можливість ефективніше розробляти й упроваджувати інноваційні методи викладання [155].

У проєкті інструктивно-методичних рекомендації щодо запровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах загальної середньої освіти [155] визначені основні засади при використанні систем ШІ у загальній середній освіті, такі як:

1. *Справедливість та інклюзивність: доступність* (системи ШІ мають бути доступні для всіх учнів незалежно від їх індивідуальних можливостей); *недопущення дискримінації* (використання систем ШІ не має призводити до дискримінації або створювати нерівності між учнями на основі раси, статі, етнічної належності, соціального статусу тощо).

2. *Законність та прозорість: законність* (наявність усіх необхідних прав для використання систем ШІ); *прозорість та зрозумілість* (розкриття інформації про використання систем ШІ та пояснення цілей і способів такого використання. Розуміння джерел інформації, на базі якої працює ШІ).

3. *Конфіденційність і безпека: конфіденційність і захист даних* (недопущення витоку персональних даних чи іншої конфіденційної інформації через використовувані системи ШІ); *захист від шкідливого вмісту* (системи ШІ мають містити фільтри, які убезпечують від мови ворожнечі, кібербулінгу, пропаганди насильства та іншого небажаного контенту).

4. *Відповідальне та етичне використання: організоване впровадження систем ШІ* (ШІ впроваджують в освітній процес за усвідомленим та зваженим рішенням закладу освіти); *етичне використання* (застосування систем ШІ має ґрунтуватися на етичних принципах та цінностях, що забезпечують повагу до прав та гідності всіх учасників освітнього процесу); *відповідальне використання* (використання систем ШІ має починатись із критичного осмислення ризиків їх використання та передбачення способів їх уникнення); *фаховий людський контроль* (результати роботи ШІ мають піддаватись аналізу та перевірці задля запобігання упередженості та дезінформації, а також редагуванню й адаптації людиною до безпосередніх умов та вимог конкретної навчальної ситуації).

5. *Педагогічна доцільність: підтримка навчальних цілей* (використання систем ШІ має сприяти досягненню навчальних цілей, підвищенню якості освіти); *субсидіарність* (ШІ має бути допоміжним, не єдиним інструментом та джерелом навчальної інформації в освітньому процесі); *практичне використання* (системи ШІ слід використовувати як помічника в навчанні з дотриманням правил академічної доброчесності) [155].

Відтак, проєкт інструктивно-методичних рекомендації щодо запровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах загальної середньої освіти [155] є нині в Україні одним із ключових нормативно-законодавчих документів, який регулює етичні питання щодо впровадження і використання штучного інтелекту в закладах загальної середньої освіти.

Отже, сьогодні в Україні недостатньо врегульовані етичні питання щодо використання сервісів штучного інтелекту у професійній діяльності вчителя, зокрема, у освітньому процесі закладів загальної середньої освіти. Тому важливим є посилення на законодавчому рівні регулювання використання ШІ в освіті, зокрема у професійній діяльності вчителя.

Висновки

Використання відкритого освітнього середовища з елементами ШІ для професійного розвитку вчителів є важливим кроком у забезпеченні якості та ефективності педагогічної діяльності в умовах динамічних змін в освіті. Такі середовища надають вчителям доступ до інноваційних інструментів, які сприяють персоналізованому навчанню, адаптації освітнього процесу до індивідуальних потреб та підвищенню цифрової компетентності педагогів.

Штучний інтелект дозволяє автоматизувати рутинні процеси, надавати рекомендації щодо навчальних ресурсів, аналізувати освітні дані та забезпечувати зворотний зв'язок у реальному часі, саме це створює умови для глибшого залучення вчителів у процес професійного зростання та підвищення їх мотивації до саморозвитку.

Проектування відкритого освітнього середовища базується на хмаро орієнтованих методах та принципах, що реалізуються через моделі SaaS, PaaS, IaaS, FaaS, які можуть включати компоненти ШІ.

Досліджено хмаро орієнтоване освітньо-наукове середовище, яке виконує такі функції:

- збирання, накопичення, зберігання, введення, подання, маніпуляція та реорганізація даних;

- управління, вимірювання, комунікація та підтримка предметних електронних освітніх ресурсів;

- реалізація цілей педагогічної системи (навчальна, наукова, розвивальна, виховна, контролююча).

Здійснено бібліометричний аналіз, який забезпечив огляд досліджень щодо персоналізованого навчання на основі ШІ, виявив ключові тенденції та інсайти:

- *в освіті*: формування тематики курсів для навчання чат-ботів; розробка навчальних матеріалів для створення розмовних агентів; інтеграція чат-ботів у системи адаптивного навчання;

- *у наукових дослідженнях*: формування наукових гіпотез і концептуальних моделей; подальші бібліометричні дослідження динаміки у сфері ШІ; визначення актуальних напрямків досліджень у соціальних науках.

Визначено, що ШІ сприяє розвитку цифрової компетентності освітян через:

- аналіз великих обсягів освітніх даних;

- створення адаптивних навчальних планів;

- автоматизацію оцінювання та зворотного зв'язку.

Досліджено роль Національного тесту «Цифрограм для вчителів», який дозволяє оцінити цифрову грамотність вчителів, включно з компетенціями щодо ШІ. Аналіз запитань тесту допоможе виявити рівень знань про ШІ та проаналізувати використання сервісів ШІ в освітньому процесі.

ШІ у вирішенні математичних задач можна використовувати різні інструменти ШІ, проте інструменти ШІ, такі як Photomath, Symbolab, Mathway, пропонують рішення для різного рівня складності задач. Однак MathGPTPro показав кращі результати, ніж ChatGPT, але точність його результатів залишається недостатньою. В подальшому є необхідність у вдосконаленні алгоритмів і усунення помилок.

Методично обґрунтоване використання КОМСДН дозволяє посилити інтелектуальні можливості учнів та перебудувати структуру уроку для стимуляції продуктивної діяльності.

Здійснено дослідження сервісів ШІ в Європейській хмарі відкритої науки та класифіковано за групами користувачів (керівники, вчителі, студенти) та способами використання: мотивація навчання, краще сприйняття матеріалу, розвиток критичного мислення та пошук ідей для наукових робіт.

