

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

**Коваленко Валентина, Майя Мар'єнко**

**ВИКОРИСТАННЯ ВЧИТЕЛЯМИ  
СЕРВІСІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У НАВЧАННІ  
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ  
У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

*Методичні рекомендації*



Київ 2024

*Рекомендовано до друку*

*Вченою радою Інституту цифровізації освіти НАПН України (протокол № 21 від 12.12.2024 р.)*

**Рецензенти:**

**Шишкіна М. П.**, доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу хмаро орієнтованих систем і штучного інтелекту в освіті Інституту цифровізації освіти НАПН України

**Яцишин А. В.**, доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник, завідувач сектору моніторингу наукової діяльності Державної наукової установи «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації»

**В43 Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти :**  
метод. рекоменд. / Коваленко В. В., Мар'єнко М. В. / За ред. В. В. Коваленко,  
М. В. Мар'єнко. Київ : ЦО НАПН України, 2024. 71 с.

**DOI 10.33407/lib.NAES.id/eprint/743886**

У методичних рекомендаціях розкрито актуальність проблеми використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти; досліджено понятійний апарат проблеми використання вчителями сервісів штучного інтелекту; здійснено аналіз вітчизняного і закордонного досвіду використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти; визначено роль штучного інтелекту у процесі професійного розвитку вчителя; описано процес проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту; здійснено добір сервісів штучного інтелекту для використання у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти; описано функції Gemini як альтернативи ChatGPT в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти; дібрано спеціалізовані сервіси штучного інтелекту Європейської хмари відкритої науки для професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів; надано практичні рекомендації для вчителів щодо використання сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів.

Методичні рекомендації можуть бути впроваджені в заклади загальної середньої освіти, заклади післядипломної педагогічної освіти та заклади вищої освіти і можуть бути використані вчителями та науковцями, які здійснюють дослідження, що спрямовані на використання сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.

## ЗМІСТ

<b>Перелік скорочень та умовних позначок.....</b>	<b>3</b>
<b>Вступ.....</b>	<b>4</b>
1. Дослідження понятійного апарату проблеми використання вчителями сервісів штучного інтелекту.....	10
2. Аналіз вітчизняного і закордонного досвіду проблеми використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.....	12
3. Роль штучного інтелекту у процесі професійного розвитку вчителя.....	20
4. Проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту.....	23
5. Добір сервісів штучного інтелекту для використання у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.....	26
6. Gemini як альтернатива ChatGPT в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти.....	35
7. Спеціалізовані сервіси штучного інтелекту Європейської хмари відкритої науки для професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів.....	39
8. Рекомендації для вчителів щодо використання сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів.....	44
<b>Висновки.....</b>	<b>58</b>
<b>Список використаних джерел.....</b>	<b>62</b>

### **Перелік скорочень та умовних позначок**

ЗЗСО	Заклад(и) загальної середньої освіти
ЩО	Інститут цифровізації освіти
МОН	Міністерство освіти і науки України
НАПН	Національна академія педагогічних наук
ШІ	Штучний інтелект
EOSC	(англ. European Open Science Cloud) Європейська хмара відкритої науки
США	Сполучені Штати Америки

## Вступ

Актуальність наукового дослідження «Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти» (ДР 0124U001462) обумовлено тим, що штучний інтелект (ШІ) демонструє відкриття наукової нейронної мережі глибокого навчання в якій використовується розпізнавання об'єктів і великі дані для машинного навчання та навчання нейронних мереж університету США (Стенфорд). Модель Стенфордської нейронної мережі ШІ та забезпечення спорідненості з методологіями географічно розподілених екосистем відкривають дослідження нейронної мережі ШІ за допомогою наборів даних, доступних в Інтернет просторі.

Техаське сховище є гарним прикладом онлайн-сховища даних. Сховище об'єднує дані різних окремих університетів для систематизації та пошуку. Репозиторій можна легко налаштувати на консорціальному, державному чи міжнародному рівнях. Обидва приклади ілюструють корисність та практичне спрямування відкритої науки.

Онлайн-репозиторії відкритих даних у наукових екосистемах, орієнтованих на дані, забезпечують майбутній прогрес науки та відкриттів.

Закордонними дослідниками було зроблено спробу визначити можливість використання зображень, згенерованих ШІ, в освіті. Для цього використовувався інструмент DALL·E AI, розроблений OpenAI. У дослідженні Хан (Khan) і Лулвані (Lulwani) описано підходи до використання ШІ у віртуальних класах, а також їхні переваги для покращення розуміння слухачами курсу.

У дослідженні Альхумайд (Alhumaid) оцінюються гіпотези, як студенти сприймають використання програм ШІ в освіті, а також як заклади освіти підготовлені до цього та як суспільство загалом відреагує на широке впровадження ШІ в освіту. В переважній більшості в якості засобів ШІ в освіті переважають чат-боти. ШІ має перспективу у використанні для персоналізованого, масштабованого та доступного навчання. Результати Гарсія-Мартінес (García-Martínez) та ін. підтверджують позитивний вплив ШІ та обчислювальних наук на успішність студентів, було виявлено підвищення мотивації до навчання, особливо в сфері STEM. Різноманітність роботи ШІ

та науковців, які безпосередньо працюють над проблемами впровадження ІІІ в різні галузі суспільства, а також пропозиції з приводу ширшої практики відкритості для простору ІІІ.

Відтак, важливим нині є розроблення методичних засад використання вчителями сервісів ІІІ у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) та визначення їх найбільш доцільних шляхів впровадження.

Нові можливості для відкритої науки створені завдяки: угрупованням глобальних мереж, новим потужним алгоритмічним моделям глибокого навчання нейронних мереж ІІІ та можливостям онлайн-зберігання та пошуку в сховищах досліджень даних. Ці приклади показують, як нові інфраструктури можуть бути використані для створення майбутніх методологій ІІІ для наукових відкриттів у 21 столітті.

Онлайн-репозиторій досліджень даних дозволяє ділитися, публікувати та архівувати дані дослідника. Це водночас платформа для керування даними та метаданими дослідника та установи, і ефективна глобальна стратегія архівування та обміну даними.

Цифровий репозиторій також можна розмістити в більшій цифровій системі. Ця система надає великі можливості для впровадження методологій, орієнтованих на дані. Загальними характеристиками такої цифрової системи є програмне забезпечення з відкритим кодом, активні спільноти розробників, комунікація та компоненти сховища вмісту. Дані доступні в різних типах файлів, форматах, носіях і розмірах. Для ІІІ та, зокрема, нещодавнього глибокого навчання, позначені та немарковані набори даних стають важливими для машинного навчання та навчання моделям ІІІ. У рамках відкритої науки метадані (маркування) є ключовими. Наразі дослідники все більше визнають, що потрібні «більші» сховища даних. Окрім спеціальних потреб у сховищі великих даних, запитів на дуже «великі дані» все ще мало, але ці запити зростають. Наразі «Великі дані» є серед запитів на набір функцій нових репозиторіїв досліджень даних, але не в першому списку, який хотіли б бачити більшість дослідників. Вище в цьому списку нових функцій є довгострокове збереження цифрових даних. Починаючи з аналізу даних і візуалізації, ці

інструменти та запити на грамотність даних допомагають дослідникам із дисциплін, не пов'язаних з комп'ютерними науками, використовувати нові методології ШІ, такі як ті, що передаються через нейронні мережі та глибоке навчання (глибинне навчання). Глибоке навчання – це один з методів машинного навчання, що базується на певному масиві алгоритмів. Останні п'ять років (2017-2022) показали значний прогрес і досягнення в аналітичних обчислювальних інструментах і відкриттях. Особливо це стосується методологій, пов'язаних із новими сферами ШІ. Машинне навчання, глибоке навчання та дослідження нейронних мереж показали певний потенціал для прориву парадигми відкритої науки. Ці досягнення варіюються від комп'ютерного бачення (розпізнавання обличчя/об'єктів) до обробки природної мови (розпізнавання мовлення в текст і переклад) до кібербезпеки (виявлення шахрайства). Досягнення також включають розмовні чат-боти, роботизованих агентів і стратегічне мислення. Це стало можливими завдяки комбінації кращих алгоритмів, більшої обчислювальної потужності, точніших схем метаданих, онлайн-наборів даних і, дедалі частіше, сховищ і систем відкритих наукових досліджень. Можливості машинного навчання ШІ також ефективно використовуються завдяки попередньому навчанню алгоритмам і застосуванню нових наборів даних звичайного розміру. Нові можливості відкриваються завдяки поєднанню сховищ дослідницьких даних і готовності дослідників ділитися своїми дослідженнями та наборами даних через відкриту науку. Це дозволяє іншим дослідникам у всьому світі застосовувати алгоритмічне машинне навчання та ґрунтуватися на попередніх моделях до доступних нових онлайн-даних досліджень. Зображення, дані та метадані можуть бути легко завантажені, розархівовані та використані дослідниками для навчання нейронної мережі.