З'ясовано, що в Україні недостатньо врегульовані етичні питання щодо використання сервісів штучного інтелекту у професійній діяльності вчителя, зокрема, у освітньому процесі закладів загальної середньої освіти. Тому важливим є посилення на законодавчому рівні регулювання використання ШІ в освіті, зокрема у професійній діяльності вчителя.

Важливим аспектом використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів є забезпечення доступності та інклюзивності відкритих освітніх платформ, що дозволяє вчителям із різних регіонів і умов долучатися до глобальних освітніх ініціатив. Також варто відзначити необхідність підвищення цифрової грамотності педагогів для ефективного використання можливостей штучного інтелекту в освітньому процесі.

Отже, інтеграція відкритих освітніх середовищ з елементами штучного інтелекту у професійний розвиток вчителів сприяє підвищенню якості навчання, розвитку критичного мислення, а також формуванню нових підходів до викладання, що відповідають викликам сучасного суспільства.

Список використаних джерел

1. Abdullahi S. S., Yiming S., Abdullahi A., Aliyu U. Open Domain Chatbot Based on Attentive End-to-End Seq2Seq Mechanism // *Proceedings of the 2019 2nd International Conference on Algorithms, Computing and Artificial Intelligence*. New York, NY, USA : Association for Computing Machinery, 2020. С. 339–344. DOI: <https://doi.org/10.1145/3377713.3377773>.
2. Adamopoulou E., Moussiades L. Chatbots : History, technology, and applications // *Machine Learning with Applications*. 2020. Т. 2. С. 100006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2020.100006>.
3. AI Act. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>. (дата звернення: 04.11.2024).
4. Baierle I. L. F., Gluz J. C. Programming Intelligent Embodied Pedagogical Agents to Teach the Beginnings of Industrial Revolution // *Intelligent Tutoring Systems. ITS 2018*. Lecture Notes in Computer Science. Springer, Cham, 2018. Т. 10858. С. 3–12. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91464-0_1. (дата звернення: 17.04.2024).
5. Basu S., Biswas G., Sengupta P. та ін. Identifying middle school students' challenges in computational thinking-based science learning // *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*. 2016. Т. 11. № 13. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41039-016-0036-2>.
6. Bebbington K., MacLeod C. The sky is falling : Evidence of negativity bias in the social transmission of information // *Evolution and Human Behavior*. 2017. Т. 38. № 1. С. 92–101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2016.07.004>.
7. Bhartiya N., Jangid N., Jannu S., Shukla P., Chapaneri R. Artificial Neural Network Based University Chatbot System // *2019 IEEE Bombay Section Signature Conference (IBSSC)*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. С. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1109/IBSSC47189.2019.8973095>.
8. Big Bot Makes Small Talk : A research summary of Facebook's Generative BST chatbot. Травень, 2020. URL: <https://www.deeplearning.ai/the-batch/big-bot-makes-small-talk/>. (дата звернення: 12.07.2024).
9. Bing Image Creator // *Microsoft*. 2023. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/edge/features/image-creator?form=MT00D8> (дата звернення: 14.01.2024).
10. Blake A. ChatGPT is violating your privacy, says major GDPR complaint // *Digital Trends*. 31 серпня 2023. URL: <https://www.digitaltrends.com/computing/openai-chatgpt-privacy-complaint-gdpr/>. (дата звернення: 06.11.2024).
11. Bot Comic : How Google's Meena chatbot developed a sense of humor. Лютий, 2020. URL: <https://www.deeplearning.ai/the-batch/bot-comic/>. (дата звернення: 12.07.2024).
12. Bungartz H.-J. (ред.) Software for Exascale Computing - SPPEXA 2016–2019. Cham : Springer International Publishing, 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-47956-5> (дата звернення: 29.04.2024).
13. Cannoni E., Scalis T. G. Indagine sui bambini di 5–6 anni che usano quotidianamente i dispositivi mobili in ambito familiar : caratteristiche personali e contestuali e problematiche cognitive ed emotive // *Rassegna Italiana di Psicologia*. 2018.

T. 35. № 1. С. 41–56. URL: <https://hdl.handle.net/11573/1116494>. (дата звернення: 07.05.2024).

14. Cebrián G., Palau R., Mogas J. The Smart Classroom as a Means to the Development of ESD Methodologies // *Sustainability*. 2020. Т. 12. № 7. С. 3010. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12073010>.

15. Centre for Science and Technology Studies, Leiden University. VOSviewer - Visualizing scientific landscapes. URL: <https://www.vosviewer.com/>. (дата звернення: 12.05.2024).

16. Chakraborty B., Chakma K., Mukherjee A. A density-based clustering algorithm and experiments on student dataset with noises using rough set theory // *IEEE International Conference on Engineering and Technology*. 2016. С. 431–436. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICETECH.2016.7569290>. (дата звернення: 09.05.2024).

17. Chatbots for Productivity. Вересень, 2023. URL: <https://www.deeplearning.ai/the-batch/microsoft-extends-copilot-365-windows/>. (дата звернення: 12.07.2024).

18. ChatGPT Shared Links FAQ. URL: <https://help.openai.com/en/articles/7925741-chatgpt-shared-links-faq/>. (дата звернення: 27.05.2024).

19. ChatGPT тепер в Україні. Як це працює і що там пишуть українці? BBC News Україна, 2023. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-64687543>. (дата звернення: 12.02.2024).

20. Chervenak J., Lieman H., Blanco-Breindel M., Jindal S. The promise and peril of using a large language model to obtain clinical information : ChatGPT performs strongly as a fertility counseling tool with limitations // *Fertility and Sterility*. 2023. Т. 120, № 3. С. 575–583. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2023.05.151>.

21. China Chases Chatbots. Березень, 2023. URL: <https://www.deeplearning.ai/the-batch/chinese-tech-companies-race-to-cash-in-on-chatgpt-fever/>. (дата звернення: 12.07.2024).

22. Chiu T. K. F., Xia Q., Zhou X., Chai Ch. S., Cheng M. Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education // *Computers and Education : Artificial Intelligence*. 2023. Т. 4. С. 100118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>.

23. Cote M., Albu A. B. Teaching Computer Vision and Its Societal Effects : A Look at Privacy and Security Issues from the Students' Perspective // *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*. Honolulu : IEEE, 2017. С. 1378–1386. DOI: <https://doi.org/10.1109/CVPRW.2017.180>.

24. David R. та ін. Converging on a Semantic Interoperability Framework for the European Data Space for Science, Research and Innovation (EOSC) // *Proceedings of the 2nd Workshop on Ontologies for FAIR and FAIR Ontologies (Onto4FAIR), 9th Joint Ontology Workshops (JOWO 2023)*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8042997>.

25. DeepLearning.AI, «Search | The Batch | AI News & Insights». URL: <https://www.deeplearning.ai/search/>. (дата звернення: 12.05.2024).

26. Demianenko V. B. Principles of a unified open personalized computer-integrated learning environment for the Junior Academy of Sciences of Ukraine // *Educational Dimension*. 2023. Т. 8. С. 187–211. DOI: <https://doi.org/10.31812/ed.599>.
27. Deniz S. та ін. Computer Vision for Attendance and Emotion Analysis in School Settings // *2019 IEEE 9th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)*. Las Vegas, NV, USA, 2019. С. 0134–0139. DOI: <https://doi.org/10.1109/CCWC.2019.8666488>.
28. Douglas W. ChatGPT is everywhere. Here's where it came from. *MIT Technology Review*. 8 лютого 2023. URL: <https://www.technologyreview.com/2023/02/08/1068068/chatgpt-is-everywhere-heres-where-it-came-from/>. (дата звернення: 06.02.2024).
29. Elsevier B.V. Scopus - Document search. URL: <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>. (дата звернення: 12.05.2024).
30. EOSC Marketplace Resources. European Open Science Cloud. URL: https://search.marketplace.eosc-portal.eu/search/all_collection?q=*. (дата звернення: 17.02.2024).
31. Fadieieva L. O. Enhancing adaptive learning with Moodle's machine learning. *Educational Dimension*. 2021. Т. 5. С. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.31812/ed.625>.
32. Foltynek T., Bjelobaba S., Glendinning I., Khan Z. R., Santos R., Pavletic P., Kravjar J. ENAI Recommendations on the ethical use of Artificial Intelligence in Education. *Int J Educ Integr*. 2023. Т. 19. № 12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40979-023-00133-4>.
33. Fowler G. A. Say what, Bard? What Google's new AI gets right, wrong and weird. *Washington Post*. 21 березня 2023. URL: <https://www.washingtonpost.com/technology/2023/03/21/google-bard/>. (дата звернення: 08.11.2024).
34. Gadiraju V., Kane S., Dev S., Taylor A., Wang D., Denton E., Brewer R. “I wouldn't say offensive but...” : Disability-Centered Perspectives on Large Language Models // *Proceedings of the 2023 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*. New York, NY, USA : Association for Computing Machinery, 2023. С. 205–216. DOI: <https://doi.org/10.1145/3593013.3593989>.
35. Gebru T., Morgenstern J., Vecchione B., Vaughan J. W., Wallach H., Daumé H., Crawford K. Datasheets for datasets. *arXiv.org*. URL: <https://arxiv.org/abs/1803.09010/>. (дата звернення: 25.05.2024).
36. Google. The Gemini ecosystem represents Google's most capable AI. URL: <https://ai.google/gemini-ecosystem>. (дата звернення: 01.11.2024).
37. Güzeldere G., Franchi S. Dialogues with colorful “personalities” of early AI. *Stanford Humanities Review*. 1995. Т. 4. № 2. С. 161–169. DOI: <https://doi.org/10.5555/212154.212175>.
38. Hancock B., Bordes A., Mazaré P.-E., Weston J. Learning from dialogue after deployment : Feed yourself, Chatbot! // *ACL 2019 - 57th Annual Meeting of the*

Association for Computational Linguistics, Proceedings of the Conference. Association for Computational Linguistics (ACL), 2020. C. 3667–3684.

39. Hrybiuk O. Engineering in Educational Institutions : Standards for Arduino Robots as an Opportunity to Occupy an Important Niche in Educational Robotics in the Context of Manufacturing 4.0 // *Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. T. 27–32, 2020. C. 770–785.

40. Hrybiuk O. Experience in Implementing Computer-Oriented Methodological Systems of Natural Science and Mathematics Research Learning in Ukrainian Educational Institutions // *Innovations in Mechatronics Engineering*. Cham : Springer, 2022. C. 55–68.

41. Hrybiuk O. Improvement of the Educational Process by the Creation of Centers for Intellectual Development and Scientific and Technical Creativity // *Advances in Manufacturing II*. Cham : Springer, 2019. C. 370–382. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-18789-7_31.

42. Hrybiuk O. Mathematical modeling as a means and method of problem solving in teaching subjects of branches of mathematics, biology and chemistry // *Proceedings of the First International conference on Eurasian scientific development*. Vienna : “East West” Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, 2014. C. 46–53.

43. Hrybiuk O. Paradygmat „dobrej” szkoły : zarządzanie innowacją w placówce oświatowej. *Nauka, Badania i Doniesienia Naukowe 2018*. Idea Knowledge Future Świebodzice, 2018. C. 103–114.

44. Hrybiuk O. Problems of expert evaluation in terms of the use of variative models of a computer-oriented learning environment of mathematical and natural science disciplines in schools // *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Seria : Organizacja i Zarządzanie*. 2019. № 79. C. 101–119.

45. Hrybiuk O. Psychophysiological aspects of the phenomenon of a child’s presence in a virtual environment in the process of research learning : results of empirical research // *European potential for the development of pedagogical and psychological science : Collective monograph*. Riga : Baltija Publishing, 2021. C. 147–187.

46. Hrybiuk O., Kant G. S. CleverCOMSRL : Implementation of an AI Computer-Aided Design System in the Context of the Cognitive Science Paradigm for the Research Training Process // *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Cham : Springer, 2024. C. 351–362. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-61575-7_32. (дата звернення: 05.07.2024).