Вітчизняний досвід представлений у наукових працях вчених, які досліджували питання використання ШІ в закладах освіти: В. Ю. Биков, Н. І. Водоп'ян, Є. Ф. Гайович, Т. А. Григорова, О. Г. Захар, С. Г. Литвинова, Н. В. Морзе, О. О. Москаленко, В. С. Назаров; М. С. Науменко, Ю. Г. Носенко, К. П. Осадча, В. В. Осадчий, С. П. Паламар, О. П. Пінчук, Г. М. Розлуцька, С. О. Семеріков, О. М. Спирін, І. О. Теплицький, М. П. Шишкіна, А. В. Яцишин та ін.; використання

III для навчання учнів природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти розглянуті у працях: Н. В. Валько, О. О. Гриб'юк, І. О. Єрмакової, О. С. Іванової, В. В. Коваленко, М. В. Мар'єнко, С. М. Петренка, А. Л. Тиніна, О. В. Шевченка, Т. І. Яковенко та ін.; проблему професійного розвитку вчителів природничої та математичної галузей з використання III досліджувала І. П. Воротникова та ін.

Закордонний досвід представлений у публікаціях дослідників які займались питаннями використання III в шкільній освіті: Арістонто (Aristanto), Вахю Курніаваті (Wahyu Kurniawati), Ганна Марія Панггабеан (Hanna Maria Panggabean), Гюр Емре Гюраксін (Gür Emre Güraksın), Ека Апріянти (Ека Apriyanti), Ека Супріатна (Ека Supriatna), Ісмаїла Темітайо Санусі (Ismaila Temitayo Sanusi), Кадір Демір (Kadir Demir), Кехінде Д. Арулеба (Kehinde D. Aruleba), Ланкатилака М. (Lankathilaka M.), Муса Адекунле Аянвале (Musa Adekunle Ayanwale), Нур Індах Сарі (Nur Indah Sari), Оволабі Пол Адельана (Owolabi Paul Adelana), Перера П. (Perera P.), Соломон Сандей Оєлере (Solomon Sunday Oyelere), Хартіні (Hartini) та ін.; використання III в шкільній освіті у навчанні учнів природничо-математичних предметів представлено у публікаціях: Ван Ф. Л. (Wang F. L.), Во Те-Дуй (Vo The-Duy), Дао Суан-Куї (Dao Xuan-Quy), Карен Стіл (Karen Steel), Касаль-Отєро (Casal-Otero), Кенді Вонг (Candy Wong), Ле Нгок-Біч (Le Ngoc-Bich), Лян І. (Y. Liang), Марджорі Ходжсон (Marjorie Hodgson), Мігель Нієто (Miguel Nieto), Нго Бак-Б'єн (Ngo Bac-Bien), Річард Кларк (Richard Clark), Се Х. (H. Xie), Фан Суан-Зунг (Phan Xuan-Dung), Цзоу Д. (D. Zou) та ін.

З огляду на значний педагогічний потенціал і новизну існуючих підходів до використання вчителями сервісів III у навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО, ці питання ще потребують теоретичних та експериментальних досліджень, уточнення підходів, методичних засад та можливих шляхів впровадження.

Наукове дослідження «Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти» є новим актуальним дослідженням, спрямованим на підвищення якості й



ефективності впровадження в освітній процес систем та сервісів ШІ на сучасному етапі реформування освіти.

**Мета дослідження:** розроблення методичних засад використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.

**Об'єкт дослідження:** процес використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.

**Предмет дослідження:** використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.

**Методи дослідження.** Наукове дослідження виконане на основі положень системного підходу як методологічного способу пізнання педагогічних та соціальних фактів, явищ, процесів; положень психолого-педагогічної науки в галузі використання вчителями сервісів ШІ у навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО.

Для розв'язування поставлених у роботі завдань були використані загальнонаукові методи: теоретичні (аналіз психолого-педагогічних теорій та концепцій з проблеми дослідження, порівняння вітчизняного та закордонного досвіду використання вчителями сервісів ШІ у навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО, систематизація та узагальнення теоретичних та експериментальних даних); емпіричні (експериментальне дослідження використання вчителями сервісів ШІ у навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО). З метою забезпечення надійності дослідних методик та інтерпретації їх результатів було застосовано методи анкетування, педагогічного експерименту та опрацювання отриманих даних за допомогою методів математичної статистики.

**Завдання дослідження:**

1. Дослідження понятійного апарату, уточнення змісту основних понять, що стосуються використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.

2. Аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.

3. Розроблення і обґрунтування методичних засад використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.

4. Розроблення методичних рекомендацій щодо використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.

5. Упровадження результатів науково-дослідної роботи в педагогічну практику.

Наукове дослідження «Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти» (ДР 0124U001462) виконувалось на підставі Постанови НАПН України «Про результати конкурсного відбору щодо виконання у 2024 р. прикладних наукових досліджень для підтримки молодих вчених, які працюють (навчаються) у підвідомчих установах НАПН України» від 25 січня 2024 р. № 1-2/2-8 та договору № 12/8/1-24 МВпр [76].

## **1. Дослідження понятійного апарату проблеми використання вчителями сервісів штучного інтелекту**

Штучний інтелект набув широкої популярності після повноцінного запуску в Україні ChatGPT з 18 лютого 2023 р. [4]. Чат-бот настільки зацікавив українське суспільство, що збільшив тим самим інтерес до ШІ всіх верств населення. Але, поруч з тим, інтерес до використання сервісів ШІ викликав закономірні побоювання з приводу того, чи доцільно їх використання в освіті та науці. Адже, якщо розглядати, наприклад ChatGPT, то можна зіткнутися з ситуацією, коли чат-бот дає хибні відповіді [4]. Крім того, учні часто використовують сервіси ШІ для автоматичного виконання домашнього завдання, списування, що все більше турбує вчителів [45]. Тому виникають дискусії серед науковців та освітян з приводу доцільності їх використання, чи потрібно їх заборонити. Заборонити використовувати сервіси ШІ в освітньому процесі практично не можливо, тому постає проблема в їх методично обґрунтованому використанні, а значить в розробці методик та методичних рекомендацій, яких зараз недостатньо.

Оскільки проблема використання вчителями сервісів ШІ є актуальною та потребує проведення ґрунтовного дослідження, тому слід перш за все визначитись з понятійним апаратом вказаної проблематики.

Згідно з визначенням О. А. Баранова: «штучний інтелект – це інтелект, що має штучне походження та імітує (моделює) певну сукупність когнітивних функцій еквівалентних відповідним когнітивним функціям людини [44]». При цьому, слід зазначити, що науковець детально аналізує зміст понять «штучність», «штучний» та «інтелект». Базуючись на попередніх дослідженнях О. А. Баранов уточнює безпосередньо поняття «штучний інтелект».

На думку М. Ф. Єфремова та Ю. М. Єфремова штучний інтелект можна визначити як: «можливість системи автономно підбирати найбільш якісний варіант вирішення проблеми з набору наперед визначеного набору варіантів [51]». При цьому в обох дослідженнях науковці розводять два поняття: штучний інтелект та штучного розуму. При цьому поняття «штучного розуму» в обох дослідженнях є

досить далеким від контексту проблеми, що розглядається в даному дослідженні. Тому поняття «штучний розум» розглядати не будемо.

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* [78].

Якщо з приводу визначення поняття «штучний інтелект» більшість науковців мають досить певну точку зору, то поняття «*сервіс штучного інтелекту*» подається описово та наводяться конкретні приклади. Так, група науковців М. В. Васильківський, Г. Л. Варгатюк та О. С. Болдирева [46] розуміють сервіси штучного інтелекту як програму чи службу в якій штучний інтелект збирає та аналізує дані різного типу, щоб в подальшому застосувати найбільш вдалі результати для заданої користувачем дії чи послідовних дій.