47. Hrybiuk O., Vedishcheva O. Experimental Teaching of Robotics in the Context of Manufacturing 4.0 : Effective Use of Modules of the Model Program of Environmental Research Teaching in the Working Process of the Centers “Clever” // *Innovations in Mechatronics Engineering II*. Cham : Springer, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-09385-2_20.

48. Kaelin M. W. 8 tips for achieving better results from the new Bing AI // *TechRepublic*. 7 червня 2023. URL: <https://www.techrepublic.com/article/bing-chat-ai-tips-for-better-results/>. (дата звернення: 23.05.2024).

49. Kamalov F., Santandreu Calonge D., Gurrib I. New Era of Artificial Intelligence in Education : Towards a Sustainable Multifaceted Revolution // *Sustainability*. 2023. Т. 15, № 16. С. 12451. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151612451>.
50. Kim B., Seo J., Koo M.-W. Randomly Wired Network Based on RoBERTa and Dialog History Attention for Response Selection // *IEEE/ACM Transactions on Audio Speech and Language Processing*. 2021. Т. 29. С. 2437–2442. DOI: <https://doi.org/10.1109/TASLP.2021.3077119>.
51. Kotonski W. *Muzyka elektroniczna*. Warszawa : PWN SA, 2002. 89 с.
52. Lee S.-W., Choi W.-J. Utilizing ChatGPT in clinical research related to anesthesiology : a comprehensive review of opportunities and limitations // *Anesthesia and Pain Medicine*. 2023. Т. 18, № 3. С. 244–251. DOI: <https://doi.org/10.17085/apm.23056>.
53. Levendowski A. How copyright law can fix artificial intelligence’s implicit bias problem // *Washington Law Review*. 2018. Т. 93, № 2. С. 579–630. URL: <https://digitalcommons.law.uw.edu/wlr/vol93/iss2/2>. (дата звернення: 23.04.2024).
54. Licuan C. How To Use Bing AI Chat in 2023 (Beginner's Guide) // *Elegant Themes*. 21 вересня 2023. URL: <https://www.elegantthemes.com/blog/business/how-to-use-bing-ai-chat>. (дата звернення: 17.02.2024).
55. Lo C. K. What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature // *Education Sciences*. 2023. Т. 13. № 4. С. 410. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>.
56. Lytvynova S. H., Vodopian N. I., Sysoeva O. I. Artificial Intelligence in Secondary Education: An Innovative Teacher’s Tool to Ensure Individualised Learning for Students // *In : International Conference on New Media Pedagogy*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. Pp. 393–412.
57. Maselena A. Demystifying Learning Analytics in Personalised Learning // *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Т. 7, № 3. С. 1124–1129. DOI: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.9789> (дата звернення: 17.05.2024).
58. Maulana F., Sinaga M. A. A., Rizal H., Mahendra B. N., Anggraini L., Amartiwi U. Implementation of Computer Vision for Efficient Attendance and School Uniform Checking System // *Journal of Educational Technology and Instruction*. 2023. Т. 2, № 2. С. 80–92.
59. Mehdi Y. Announcing Microsoft Copilot, your everyday AI companion // *Official Microsoft Blog*. 21 вересня 2023. URL: <https://blogs.microsoft.com/blog/2023/09/21/announcing-microsoft-Copilot-your-everyday-ai-companion> (дата звернення: 22.03.2024).
60. Mehdi Y. Announcing the next wave of AI innovation with Microsoft Bing and Edge. Травень 2023. URL: <https://blogs.microsoft.com/blog/2023/05/04/announcing-the-next-wave-of-ai-innovation-with-microsoft-bing-and-edge/> (дата звернення: 12.05.2024).
61. Microsoft. Copilot Pro Plan & Pricing – Premium AI features plus GPT-4 & GPT-4 Turbo // *Microsoft*. 2024. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/store/b/copilotpro> (дата звернення: 23.05.2024).

62. Microsoft. Introducing deep search | Search Quality Insights // *Bing Blogs*. 5 грудня 2023. URL: <https://blogs.bing.com/search-quality-insights/december-2023/Introducing-Deep-Search> (дата звернення: 10.04.2024).
63. Microsoft. Reinventing search with a new AI-powered Microsoft Bing and Edge, your copilot for the web // *The Official Microsoft Blog*. 7 лютого 2023. URL: <https://blogs.microsoft.com/blog/2023/02/07/reinventing-search-with-a-new-ai-powered-microsoft-bing-and-edge-your-copilot-for-the-web> (дата звернення: 06.01.2024).
64. Mintii I. S. Blended learning for teacher training : benefits, challenges, and recommendations // *Educational Dimension*. 2023. Т. 9. С. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.31812/ed.581>.
65. Mintii I. S., Semerikov S. O. Optimizing Teacher Training and Retraining for the Age of AI-Powered Personalized Learning : A Bibliometric Analysis. Травень 2024. URL: https://github.com/ssemerikov/ITEST2024_MintiiSemerikov (дата звернення: 12.05.2024).
66. Ndibalema P. M. The growth of cyberbullying among youth in higher learning institutions : a bibliometric analysis // *Educational Dimension*. Березень 2024. DOI: <https://doi.org/10.55056/ed.700>.
67. Neff G., Nagy P. Automation, Algorithms, and Politics| Talking to Bots: Symbiotic Agency and the Case of Tay // *International Journal of Communication*. 2016. Т. 10. С. 4915–4931.
68. Nemorin S., Vlachidis A., Ayerakwa H. M., Andriotis P. AI hyped? A horizon scan of discourse on artificial intelligence in education (AIED) and development // *Learning, Media and Technology*. 2023. Т. 48, № 1. С. 38–51. DOI: <https://doi.org/10.1080/17439884.2022.2095568>.
69. Nkambou R., Azevedo R., Vassileva J. Intelligent Tutoring Systems. 14th International Conference. ITS 2018. Montreal, QC, Canada. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-91464-0> (дата звернення: 25.05.2024).
70. OpenAI. Introducing ChatGPT. Листопад 2022. URL: <https://openai.com/blog/chatgpt> (дата звернення: 12.05.2024).
71. Pack A., Maloney J. Using Generative Artificial Intelligence for Language Education Research : Insights from Using OpenAI’s ChatGPT // *TESOL Quarterly*. 2023. Т. 57, № 4. С. 1571–1582. DOI: <https://doi.org/10.1002/tesq.3253>.
72. Page M. J., McKenzie J. E., Bossuyt P. M., Boutron I., Hoffmann T. C., Mulrow C. D., Shamseer L., Tetzlaff J. M., Akl E. A., Brennan S. E., Chou R., Glanville J., Grimshaw J. M., Hróbjartsson A., Lalu M. M., Li T., Loder E. W., Mayo-Wilson E., McDonald S., McGuinness L. A., Stewart L. A., Thomas J., Tricco A. C., Welch V. A., Whiting P., Moher D. The PRISMA 2020 statement : an updated guideline for reporting systematic reviews // *BMJ*. 2021. Т. 372. N71. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
73. Patil N. S., Huang R. S., van der Pol C. B., Larocque N. Comparative Performance of ChatGPT and Bard in a Text-Based Radiology Knowledge Assessment // *Canadian Association of Radiologists Journal*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1177/08465371231193716>.
74. Penprase B. E. The Fourth Industrial Revolution and Higher Education // *Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution*. Singapore, 2018. С.