І. В. Настюк поняття сервісів штучного інтелекту описує через їх інструментарій, що охоплюють наступні дії [68]: накопичення, структуризація та аналіз результатів, виконання пошуку, порівняння та аналіз. Тому для поняття «*сервіси штучного інтелекту*», враховуючи попередньо уточнене поняття «штучний інтелект» надамо наступне визначення: *це сервіси, пов'язані з наданням користувачу певного інструментарію, що працює за одним з алгоритмів штучного інтелекту за конкретним запитом.*

Аналізуючи уточнені/сформульовані поняття можна прийти до висновку, що оскільки більшість вчителів чи учнів не знайомі з основними алгоритмами та принципами за якими працюють сервіси ШІ, то вони їх досить часто використовують, при цьому не розуміючи, що вони потрапляють до даного різновиду. Наприклад, сервіси Google Зображення та Google Карти використовують елементи ШІ та активно застосовуються як в освітніх цілях так і в повсякденному вжитку [62].

## **2. Аналіз вітчизняного і закордонного досвіду проблеми використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти**

Сучасний світ відзначається швидким прогресом і всебічною інтеграцією цифрових технологій у різні аспекти життя. Цей процес супроводжується значними трансформаціями, що охоплюють як приватне життя людей, так і сфери праці, освіти, торгівлі, охорони здоров'я, транспорту, дозвілля та ін.

Нині одні з перспективних напрямків розвитку цифрових технологій є впровадження і використання таких технологій, ШІ, Інтернет речей, доповнена реальність, віртуальна реальність, блокчейн та інші, відкриває нові можливості та суттєво змінює наше сприйняття світу. Завдяки автоматизації процесів та інтелектуальним системам стають реальними завдання, які раніше вважалися неможливими.

Штучний інтелект – це технологія, яка розроблялася протягом тривалого часу і разом із своїм розвитком вплинула на людей у всіх аспектах життя. Штучний інтелект є певною обчислювальною програмою, яка може змушувати машини працювати, подібно до людського інтелекту, таким чином, як прийняття рішень, вирішення проблем та розроблення прогнозів. Оскільки у ШІ майже такі ж здібності, як у людини, ШІ також називають *екстернальним інтелектом* або *зовнішнім інтелектом* [1].

Початковий розвиток ШІ був проведений Сполученими Штатами Америки (США) разом із компанією ІВМ та продовжувався більш ніж 25 років спільно з Microsoft. Сполучені Штати розвивали оборонні та безпекові технології через DARPA або Агентство з просунутих оборонних досліджень, яке діє більш ніж 60 років. США використовували технологію ШІ під час війни в Перській затоці у 1991 році під назвою DART або динамічний аналіз та перепланування. Як інструмент для планування логістики товарів, а також транспорту, DART був запроваджений DARPA [9].

Китай, країна яка продовжує ринкові відносини з США як світовою державою, продовжує розвиватися, впроваджуючи технологію ШІ у військовій галузі.

Китай інвестував понад 150 мільярдів доларів США для розвитку технології ШІ, і в майбутньому Китай планує торгувати розвиненою ним технологією ШІ. Також, розвиток ШІ Китаєм був продемонстрований на виставці Beijing Civil-Military Integration Expo у травні 2019 року, де на виставці було представлено багато дронів, що мають функцію перевезення людей та вантажів і також обладнані ШІ, щоб вони могли працювати за програмою і без людського супроводу. Крім того, Китай, показуючи дрони, які вони мають, також приймає виробництво дронів на замовлення, якщо яка-небудь країна хоче їх купити.

Важливим є те, що ШІ має чітку мету в розумінні інтелекту та побудові інтелектуальних систем. Послуги з використанням ШІ можна знайти всюди, такі як Google Assistant, Siri, Google Translate, комп'ютерні ігри та багато всього іншого.

Починаючи з початкової школи, діти повинні мати можливість вивчати ключові знання з цифрових технологій. Це потрібно для того, щоб діти просувалися на наступний вищий рівень використання сучасних цифрових технологій, бо якщо вони цього не зроблять, вони виростуть як пасивні споживачі швидкозмінних технологій та послуг.

Роль цифрових технологій також часто використовується для підтримки навчання, як в школах, так і для самостійного навчання. У майбутньому заклади освіти будуть використовувати більше сервісів ШІ, враховуючи швидкі темпи його впровадження.

ШІ може бути використаний для презентації навчальних матеріалів, надання навчального зворотного зв'язку та іншого [9].

Актуальність нашого дослідження полягає також в тому, що інструменти, на основі на ШІ, можна використовувати просто через браузер в Інтернеті. Це означає, що вони доступні не лише на персональних комп'ютерах, але й на смартфонах та планшетах. Навіть якщо більшість таких інструментів спочатку створювалися для розваг, вони мають значний потенціал у сфері освіти.

У зв'язку з тим, що в Україні зараз переважає дистанційне та змішане навчання, іноді виникають проблеми з проведенням онлайн-уроків через перебої з електропостачанням. Це ускладнює роботу вчителям у розробці різноманітних та

наочних уроків для учнів. Використання сервісів ШІ може стати ефективним вирішенням цієї проблеми у навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО.

Стрімкий розвиток цифрових технологій де: робототехніка, віртуальна реальність, 3D-друк, мережі, блокчейн, 5G, автономні транспортні засоби, квантові обчислення, обчислення на краю, мікросхеми та криптовалюти – це лише деякі з них. Серед цього калейдоскопу інновацій ШІ посідає одне з найважливіших місць.

Цифрові технології постійно розвиваються і активно сприяють переходу суспільства до епохи цифровізації. Пристрої стають все більш досконалішими, щоб максимально задовольнити потреби людей та покращити їх життя. ШІ дедалі більше проникає у всі сфери життя, стаючи невід'ємною частиною людського існування.

Озирнувшись навколо, ми бачимо, як технологічний прогрес роблять черговий крок до автоматизації. Автономні транспортні засоби, машини з розумними сенсорами – все це свідчить про зростання їх продуктивності та цінності на ринку. Людське життя все більше перетворюється на цифрову форму як у повсякденній так і у професійній діяльності.

За результатами Міжнародного форуму з ШІ та освіти «Керування ШІ для розширення можливостей вчителів і трансформації викладання», що відбувся у вересні 2022 року [18], було визначено необхідність використання потужності цифрової трансформації для забезпечення якісної освіти та навчання протягом усього життя як громадського блага та людського права для всіх, з особливим акцентом на найбільш вразливі категорії суспільства. Цифрова трансформація освіти потребує комплексної перебудови, яка охоплює різні аспекти освітнього процесу: педагогіку, зміст програм, оцінювання, соціальну підтримку та організацію навчання, у всіх освітніх установах та на протязі усього життя. Також, було підкреслено, що ШІ також є невід'ємною частиною інфраструктури цифрової трансформації освіти, він відіграє важливу роль у поєднанні різних складових прийняття рішень та створенні робочих потоків для забезпечення освіти як громадського блага. ШІ є однією з ключових технологій у цифровій трансформації, він діє як потужний інструмент та створює базову архітектуру для підвищення ефективності використання технологій на користь людей у всіх галузях.

Впровадження ІІІ у цифрову інфраструктуру може покращити надійність та ефективність архітектури освітніх технологій з точки зору витрат.

Застосування ІІІ-допомагаючих рішень у системах управління освітою та навчанням може підвищити інтелектуальні робочі процеси, забезпечити моніторинг на основі даних та сприяти ефективним людським рішенням [18].

Вітчизняний досвід представлений у наукових працях вчених які займались питаннями використання ІІІ в закладах освіти: Є. Ф. Гайович, Т. А. Григорова, В. В. Коваленко, М. В. Мар'єнко, О. О. Москаленко, В. С. Назаров; Ю. Г. Носенко, В. В. Осадчий, Г. М. Розлуцька, С. О. Семеріков, І. О. Теплицький, М. П. Шишкіна, А. В. Яцишин та ін.; використання ІІІ для навчання учнів природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти розглянуті у працях: І. О. Єрмакової, О. С. Іванової, С. М. Петренка, О. В. Шевченка, Т. І. Яковенко та ін.

Закордонний досвід представлений у публікаціях дослідників які займались питаннями використання ІІІ в шкільній освіті: Арістонтто (Aristanto), Вахю Курніаваті (Wahyu Kurniawati), Ганна Марія Панггабеан (Hanna Maria Panggabean), Гюр Емре Гюраксін (Gür Emre Güraksın), Ека Апріянті (Eka Apriyanti), Ека Супріатна (Eka Supriatna), Ісмаїла Темітайо Санусі (Ismaila Temitayo Sanusi), Кадір Демір (Kadir Demir), Кехінде Д. Арулеба (Kehinde D. Aruleba), Муса Адекунле Аянвале (Musa Adekunle Ayanwale), Нур Індах Сарі (Nur Indah Sari), Оволабі Пол Адельана (Owolabi Paul Adelana), Соломон Сандей Оєлере (Solomon Sunday Oyelere), Хартіні (Hartini); використання ІІІ в шкільній освіті у навчанні учнів природничо-математичних предметів представлено у публікаціях: Карен Стіл (Karen Steel), Кенді Вонг (Candy Wong), Марджорі Ходжсон (Marjorie Hodgson), Мігель Ніето (Miguel Nieto), Річард Кларк (Richard Clark) та ін.