- 207–229. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-0194-0_9 (дата звернення: 24.04.2024).
75. Peyton K., Unnikrishnan S. A comparison of chatbot platforms with the state-of-the-art sentence BERT for answering online student FAQs // *Results in Engineering*. 2023. Т. 17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100856>.
76. Pichai S. An important next step on our AI journey. Лютий 2023. URL: <https://blog.google/technology/ai/bard-google-ai-search-updates/> (дата звернення: 12.05.2024).
77. Publications - Dimensions. 2024. URL: <https://app.dimensions.ai/discover/publication> (дата звернення: 12.05.2024).
78. Rebelo M. The best AI chatbots in 2023 // *Zapier*. 14 серпня 2023. URL: <https://zapier.com/blog/best-ai-chatbot/> (дата звернення: 08.01.2024).
79. Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC. EUR-Lex. 4 травня 2016. URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2016/679/2016-05-04> (дата звернення: 06.01.2024).
80. Riabko A. V., Vakaliuk T. A. Physics on autopilot : exploring the use of an AI assistant for independent problem-solving practice // *Educational Technology Quarterly*. 2024. № 1. С. 56–75. DOI: <https://doi.org/10.55056/etq.671>.
81. Rosset C. Turing-NLG : A 17-billion-parameter language model by Microsoft // *Microsoft*. 13 лютого 2020. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/turing-nlg-a-17-billion-parameter-language-model-by-microsoft> (дата звернення: 06.01.2024).
82. Ruane E., Young R., Ventresque A. Training a Chatbot with Microsoft LUIS : Effect of Intent Imbalance on Prediction Accuracy // *Companion Proceedings of the 25th International Conference on Intelligent User Interfaces*. New York : Association for Computing Machinery, 2020. С. 63–64. DOI: <https://doi.org/10.1145/3379336.3381494>.
83. Rudolph J., Tan S., Tan S. War of the chatbots: Bard, Bing Chat, ChatGPT, Ernie and beyond. The new AI gold rush and its impact on higher education // *Journal of Applied Learning & Teaching*. 2023. Т. 6, № 1. С. 364–389. DOI: <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.23>.
84. Scopus. 2024. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Scopus> (дата звернення: 12.05.2024).
85. Search War! Лютий, 2023. URL: <https://www.deeplearning.ai/the-batch/google-and-microsoft-both-announce-ai-powered-search/>. (дата звернення: 12.07.2024).
86. Security and Privacy for Microsoft Search in Bing. Microsoft Learn. 26 жовтня 2023. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/microsoftsearch/security-for-search#gdp> (дата звернення: 06.01.2024).
87. Semerikov S.O., Striuk A.M., Shalatska H.M. AI-assisted language education : critical review // *Educational Dimension*. 2021. № 4. С. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.31812/ed.623>.

88. Semerikov S.O., Vakaliuk T.A., Mintii I.S., Hamaniuk V.A., Soloviev V.N., Bondarenko O.V., Nechypurenko P.P., Shokaliuk S.V., Moiseienko N.V., Ruban V.R. Development of the computer vision system based on machine learning for educational purposes // *Educational Dimension*. 2021. № 5. С. 8–60. DOI: <https://doi.org/10.31812/educdim.4717>.
89. Sha A. 15 Best Ways to Use GPT 4-Based Bing AI // *Beebom*. 20 березня 2023. URL: <https://beebom.com/best-ways-use-bing-ai> (дата звернення: 15.02.2024).
90. Smyrnova-Trybulska E., Morze N., Kuzminska O., Kommers P. Mapping and visualization : Selected examples of international research networks // *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*. 2018. Т. 16, № 4. С. 381–400. DOI: <https://doi.org/10.1108/JICES-03-2018-0028>.
91. Sreedhar M. N., Ni K., Reddy S. Learning improvised chatbots from adversarial modifications of natural language feedback // *Findings of the Association for Computational Linguistics Findings of ACL : EMNLP 2020*. 2020. С. 2445–2453.
92. Udvaros J., Forman N. Artificial Intelligence and Education 4.0 // *INTED2023 Proceedings*. 2023. С. 6309–6317. DOI: <https://doi.org/10.21125/inted.2023.1670>.
93. UNESCO’s Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence : key facts. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385082> (дата звернення: 28.10.2024).
94. Usigan A. G., Salomeo M. I., Zafe G. J. L. J., Centeno C. J., Sison A. A. R. C., Bitancor A. G. Implementation of an Undergraduate Admission Chatbot Using Microsoft Azure’s Question Answering and Bot Framework // *Proceedings of the 2022 5th Artificial Intelligence and Cloud Computing Conference*. New York, NY, USA : Association for Computing Machinery, 2023. С. 240–245. DOI: <https://doi.org/10.1145/3582099.3582135>.
95. Van Brummelen J., Tabunshchyk V., Heng T. “Alexa, Can I Program You?”: Student Perceptions of Conversational Artificial Intelligence Before and After Programming Alexa // *IDC’21 : Interaction Design and Children*. Athens Greece. New York, NY, USA, 2021. С. 305–313. DOI: <https://doi.org/10.1145/3459990.3460730>.
96. Van Eck N.J., Waltman L. VOSviewer Manual : Manual for VOSviewer version 1.6.20. Universiteit Leiden, жовтень 2023. URL: https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.20.pdf. (дата звернення: 12.05.2024).
97. Ventoniemi J. What is an AI Chatbot? Here's What You Need to Know (+Infographics) // *Giosg*. URL: <https://www.giosg.com/blog/what-is-ai-chatbot> (дата звернення: 06.01.2024).
98. Web of Science. 2024. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Web_of_Science (дата звернення: 12.05.2024).
99. Wiggins G. Ensuring authentic performance // *Educative assessment : designing assessments to inform and improve student performance*. Jossey-Bass, 1998. С. 21–42.
100. Yang Z., Talha M. A. A Coordinated and Optimized Mechanism of Artificial Intelligence for Student Management by College Counselors Based on Big Data //

Computational and Mathematical Methods in Medicine. 2021. Т. 2021. С. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/1725490>.

101. Zanetti M. Prejudice and labelling : the role of the teacher in the development of deviant behaviours // *Formazione & Insegnamento*. 2018. Т. 16, № 2. С. 193–204. URL: <https://ojs.pensamultimedia.it/index.php/siref/article/view/3044> (дата звернення: 27.05.2024).

102. Zemčik M. T. A brief history of chatbots // *DEStech Transactions on Computer Science and Engineering*. 2019. С. 14–18. DOI: <https://doi.org/10.12783/dtcse/aicac2019/31439>.

103. Zhang J., Zhang J., Ma S., Yang J., Gui G. Chatbot design method using hybrid word vector expression model based on real telemarketing data // *KSII Transactions on Internet and Information Systems*. 2020. Т. 14, № 4. С. 1400–1418. DOI: <https://doi.org/10.3837/TIIS.2020.04.001>.

104. Ареф'єва Є. Ю. Феномен електронної музики в культурі ХХ століття // *Культурологічний альманах*. 2023. № 4. С. 192–197. DOI: <https://doi.org/10.31392/cult.alm.2023.4.26>.

105. Бабич І. Р., Яшина О. М. Підходи до розробки штучного інтелекту та їхній вплив на автоматизацію написання музики // *Modern Scientific Researches*. 2020. №1(12). С. 35–39.

106. Биков В. Ю., Шишкіна М. П. Хмарні технології як імператив модернізації освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу / В. Ю. Биков, М. П. Шишкіна // *Теорія і практика управління соціальними системами : філософія, психологія, педагогіка, соціологія*. 2016. № 4. С. 55–70. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/26318>.

107. Біла книга з регулювання ШІ в Україні : бачення Мінцифри. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/rehuliuвання-shtuchnoho-intelektu-v-ukraini-mintsyfyry-prezentuie-bilu-knyhu> (дата звернення: 12.11.2024).

108. Богданець-Білоskalенко Н. Підсумкове оцінювання в умовах дистанційного навчання // *Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі : матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конференції* (м. Київ, 20-21 квітня 2022 р.). Ч. 2. С. 80-81.

109. Богданець-Білоskalенко Н., Фідкевич О. Формувальне оцінювання у контексті багатомовної освіти // *Український педагогічний журнал*. 2022. № 1. С. 30–39. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2022-1-30-39>.

110. Булка Б. А. Особливості та імплікації застосування машинного навчання для створення музичного матеріалу // *International scientific e-journal ЛОГОΣ. ONLINE*. 2020. № 10 (Червень). URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2663-4139/article/view/3237/3146>.

111. Використання Microsoft Copilot у вищій освіті та наукових дослідженнях : навчально-методичний посібник / В.В. Осадчий та ін. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 90 с.

112. Використання сервісів адаптивних хмаро орієнтованих систем у діяльності вчителя. Київ : Педагогічна думка, 2020. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/723149/>. (дата звернення: 12.07.2024).

113. Використання штучного інтелекту в освіті : ChatGPT і більше : збірник матеріалів круглого столу, 14 червня 2023 року, Україна / Відповід. за вип.: А. В. Яцишин. Київ : УкрІНТЕІ. 2023. 53 с.
114. Віртуальне освітнє середовище як інноваційний ресурс для навчання і дослідницької діяльності студентів // *Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Віртуальний освітній простір : психологічні проблеми»*. Київ : Інститут психології ім. Г.С. Костюка НАПН України, 2013. URL: http://www.psytir.org.ua/Tezy/2013_05/2013_05_20.htm.
115. Гриб'юк О. О. Віртуальне освітнє середовище як інноваційний ресурс для навчання і дослідницької діяльності студентів // *Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Віртуальний освітній простір : психологічні проблеми»*. Київ : Інститут психології імені Г. С. Костюка НАПН України, 2013. URL: http://www.psytir.org.ua/Tezy/2013_05/2013_05_20.htm
116. Гриб'юк О.О. Імерсивні технології у процесі навчання предметів математичного циклу : становлення нової освітньої парадигми // *Педагогічні науки : теорія та практика*. 2021. № 4(40). С. 35-45. DOI: <https://doi.org/10.26661/2786-5622-2021-4-05>.
117. Гриб'юк О.О. MR/VR/AR КОМСДН у процесі дослідницького навчання учнів предметів природничо-математичного циклу : специфіка педагогічного проектування освітніх систем // *Цифрова трансформація освіти України в умовах воєнного стану : збірник матеріалів звітної наукової конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України* (24 лютого 2023 р.). Київ : ІЦО НАПН України, 2023. С. 102–114. DOI: <https://doi.org/10.33407/lib.NAES.735053>.
118. Гриб'юк О.О. Дослідження розвитку інтелекту : Особливості дослідницького навчання учнів з різними рівнями розвитку інтелекту в закладах загальної середньої освіти України та Польщі // *Технології розвитку інтелекту*. 2020. Т. 4, № 3(28). DOI: <http://doi.org/10.31108/3.2020.4.3.4>.
119. Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів з використанням імерсивних технологій у контексті їх впливу на інтелектуальний і психофізіологічний розвиток // *Журнал «Перспективи та інновації науки»*. 2021. № 5(5). С. 185-205. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2021-5\(5\)-185-204](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2021-5(5)-185-204).
120. Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.: іл.
121. Гриб'юк О.О. Когнітивна теорія комп'ютерно орієнтованої системи навчання природничо-математичних дисциплін та взаємозв'язки вербальної і візуальної компонент // *Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»*. Додаток 1 до Вип. 36, Т. IV (64). Київ : Гнозис, 2015. С. 158-175.
122. Гриб'юк О.О. Педагогічне проектування варіативних моделей комп'ютерно орієнтованих методичних систем дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу з використанням технологій штучного інтелекту // *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр. / редкол.: А.В. Сущенко (голов. ред.) та ін. Одеса : Видавничий дім*

«Гельветика», 2024. Вип. 92. С. 93-102. DOI: <https://doi.org/10.32782/1992-5786.2024.92.15>.