Проте, проблема використання вчителями сервісів ІІІ у навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО залишає багато дискусійних питань, які потребують більш детального дослідження.

Для визначення представлення проблеми використання вчителями сервісів ІІІ у навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО у нормативно-правовому полі нами було розглянуто ряд нормативно-правових документів в Україні з даної



проблеми: Закон України «Про освіту» (статті 13, 17, 54), Закон України «Про інформацію» (статті 6, 11), Закон України «Про захист персональних даних» (статті 6, 7, 8), Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державного стандарту початкової освіти» (додаток 1), Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державного стандарту базової середньої освіти» (додаток 1), Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державного стандарту повної загальної середньої освіти» (додаток 1), Наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Типових освітніх програм для 1-4 класів закладів загальної середньої освіти» (додатки), Наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Типових освітніх програм для 5-9 класів закладів загальної середньої освіти» (додатки), Наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Типових освітніх програм для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти» (додатки), Наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо використання інформаційно-комунікаційних технологій у загальноосвітніх навчальних закладах», Концепція розвитку цифрової освіти в Україні на період до 2026 року, Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні на період до 2030 року, Концептуально-референтна Рамка цифрової компетентності педагогічних й науково-педагогічних працівників та ін.

Варто зазначити, що нормативно-правова база щодо використання ШІ в освіті в Україні постійно вдосконалюється відповідно до Світових викликів цифрового суспільства.

Одними з основних нормативно-правових документів за кордоном з проблеми «Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти» є: у Європейському Союзі – Рекомендація Ради Європейського Союзу від 22 травня 2018 року щодо ключових компетенцій для навчання протягом життя (пункт 8), Резолюція Європейського парламенту від 18 січня 2019 року про індивідуалізацію навчання: нова європейська політика для епохи цифрових технологій (пункт 14) та ін.; у США – Every Student Succeeds Act (ESSA) (2015), National Artificial Intelligence Initiative Act of 2020 та ін.; у Канаді – Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy (2017),

Digital Learning Strategy (2019) та ін.; у Сінгапурі – Smart Nation Initiative (2014), Model Curriculum for Artificial Intelligence (2020) та ін.; у Австралії – Digital Education Strategy (2019), National Artificial Intelligence Strategy (2020) та ін.

Дослідники [41] визначають основну мету ШІ – розвивати комп'ютери або машини, які можуть вчитися, мислити і вести себе як люди. Системи ШІ використовують складні алгоритми та математичні моделі для обробки даних і вивчення на основі досвіду, щоб приймати рішення або виконувати певні завдання. Існують кілька підходів до розвитку ШІ, включаючи його застосування у методах навчання в школах, таких як:

- машинне навчання;
- глибоке навчання;
- опрацювання природної мови;
- комп'ютерний зір;
- робототехніка та ін.

ШІ у шкільній освіті має дуже важливу роль у освітньому процесі, оскільки в епоху Четвертої промислової революції, роль ШІ, свідомо чи ні, є дуже корисною в процесі навчання, особливо допомагаючи вчителям формувати, впроваджувати та планувати методи навчання в школах [41].

У публікації [18] зазначено, що від використання ШІ для забезпечення доступу найбільш вразливих до можливостей навчання, до використання ШІ для забезпечення майбутніх форм навчання, добре підготовлені вчителі та ефективно викладання залишаються головною опорою систем освіти для виконання обіцянок публічної цифрової освіти на 2022 рік. Без трансформації педагогічної практики та надання вчителям повноважень, переваги цифрової трансформації освіти не будуть досягнуті. Крім того, ШІ може сприяти трансформації педагогічної практики та освіти лише у випадку, якщо, на відміну від цього, він буде здатний підвищувати підходи до навчання, орієнтовані на учня, та високорівневе мислення, дотримуючись етичних норм і стандартів.

Автори дослідження [67] також визначено, що ШІ має потенціал революціонізувати освіту. «Штучні вчителі» можуть бути використані для

персоналізації навчання для кожного учня, а також для надання учням зворотного зв'язку в режимі реального часу. Штучні вчителі також можуть бути використані для автоматизації завдань, таких як оцінювання та планування уроків, що може звільнити час вчителів для більш творчої та інтерактивної роботи з учнями.

Незважаючи на його потенціал допомогти вчителям та покращити викладання, дизайн та застосування ШІ для вчителів та викладання до цього часу отримали значно менше уваги, ніж ШІ-інструменти, призначені для учнів. Якщо розглядати мету та алгоритми за ШІ-інструментами для вчителів, сучасні ШІ-інструменти не спрямовані на трансформацію педагогіки, організацію навчання та соціально-емоційну взаємодію між вчителями та учнями [18].

Погоджуємось з думкою висловленою М. П. Шишкіною і Ю. Г. Носенко [79, с. 67], що підготовка кваліфікованих фахівців, здатних працювати в швидкозмінному середовищі і розвивати міжпредметні зв'язки, включаючи використання сучасних цифрових технологій, є важливим завданням сучасної освіти. Сьогодні процес підготовки професіоналів виходить за рамки традиційного класного навчання. Замість цього набирають популярності нові форми навчання (змішане навчання, перевернутий клас тощо), які включають в себе широке використання сучасних сервісів. Окрім поліпшення доступу до освітніх послуг і надання мультимедійного контенту, сучасні цифрові рішення також відрізняються адаптивністю (здатністю адаптуватися до потреб кожного користувача) та забезпеченням максимальної персоналізації, індивідуалізації освітнього процесу.

Дослідниці вважають [79, с. 67-68], що із постійним розвитком технологій, зокрема, Інтернет простору та хмарних обчислень можливості забезпечення адаптивності та персоналізації навчання значно збільшуються. Дослідниці виділяють кілька ключових тенденцій, які сьогодні характеризують перспективи розвитку та використання сучасних технологій персоніфікації навчання:

– розвиток адаптивних хмаро орієнтованих платформ, їх подальша уніфікація, універсалізація, формування єдиних стандартів розробки та впровадження окремих модулів, підсистем і систем навчання з елементами ШІ;

– зростаюча роль підходу Big Data («великі дані») для збору та аналізу результатів навчання та прогресу кожного учня/студента/слухача;

– зростаюча насиченість навчального середовища різними інтелектуальними пристроями, пультами дистанційного керування, роботами, периферійним обладнанням тощо, якими можна управляти через єдину платформу із підключенням до мережі – Інтернет речей;

– розробка та впровадження систем освітньої та наукової співпраці у віртуальних командах з використанням «доповнених» (віртуальних) агентів;

– зростання ролі комп'ютерної грамотності та технологічної культури для всіх учасників освітнього процесу для успішної розробки та впровадження нового покоління засобів навчання на основі ШІ [79, с. 67-68].

Впровадження вчителями сервісів ШІ у навчання природничо-математичних предметів може принести великі переваги такі як: покращення навчальних результатів, підвищення мотивації учнів і економію часу вчителів.

Проте, необхідно приділити увагу подоланню викликів і ризиків, що виникають у зв'язку з використанням ШІ, для забезпечення його етичного та відповідального застосування.

Це означає узгодження ШІ з основними принципами етики, захисту приватності та безпеки даних. Також важливо розробляти і впроваджувати відповідні політики та процедури, щоб вчителі та учні мали зрозуміле розуміння того, як використовувати ці технології ефективно і безпечно. Це може включати навчання вчителів у використанні ШІ, створення спеціальних курсів та ресурсів, а також регулярні оновлення і моніторинг заходів безпеки.

Застосування ШІ в освіті може бути дієвим і перспективним, але лише за умови відповідального підходу до його використання і постійного вдосконалення заходів безпеки та етики [64].

### **3. Роль штучного інтелекту у процесі професійного розвитку вчителя**

Сьогодні наукове обґрунтування можливостей ШІ базується на різних дослідженнях і практиках застосування, які підтверджують його потенціал у різних сферах, зокрема у освітній сфері. Підкреслюючи можливості ШІ варто звернути увагу на створення нових можливостей автоматизувати щоденні механічні процеси в освіті.