123. Гриб'юк О.О. Педагогічне проектування комп'ютерно орієнтованого середовища навчання дисциплін природничо-математичного циклу // *Наукові записки*. Вип. 7. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. С. 38–50.

124. Гриб'юк О.О. Педагогічне проектування компонентів віртуальної і доповненої реальності КОМСДН у процесі дослідницького навчання учнів предметів природничо-математичного циклу у закладах загальної середньої освіти // *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр.* / [редкол.: А.В. Сущенко (голов. ред.) та ін.]. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 83. С. 78–93. DOI: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2022.83.13>.

125. Гриб'юк О.О. Перспективи впровадження варіативних моделей комп'ютерно орієнтованого середовища навчання предметів природничо-математичного циклу у загальноосвітніх навчальних закладах України // *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету*. Серія педагогічна. Кам'янець-Подільський : КПНУ, 2016. Вип. 22. С. 184–190.

126. Гриб'юк О.О. Психофізіологічні підходи щодо проектування комп'ютерно орієнтованих методичних систем дослідницького навчання учнів з педагогічно виваженим використанням імерсивних технологій // *Габітус : науковий журнал*. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 39. С. 95–103. DOI: <https://doi.org/10.32843/2663-5208.2022.39.17>.

127. Гриб'юк О.О. Рівнева модель дослідницького навчання учнів математики з використанням комп'ютерно орієнтованої методичної системи // *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 77. № 3. С. 39–65.

128. Гриб'юк О.О., Сущенко А.В., Шалатська Г.М. Форми і методи використання технологій штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів : дидактичні та психофізіологічні аспекти дослідницького навчання // *Габітус : науковий журнал*. 2024. Вип. 60. С. 55-68. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5208.2024.60.9>.

129. Гриб'юк О. О. Вплив інформаційно-комунікаційних технологій на психофізіологічний розвиток молодого покоління / О.О. Гриб'юк // *"Science", the European Association of pedagogues and psychologists. International scientific-practical conference of teachers and psychologists "Science of future" : materials of proceedings of the International Scientific and Practical Congress. – Prague (Czech Republic) : Publishing Center of the European Association of pedagogues and psychologists "Science"*, 2014. Вип. 1. С. 190–207.

130. Гриб'юк О.О. Імерсивні технології в освіті : особливості когнітивного розвитку дитини у віртуальному середовищі в процесі дослідницького навчання // *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблеми : збірник наукових праць*. Вінниця : ТОВ «Друк плюс», 2021. Вип. 62. С. 138–162. ISBN 978-966-2337-01-3.

131. Гуркіна А.Д. Способи підвищення інформаційно-цифрової компетентності педагогічних працівників // *Актуальні запитання природничо-математичної освіти : збірник наукових праць*. 2022. № 2 (20). С. 103–108. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7446936>.
132. Дія.Освіта. Цифрограм. (б.д.). URL: <https://osvita.diia.gov.ua/digigram>.
133. Дія.Освіта. Як в Україні змінять шкільний курс інформатики. 2022, 2 серпня. URL: <https://osvita.diia.gov.ua/news/v-ukraini-zminat-skilnij-kurs-informatiki>.
134. Драч І., Петроє О., Бородієнко О., Регейло І., Базелюк О., Базелюк Н., Слободянюк О. Використання штучного інтелекту у вищій освіті // *Міжнародний науковий журнал «Університети і лідерство»*. 2023. № 15. С. 66–82. DOI: <https://doi.org/10.31874/2520-6702-2023-15-66-82>.
135. Дрозд Ш. Штучний інтелект та музиканти : помічник або конкурент? 15.06.2022. URL: <https://www.neformat.com.ua/articles/shtuchniy-intelekt.html>. (дата звернення: 09.09.2024).
136. Загайкевич А.Л. Українська електронна музика : практика дослідження // *Музика в інформаційному суспільстві : зб. наук. статей*. Нац. муз. акад. ім. П. І. Чайковського. 2008. Вип. 76. С. 39–62.
137. Законопроект України «Про академічну доброчесність». URL: <https://www.kmu.gov.ua/bills/proekt-zakonu-pro-akademichnu-dobrochesnist> (дата звернення: 28.10.2024).
138. Інновації : навч. посіб. / Гуревич Д.Т., Чекан О.С., Грибан О.М., Макарова В.В. Запоріжжя : ЗНУ, 2016. 389 с.
139. Кияновська Л.О. Соціокультурний аспект розвитку електронної музики в 50–70-х рр. ХХ ст. // *Музичне мистецтво і культура : зб. статей Одеської державної музичної академії ім. А. В. Нежданової*. 2005. Вип. 6. Кн. 1. С. 114–124.
140. Коваленко О. М., Яцишин А. В. Музична самоосвіта дорослих із застосуванням штучного інтелекту // *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2024. № 3 (94). С. 15–22. DOI: [https://doi.org/10.32405/2309-3935-2024-3\(94\)-15-22](https://doi.org/10.32405/2309-3935-2024-3(94)-15-22).
141. Коваленко О.М. Особливості використання цифрових аудіо робочих станцій, призначених для створення електронної музики в умовах неформальної освіти дорослих // *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. № 3 (53). С. 178–196.
142. Коваленко О.М. Про створення електронної музики із застосуванням ІКТ // *Наука. Освіта. Молодь. Умань – 2018 : матеріали XI Всеукр. наук. конф. молодих науковців та студентів* (Умань, 26 квіт. 2018 р.). Умань : Візаві, 2018. С. 208–209.
143. Коломієць А. М., Кушнір О. І. Використання штучного інтелекту в освітній та науковій діяльності : можливості та виклики // *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2023. Вип. 70. С. 45–57. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57>.
144. Комп'ютерний зір. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%27%D1%8E%D1>

%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D1%96%D1%80
(дата звернення: 21.02.2024).