У публікації [65, с. 50], зазначено, що можливості машинного навчання ШІ успішно використовуються завдяки попередньому навчанню алгоритмів та застосуванню нових наборів даних стандартного розміру. Нові можливості відкриваються завдяки комбінації резервуарів дослідницьких даних та готовності дослідників ділитися своїми дослідженнями та наборами даних за допомогою принципів відкритої науки. Це дозволяє іншим науковцям з усього світу застосовувати алгоритмічне машинне навчання та спиратися на попередні моделі, використовуючи доступні нові онлайн-дані досліджень. Зображення, дані та метадані можуть бути легко завантажені, розархівовані та використані науковцями для навчання нейронних мереж.

Сховища дослідницьких даних можна використовувати для сприяння відкритій науці у всьому світі шляхом повторного використання набору даних у мережі. Цей процес стає можливим завдяки навчанню дослідників в різних куточках світу та подальшому розвитку попередніх моделей глибокого навчання та нейронних мереж. Це служить прикладом можливостей відкритої науки та ШІ, що взаємодіють на глобальному рівні завдяки силі цифрових даних та можливості об'єднання репозиторіїв даних. Вміст і спеціалізовані набори даних зображень з відміченими метаданими можуть бути зібрані в мережі, які раніше були б важкодоступними. Таким чином ці дані можна легко об'єднувати, використовувати, переглядати та вдосконалювати за допомогою нових алгоритмічних методів машинного навчання [65, с. 51].

ШІ стає все більш вагомим у професійному розвитку вчителів. Використання ШІ в освіті відкриває нові можливості для вдосконалення методів навчання та оцінювання, що дозволяє розширити освітні горизонти сучасного вчителя.

Безперервний професійний розвиток, у Законі України «Про освіту» [71] визначений як безперервний процес навчання і вдосконалення професійних

компетентностей фахівців після здобуття вищої або післядипломної освіти, що дає змогу фахівцю підтримувати або поліпшувати стандарти професійної діяльності і може тривати впродовж усього періоду його професійної діяльності.

У публікації [73] визначено чотири ключові групи навичок, необхідних для успішної професійної діяльності:

- 1) вміння мислити (критичний аналіз, творчість, проектне мислення, самостійне прийняття рішень);
- 2) навички засобів роботи (повністю оволодіти цифровими технологіями);
- 3) методи роботи (співпраця та творчість);
- 4) навички, необхідні для повсякденного життя (професійна компетентність, громадянська позиція, особиста та соціальна відповідальність).

З метою розвитку цифрових навичок потрібна модернізація змісту навчальних програм у закладах освіти на основі цифрового проектування, що сприятиме кращому формуванню у фахівців м'яких навичок. Саме такий підхід гарантує фахівцям, які пройдуть відповідний курс підвищення кваліфікації, можливість отримати нові компетентностей, одночасно набуваючи необхідні цифрові компетентності для ефективного виконання своїх посадових обов'язків [73].

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

Дослідження з різних галузей вказують на важливість людського чиннику, зокрема, довіри, у впровадженні технологій у практику. У разі використання ІІІ ця проблема стає ще більш складною через поширені міфи та страхи серед практиків щодо ІІІ, таких як масове безробіття та конфіденційність даних. Останнім часом використання ІІІ у освіті К-12 значно зростає [30].

У публікації [30] автори розглядають довіру вчителів до ІІІ (EdTech) і пропонують ефективні стратегії професійного розвитку для підвищення довіри

вчителів і їх бажання використовувати ШІ (EdTech) у навчанні. Їх дослідження з вчителями природничих наук К-12 включали взаємодію вчителів з певним інструментом оцінювання на базі ШІ (AI-Grader), використовуючи як синтетичні, так і реальні дані. Отримані результати, представлені дослідницями, показують, що пояснення вчителям про те, як ШІ приймає рішення порівняно з людьми-експертами, і про те, як ШІ може доповнювати та надавати додаткові переваги вчителям, а не замінювати їх, може зменшити сумніви вчителів і підвищити їх довіру до ШІ (EdTech). Це дослідження має потрійне значення. По-перше, воно відзначає важливість підвищення теоретичних і практичних знань вчителів щодо ШІ в закладах освіти, щоб завоювати їх довіру до ШІ (EdTech) в освіті К-12. По-друге, воно пропонує програму професійного розвитку вчителів, а також аналіз дискусій вчителів, які пройшли цю програму. По-третє, на основі результатів воно висуває конкретні пропозиції для професійного розвитку вчителів, спрямованих на підвищення довіри вчителів до ШІ (EdTech) [30].

ШІ впливає на професійний розвиток вчителів по-різному. Перш за все, він дозволяє створювати персоналізовані програми навчання для кожного вчителя, враховуючи його сильні та слабкі сторони. Алгоритми аналізують дані про викладацьку діяльність, оцінки учнів та інші параметри, щоб надати рекомендації для подальшого професійного зростання. Другий спосіб – це аналіз великих обсягів даних для покращення викладацького процесу. Вчителі мають можливість отримувати кращі методи підготовки уроків, оцінювання та підтримку індивідуальних потреб учнів.

Іншим важливим аспектом є доступ до інтерактивних інструментів завдяки ШІ. Вчителі можуть користуватися віртуальними асистентами, інтерактивними платформами для спілкування з учнями та іншими засобами, що роблять навчання більш цікавим. Окрім того, ШІ може надавати підтримку в прийнятті рішень, допомагаючи вчителям вирішувати складні питання щодо організації освітнього процесу та вибору методів навчання та оцінювання.

Проте разом з перевагами ШІ у професійному розвитку вчителя існують і виклики. Вчителям потрібно вивчати нові технології та інструменти для

ефективного використання ШІ, що може вимагати часу та зусиль для навчання та адаптації до нових методів роботи. Проблеми з конфіденційністю та етикою також можуть виникнути через збір та аналіз великих обсягів даних. Важливо забезпечити правильне опрацювання та захист особистих даних учнів та вчителів. Також є ризик того, що вчителі можуть стати залежними від допомоги ШІ, втратити власну креативність та інноваційність у викладанні.

ШІ відкриває широкі можливості для професійного розвитку вчителів, але вимагає уваги до вирішення викликів та збалансованого використання технологій у освітньому процесі [54].

#### **4. Проєктування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту**

З початку широкого використання ChatGPT в Україні, починаючи з 2023 р. проблема використання ШІ на кожному рівні освіти постає дуже гостро. Про значний інтерес до проблеми використання сервісів ШІ свідчить і збільшення публікацій (майже в два рази) за останні роки [47]. В першу чергу проблема торкається таких питань, як: плагіат, списування домашніх та самостійних завдань здобувачами освіти, недоброчесність. З іншого боку повністю відмовитись від використання ШІ в освіті практично неможливо, адже ШІ, за умови його правильного використання може допомогти урізноманітнити навчальний матеріал, спростити рутинну та кропітку роботу вчителів та викладачів, зацікавити та допомогти здобувачам освіти в опануванні того чи іншого навчального матеріалу. Тому, проблема скоріше полягає не повній забороні використання сервісів та систем ШІ, а у відсутності методик та методичних рекомендацій в освітньому процесі. Крім того, згідно затвердженої Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні від 2 грудня 2020 р. [58] серед дев'яти ключових галузей застосування ШІ суттєву роль відіграє освіта (загальна, вища та підвищення кваліфікації вчителів і викладачів). Зокрема, в Концепції наголошено на тому, що існує необхідність розроблення спеціалізованих освітніх програм (курсів підвищення кваліфікації) для педагогічних кадрів.



Технології з елементами ІІІ вже попередньо були розглянуті в дослідженні М. П. Шишкіної та Ю. Г. Носенко [79]. Одним з видів таких технологій автори наводять імерсивні технології, оскільки вони безпосередньо включають елементи ІІІ. Однак, в таких системах ІІІ відіграє скоріше роль інструмента, оскільки для їх використання в освітньому процесі ІІІ в першу чергу обробляє та розподіляє великі масиви даних. Автори в своєму дослідженні визначають напрями використання систем з елементами ІІІ.

Згідно досліджень групи науковців [47] встановлено напрями за якими відбуваються зміни за рахунок використання ІІІ у сферу вищої освіти: управління навчання, оцінювання, визначення статусу навчання, тьюторінг та асистування. Науковці виокремлюють переваги та недоліки впровадження ІІІ у вищу освіту. Окремим питанням розглянуто загрози, які виникають в процесі імплементації ІІІ в освітній процес. При цьому висновки науковців базуються на широкому аналізі іноземних досліджень та результатами отриманими Європейською асоціацією університетів. Автори доходять до висновку, що має бути розроблена система правил, згідно яких відбуватиметься впровадження ІІІ у вищу освіту, при цьому слід враховувати соціально-психологічні наслідки такого впровадження та обов'язкову залученість, заохочення з боку керівництва установи.

Існують окремі дослідження присвячені ознайомленню учнів з базовими поняттями ІІІ [77]. Для цього радять в межах окремих тем шкільного курсу інформатики застосовувати сервіси ІІІ (наводяться типові завдання та розділи). А. Л. Тиніна та Н. В. Валько у своєму дослідженні [77] стверджують, що заклади освіти використовують сервіси ІІІ для автоматизації перевірки виконаних завдань здобувачами освіти, допомагають налагодити зворотній зв'язок та самостійно проаналізувати помилки. При цьому дослідниці як і більшість їх колег аналізують переваги використання ІІІ та їх ризики. Якщо звернутися до досліджень закордонних науковців, то можна помітити, що за даної тематики напрацьовано значно більше результатів, оскільки ІІІ за кордоном вже давно використовується в освіті. При цьому наявні роботи які описують методики, прийоми, методичні рекомендації які апробовані на значній кількості респондентів. Так, С. Чен (X. Chen), Д. Цзоу (D. Zou),

Х. Сіє (H. Xie), Г. Ченг (G. Cheng) та Ц. Люй (C. Liu) провели масштабний огляд досліджень за останні два десятиліття за даною тематикою [79]. Результати огляду показують зростаючий інтерес до використання ІІІ в освітніх цілях з боку науковців. Основні теми досліджень включають інтелектуальні тьюторські системи для спеціальної освіти; обробка природної мови для вивчення мов; інтелектуальний аналіз освітніх даних для прогнозування продуктивності; аналіз дискурсу в комп'ютерно-підтримуваному спільному навчанні; нейронні мережі для оцінювання навчання; афективне обчислення для виявлення емоцій здобувача освіти; і системи рекомендацій для персоналізованого навчання.

Ф. Оуян (F. Ouyang) та П. Джао (P. Jiao) описали три парадигми використання ІІІ в освіті [32]:

- керований ІІІ (здобувач освіти виступає в ролі одержувача);
- підтримування ІІІ (здобувач освіти співпрацює з сервісом ІІІ);
- наділений ІІІ (здобувач освіти виступає як керівник).

У трьох парадигмах методи ІІІ використовуються для вирішення проблем освіти та навчання різними способами. ІІІ використовується для представлення моделей знань і прямого когнітивного навчання, тоді як здобувачі освіти є одержувачами послуг ІІІ (перша парадигма); ІІІ використовується для підтримки навчання, у той час як здобувачі освіти співпрацюють на однаковому рівні (друга парадигма); ІІІ використовується для розширення можливостей навчання, тоді як здобувачі освіти беруть на себе свободу волі, щоб навчатися (третья парадигма). Загалом, тенденція розвитку ІІІ в освіті посилюється, щоб розширити можливості здобувача освіти та його персоналізацію, дати можливість здобувачу розмірковувати про навчання та інформувати системи ІІІ для відповідної адаптації, а також призвести до ітеративного розвитку орієнтованого на здобувача освіти персоналізованого навчання, керованого даними.

Дослідження стану проблеми проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами ІІІ показало, що в наукових працях українських дослідників досить серйозно пропрацьована теоретична база за даною проблематикою. Так, науковці достатньо ґрунтовно описали наявні переваги та

недоліки використання ШІ в освіті, ризики широкого впровадження сервісів ШІ, проведено аналіз термінологічного апарату. Однак, серед вказаних досліджень не виявлено використання освітніх середовищ з елементами ШІ. Наявний досвід використання окремих сервісів ШІ в різних галузях освіти, однак методики чи методичні рекомендації, що не були б орієнтовані на певний сервіс практично відсутні. Закордонні дослідження містять практичне підґрунтя використання сервісів ШІ в освіті, зокрема наявні методики, методичні рекомендації які можна частково адаптувати до системи освіти в Україні [63].

## **5. Добір сервісів штучного інтелекту для використання у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти**

Добір сервісів ШІ стосуватиметься в першу чергу безкоштовних та вузькоспеціалізованих сервісів за відповідними галузями науки (з урахуванням специфіки їх використання у навчанні природничо-математичних предметів). Методичний доробок з приводу використання ChatGPT в освітньому процесі є стуттевим та рекомендованим для різних предметів шкільної програми [12]. Однак, додаткового аналізу потребують сервіси, що можна використати під час вивчення конкретного предмету (враховуючи специфіку та наявний інструментарій). Важливим моментом має бути безкоштовність у застосуванні (або часткова безоплатність), оскільки в Україні зараз введено військовий стан та більшість вчителів і батьків учнів не в змозі забезпечити особисте використання платних програмних продуктів.

У 2023 р. була опублікована монографія, в якій розкрито наукові засади та передумови укладання Стратегії розвитку штучного інтелекту в Україні [75]. Зокрема, окремим підрозділом розглянуто проблему використання ШІ в освіті та науковій діяльності. Заплановано, що ШІ в ЗЗСО буде використано в першу чергу для оптимізації освітнього процесу, розвитку та посилення міжпредметних зв'язків.

В дослідженні І. П. Воротникової [48] представлено результати опитування вчителів щодо використання ШІ в навчанні та встановлено потреби вчителів у

підвищенні кваліфікації зі ШІ. На результати дослідження І. П. Воротникової треба спиратись при виконанні добору сервісів ШІ у ЗЗСО.

У статті [12] розкрито педагогічні переваги використання ChatGPT у фізиці та продемонстровано, які мають бути запити до ChatGPT для розв'язування задач з курсу фізики. Результати свідчать про те, що ChatGPT здатний демонструвати розв'язок деяких задач з фізики на обчислення, надавати пояснення розв'язку та генерувати нові вправи на рівні вчителя.

Дослідження групи науковців [79] включає оцінку потенціалу і проблем мовних моделей для хімічної освіти. Зокрема, було проаналізовано ChatGPT і Microsoft Bing AI Chat на наборі даних опитувань, що склалися з 200 запитань (із запропонованими варіантами відповідей) з хімії на рівні ЗЗСО. Результати показують, що ChatGPT і Microsoft Bing AI Chat мають обмеження у відповідях на запитання (враховуючи прикладний та високий рівні).

П. Перера (P. Perera) та М. Ланк атілаке (M. Lank athilaka) вивчили різноманітні підходи щодо ChatGPT і Google Gemini. В їх дослідженні [34] розроблено вичерпні рекомендації, що керуватимуть регуляторними заходами, спрямованими на вирішення проблем, етичних міркувань і найкращими практиками інтеграції генеративного ШІ. Google Gemini в проведеному дослідженні розглянуто з точки зору використання в освітніх цілях, оскільки даний сервіс містить більше інструментарію в порівнянні з ChatGPT.

У дослідженні [8] науковці висунули припущення, що учні будуть більш вільно використовувати свій почерк із онлайн-розпізнаванням для вирішення математичних рівнянь, ніж застосовувати метод введення тексту з клавіатури. Аналіз отриманих результатів показав, що учні, які використовували рукописний текст, розв'язували більше рівнянь і були швидшими, ніж ті, хто друкували розв'язок рівнянь. Сервіси, що дозволяють розпізнавати рукописний текст теж належать до категорії використання алгоритмів ШІ. Отже, в дослідженнях велика увага приділяється використанню мовних моделей чи чат-ботів, які не завжди можуть врахувати специфіку навчання природничо-математичних предметів. Тому

подальших досліджень потребує добір вузьконаправлених сервісів ШІ з орієнтацією на конкретний навчальний предмет.

Серед сервісів ШІ слід чітко розрізняти ті, що є *загальними* та *спеціалізованими*. Загальні сервіси ШІ можна використати в освітньому процесі без урахування специфіки того чи іншого предмету. Спеціалізовані ж навпаки включають орієнтацію (іноді досить вузьку) на конкретну галузь науки чи навчальний предмет. До того ж, загальні сервіси ШІ можна адаптувати під навчальні цілі того чи іншого предмету використовуючи відповідні запити. Добираючи сервіси ШІ, які можна застосовувати у навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО будемо враховувати як загальні, так і спеціалізовані.