145. Кравчук О. О. Застосування штучного інтелекту в музичній індустрії України : аналітичний підхід // *Вісник Київського національного університету культури і мистецтв*. Серія : Музичне мистецтво. 2023. № 6 (1). С. 79–88. DOI: <https://doi.org/10.31866/2616-7581.6.1.2023.277888>.

146. Кун Цзівей. Електронна музика : розвиток технічних методів та художні досягнення // *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2020. № 2 (34). С. 60–62. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/34-2-8>.

147. Лавриш Ю. Е. Альтернативні методи оцінювання результатів навчальної діяльності студентів при вивченні іноземної мови // *Наукові записки [Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова]*. Серія : Педагогічні та історичні науки. 2014. Вип. 119. С. 123–129.

148. Литвинова С. Г., Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Сухіх А. С., Яцишин А. В. Цифровізація загальної середньої освіти України (кінець ХХ ст. – ХХІ ст.) // *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2022. Вип. 65. С. 40–57. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2022-65-40-57>.

149. Ляшенко Р. О., Семеріков С. О. Бібліометричний аналіз досліджень з навчання чат-ботів : ключові поняття та тенденції / Р. О. Ляшенко, С. О. Семеріков // *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2024. Т. 101, № 3. DOI: [10.33407/itlt.v101i3.5622](https://doi.org/10.33407/itlt.v101i3.5622)

150. Мар'єнко М. В. Методика використання European Open Science Cloud у процесі навчання і професійного розвитку вчителів // *Освітній дискурс : збірник наукових праць*. 2023. Вип. 44 (4-6). С. 78–87. DOI: [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.44\(4-6\)-8](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.44(4-6)-8).

151. Мар'єнко М. В., Коваленко В. В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті // *Фізико-математична освіта*. 2023. № 1 (38). С. 48–53. URL: <https://fmo-journal.org/index.php/fmo/article/view/225/149>.

152. Опис цифрової компетентності педагогічного працівника. Проєкт розроблено на виконання Наказу МОН України № 38 від 15 січня 2019 року. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/27905/1/digital%20comp%20teacher%20Morze.pdf> (дата доступу: 08.05.2024).

153. Осадча О. С. Роль штучного інтелекту в музичній творчості : психоаналітичний та метаантропологічний аналіз // *Людина і штучний інтелект : виміри філософської антропології, психоаналізу, арт-терапії та філософської публіцистики*. Київ : КНТ, 2020. С. 221–224.

154. Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 28.10.2024).

155. Проєкт інструктивно-методичних рекомендацій щодо запровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах загальної середньої освіти. URL: [https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/news/2024/05/21/-](https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/news/2024/05/21/)

Instruktyvno.metodychni.rekomendatsiyi.shchodo.SHI.v.ZZSO-22.05.2024.pdf (дата звернення: 06.11.2024).

156. Спірін О. М. Початки штучного інтелекту : навч. посіб. для студентів фіз.-мат. спец. вищих пед. навч. закладів. Житомир : Вид-во ЖДУ, 2004. 172 с.

157. Стахів А. І. Революція чи паразитування : як штучний інтелект змінює музичну індустрію. URL: <https://slukh.media/texts/ai-versus-music> (дата звернення: 06.06.2024).

158. Цифрова трансформація освіти України в умовах воєнного стану : збірник матеріалів, 24 лютого 2023 р. / О.О. Гриб'юк та ін. Київ : ЦО НАПН України, 2023. С. 102-114. DOI: <https://doi.org/10.33407/lib.NAES.735053>.

159. Чат Bing у Microsoft Edge. Microsoft. URL: <https://www.microsoft.com/uk-ua/edge/features/bing-chat?form=MT00D8> (дата звернення: 08.11.2024).

160. Шишкіна М. П., Коваленко В. В. Про хід та результати досліджень, проведених в Інституті цифровізації освіти НАПН України, щодо використання штучного інтелекту в середній освіті : за матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії Національної академії педагогічних наук України, 17 жовтня 2024 р. // *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2024. Т. 6. № 2. С. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6217>.

161. Шишкіна М. П., Пінчук О. П. Відкрита наука в умовах інтеграції освіти України до Європейського дослідницького простору // *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2023. Т. 5. № 1. С. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2023.5124>.

162. Шишкіна М. Перспективні шляхи запровадження хмароорієнтованих систем відкритої науки у процес навчання вчителів природничо-математичних предметів // *Фізико-математична освіта*. 2023. Т. 38. № 4. С. 79–83. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-4-012>.

163. Яцишин І. В., Коваленко О. М. Характеристика інформаційних ресурсів для самоосвіти вчителя музичного мистецтва // *Інформаційні технології в освіті та науці*. 2021. Вип. 12. С. 198–204.

Виробничо-практичне видання

Використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Матеріали надруковані в авторській редакції. За достовірність фактів, посилань, стилістичне та орфографічне оформлення відповідальність несуть автори публікацій.

Загальна редакція: Шишкіна М.П.
Комп'ютерна верстка: Коваленко В.В.

Авторський колектив: Гриб'юк О. О. (розділи: 5, 6), Дзюба С.М. (розділ 11), Коваленко В.В. (вступ; розділи: 3, 12; висновки), Мар'єнко М.В. (розділи: 4, 7), Осадчий В.В. (розділ 9), Семеріков С.О. (розділи: 2, 8), Шишкіна М.П. (вступ; розділ 1; висновки), Яцишин А.В. (розділ 10)

Інститут цифровізації освіти
Національної академії педагогічних наук України
м. Київ, вул. Максима Берлінського, 9
Електронна пошта (E-mail): iitlt@iitlt.gov.ua