Розглянемо приклад загального сервісу ШІ: Gemini (<https://gemini.google.com>). Gemini – це безкоштовний сервіс ШІ запропонований компанією Google, як аналог ChatGPT [34]. Однак, на відміну від ChatGPT, Gemini містить дещо розширений інструментарій: можливість завантаження та розпізнавання зображень, подання запиту лише з використанням зображення (функції дещо обмежені, схоже на тестовий режим), генерація нових зображень передбачена розробниками (але ще не до кінця реалізована), підбір відповідних запити зображень (не згенерованих), перевірка відповіді на поданий запит з використанням сервісу Google Пошук.

В освітньому процесі Gemini можуть використати вчителі, учні та батьки для:

- складання орієнтованого плану уроку за вказаною темою (для вчителів);
- виконання добору схем, ілюстрацій, зображень за запитом або згідно теми уроку (для вчителів);
- виконання добору практичного застосування вивченої теми чи модуля в повсякденному житті (для вчителів);
- створення проблемної ситуації за вказаним запитом (для вчителів);
- генерування нестандартних ідей методів, засобів для представлення навчального матеріалу (для вчителів);
- організація нестандартних уроків в рамках вивчення окремої теми: поділ учнів класу на групи, мозкових штурмів, вікторин, круглих столів (для вчителів);

– перевірка на антиплагіат тексту рефератів учнів та визначення відсотку співпадінь (для вчителів);

– демонстрація покрокового розв’язання задач чи використання формул, теорем, понять (для батьків, оскільки в умовах дистанційного та змішаного навчання саме батьки пояснюють та допомагають учням з виконанням домашнього завдання);

– розвиток критичного мислення шляхом аналізу помилкового розв’язку чи доведення (для вчителів та учнів, оскільки така демонстрація навчить критично ставитись до результатів роботи сервісу ШІ, знаходити помилки, а значить краще опанувати навчальний матеріал);

– добір системи завдань за вказаною тематикою (для вчителя, дозволить урізноманітнити та доповнити завдання, що містяться в підручнику);

– добір завдань в яких сервіс ШІ робить помилки (для вчителів, щоб мати змогу оцінити більш широко яких помилок може допускатись учень);

– покрокове обговорення розв’язку найпростіших завдань виконаних сервісом ШІ (для учнів і вчителів, в якості демонстрації неправильного оформлення, пропущених кроків розв’язання, аналізу способів розв’язання, допущених помилок в рубриці «Дано»);

– доступне пояснення навчального матеріалу та добір вдалих прикладів на вказану тему (для батьків та учнів, адже батьки перш ніж допомогти учневі з тим матеріалом, що був незрозумілий мають самостійно згадати тему зі шкільного курсу, при цьому, в доступний спосіб пояснити використовуючи додаткові приклади які відсутні в підручнику).

Слід зауважити, що сервіси ШІ, що за своїм видом є чат-ботами чи мовними моделями не можна прирівнювати до пошукових систем. Вони обробляють звіт в залежності від того, як користувач сформулює свій запит. При цьому, якщо оцінювати результати роботи пошукових систем та сервісів ШІ даного виду, можна помітити, що пошукові системи не завжди пропонують деталізовані результати. Користувачу доводиться самостійно переглядати всі можливі варіанти знайдених матеріалів. Сервіси ШІ (чат-боти, мовні моделі) деталізують відповіді на запит користувача настільки, наскільки це можливо (з використанням їх алгоритмів).

Звичайно, що результати виконання не завжди досконалі і можуть містити помилки. Тому, треба критично ставитись до відповідей згенерованих ШІ (особливо до виконаних завдань).

Розглянемо тепер спеціалізовані сервіси ШІ. Аналізуючи сервіси, що призначенні для використання під час вивчення математичних дисциплін, можна дійти до висновку, що більшість із них платні. Основна частина з них працюють виключно на смартфоні чи планшеті та являють собою додатки для покрокового розв'язку завдань. Завдання можна вводити вручну або сфотографувавши (завантаживши скріншот). При цьому певна кількість таких додатків за допомогою ШІ на фото розрізняють умову записану вручну. Вчителі мають пояснити учням, що подібні додатки, хоча і подають правильний розв'язок, але часто припускаються помилок, оскільки працюють згідно закладених алгоритмів, не зважають в рамках якої теми виконуються дане завдання та в якому класі. Наприклад, такі додатки рівняння рівня 7-го класу можуть розв'язати через диференціювання. Або будуючи графік елементарної функції проводять повне її дослідження з використанням похідної. Окремого аналізу потребує спосіб оформлення покрокового розв'язання (яке не відповідає шкільним вимогам) чи пропущені детальні пояснення з приводу застосування тієї чи іншої формули. Такі додатки можуть бути корисними лише для розгляду окремих випадків завдань, що були не зрозумілими учням. Або для самоперевірки (в розумних межах, оскільки в учнів має бути розвинуте критичне мислення та бажання самостійно розібрати кожен етап розв'язку). Для вчителя корисним буде ознайомитись з подібним видом додатків, щоб з'ясувати для себе принцип їх роботи, помилки яких вони припускаються та набути досвід з приводу розпізнавання записів учнів у виконанні домашніх чи самостійних робіт, які були виконані з використанням сторонніх сервісів.

Якщо ж обрати безкоштовний сервіс ШІ, що полегшить вчителю проведення уроків з математики (алгебри, геометрії), то можна розглянути MyScript (<https://www.myscript.com>). Перевагою даного сервісу є використання на будь-якому пристрої (а не лише смартфоні та планшеті) та принципи роботи відмінні від усіх онлайн-калькуляторів. MyScript можна протиставити Google Jamboard, з тією лише

різницею, що MyScript розпізнає рукописний текст (включаючи формули) та обробляє його в звичний для користувача вигляд [48, 12, 79]. Вказаний сервіс ШІ в першу чергу орієнтований на демонстрацію навчального матеріалу, а не автоматичний розв'язок, що значно полегшить учителю проведення уроку під час синхронного дистанційного навчання. MyScript має три режими використання: розпізнавання математичних записів, розпізнавання тексту та розпізнавання діаграм. На офіційні сторінці наводиться також інформація з приводу додатку MyScript Calculator (який є платним та встановлюється виключно на смартфони та планшети). Але вчитель може цілком обійтись і без нього (хоча принципи роботи схожі на MyScript), за виключенням того, що додаток MyScript Calculator виконує записані завдання та обчислює приклади, вирази. До сервісів ШІ, що можна використати в процесі вивчення математики, відносять і Wolfram Alpha, але в описі сервісу вказано, що лише частково і тільки в окремому інструментарії застосовані елементи ШІ. Взагалі, всі системи комп'ютерної математики, які з часом стали хмарними зараз містять елементи ШІ, однак більшість з них платні.

Якщо для вивчення математики (алгебри, геометрії) наявна певні кількість сервісів, що є платними чи мають обмежений інструментарій для їх використання в освітньому процесі, то сервіси для підтримки вивчення фізики чи хімії практично відсутні (ті, що працюють з використанням алгоритмів ШІ платні). В окремих дослідженнях, науковці радять використовувати не спеціалізовані сервіси, а загальні [48, 12, 79]. Можна припустити, що це пов'язано зі складністю демонстрації фізичних та хімічних процесів, значною кількістю термінології, специфічної символіки та широким спектром завдань за окремими темами.

Особливої уваги заслуговують сервіси, які не можна віднести ні до спеціалізованих ні до загальних. Наприклад, сервіс ШІ Sizzel AI (<https://web.sz1.ai/>), що доступний з будь-якого пристрою (а не лише працює як додаток на смартфоні чи планшеті) та є безкоштовним у використанні. Завдання вводять як запит з клавіатури чи фотографію/зображення. За своєю структурою та принципом роботи даний сервіс більше схожий на ChatGPT, проте як зазначено в описі, його інструментарій орієнтований на допомогу в розв'язанні завдань з фізики, хімії та



математики (до даного переліку ще включають завдання з вивчення мов, але це виходить за рамки поточного дослідження). Sizzel AI не містить специфічного інструментарію та не орієнтований на демонстрацію специфічних понять чи законів з вказаних предметів, що дало б підстави його класифікувати як спеціалізований. Однак, цей сервіс не є загальним, оскільки наводить не просто покроковий розв'язок вказаного завдання, але й дає змогу користувачу певні кроки обчислити самостійно, а потім обрати правильну відповідь (рис. 1). Sizzel AI не можна назвати лише сервісом ШІ для покрокового розв'язування завдань за даним предметом. Адже, одразу весь розв'язок не демонструється на екрані, натомість для учня є можливість обрати одну з декількох варіантів відповідей чи самостійно розв'язати та покроково перевірити правильність. На екрані подаються вказівки (своєрідний план виконання) що треба зробити на тому чи іншому етапі. Сервіс буде корисним для проведення уроків в змішаному та дистанційному форматі, а також як індивідуальний помічник для учнів, яким складно опанувати завдання більш високого рівня.

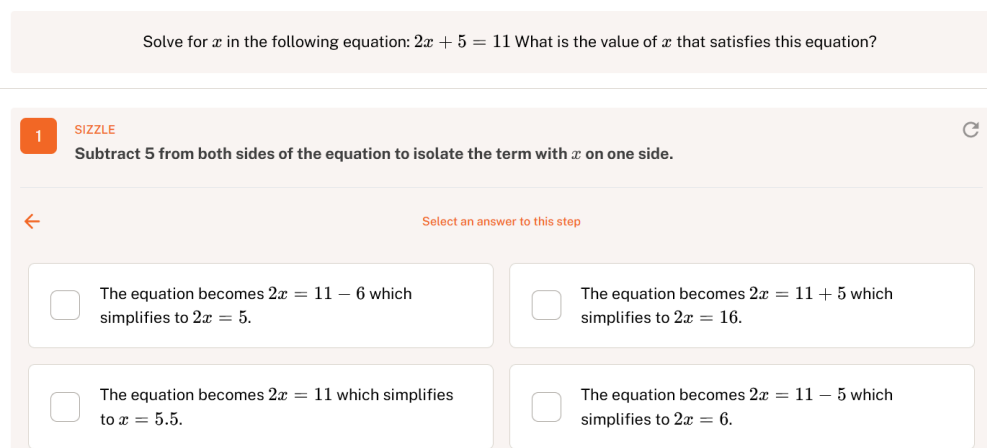


Рис. 1. Приклад покрокового розв'язання рівняння з використанням Sizzel AI

Суттєвою відмінністю в порівнянні з ChatGPT є відсутність локалізації. Однак, в даному випадку, вчитель зможе посилити міжпредметні зв'язки (в першу чергу з англійською мовою та інформатикою).

Для поглибленого вивчення біології для окремих тем можна порадити сервіс ШІ – AlphaFold (<https://alphafold.ebi.ac.uk/>), що є безкоштовним та спеціалізованим. AlphaFold розроблений DeepMind, здатний обчислювально прогнозувати структури білка з безпрецедентною точністю та швидкістю. До складу даного сервісу

включено майже всі занесені в каталог білки, відомі науці. Сервіс ШІ AlphaFold за запитом користувача робить найсучасніші точні прогнози структури білка на основі його амінокислотної послідовності. Користувач може скористатись пошуком, а може обрати одну із запропонованих демонстрацій (рис. 2). Демонстрації є інтерактивними та, з використанням інструментарію, користувач може обрати певний фрагмент, наблизити його, змінити ракурс, включити/виключити ту чи іншу опцію. Для застосування в освітньому процесі вчитель може використати даний сервіс як демонстрацію на уроці, або для опису тієї чи іншої моделі.

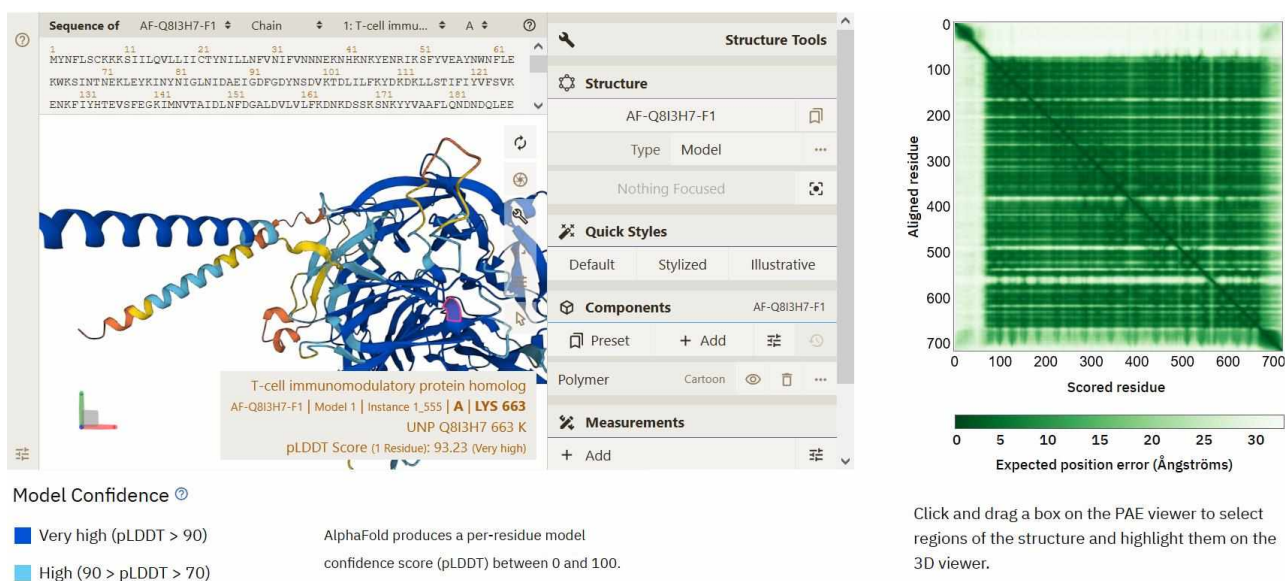


Рис. 2. Демонстрація T-клітинного імуномодуючого білка гомологічного

Інший спосіб застосування AlphaFold – для написання учнівських науково-дослідних робіт (як варіант – детальний опис однієї із запропонованих демонстрацій). Використання подібних спеціалізованих сервісів ШІ на уроках зацікавить учнів до вивчення тієї чи іншої теми, і як результат – до ширшого опанування навчального матеріалу. Подібні спеціалізовані сервіси призначені ще й для посилення міжпредметних зв'язків та глибшого розуміння учнями практичної значущості поточної навчальної теми. Хоча, спеціалізовані сервіси ШІ не завжди розроблялись спеціально для використання в освітньому процесі ЗЗСО, але окремі їх елементи, моделі, можуть бути вдало використані на уроках природничо-математичного циклу.

Добір сервісів досить зручно виконувати скориставшись сайтом Aixploria (<https://www.aixploria.com/en/>). При цьому мова не йде про обмеження виключно спеціалізованими чи загальними сервісами ШІ. Сайт є абсолютно безкоштовним та зручним у використанні. В пошуковому рядку достатньо ввести ключове слово та виконати пошук (ключове слово не обов'язково має бути точною назвою сервісу, можна виконати пошук, наприклад за навчальним предметом). На сайті представлено різноманітні категорії (за якими теж можна виконати добір) та можливість обрати тільки безкоштовні сервіси ШІ (кнопка «Free AI»). Як вказано на сайті даний каталог включає понад 5000 сервісів ШІ (мова йде про загальну кількість безкоштовних, платних та умовно платних). За своєю структурою сайт нагадує картотеку, на ньому розміщено короткий опис кожного сервісу ШІ, мініатюру та посилання на ресурс. Кожен сервіс містить хештег, відповідну категорію та інші плашки для зручності пошуку та сортування (дата розміщення на сайті, рейтинг, чи є безкоштовним/платним).

Проведений аналіз існуючих сервісів ШІ показав, що в наукових дослідженнях переважна більшість науковців пропонує використовувати мовні моделі чи чат-боти (наприклад ChatGPT). Тому, виконуючи добір потенційних сервісів для використання у навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО умовно їх розподілили на дві категорії: загальні та спеціалізовані. Загальні сервіси ШІ набули широкого поширення та можуть використовуватись для організації навчання практично будь-якого предмету. Серед загальних сервісів було виокремлено Gemini, оскільки він має розширений інструментарій в порівнянні з ChatGPT. Ще однією перевагою можна зазначити: безкоштовність. Безкоштовність була одним із головних критеріїв добору. Якщо ж орієнтуватись на специфіку вивчення природничо-математичних предметів, то краще обирати спеціалізовані сервіси (які включають додатковий інструментарій, дані сервіси є вузько направленими та зазвичай можуть використовуватись лише в рамках певного предмету). Тому для математики (алгебри, геометрії) було запропоновано використання: MyScript та Sizzel AI (який рекомендовано також і для фізики та хімії, проте даний сервіс не є строго спеціалізованим). Для вивчення біології розглянули спеціалізований сервіс

ШІ AlphaFold (слід зауважити, що є досить специфічним та вузьконаправленим за тематикою використання). Запропонований добір не є вичерпним, тому для вчителів можна скористатись сайтом Aixploria (<https://www.aixploria.com/>), що допоможе розширити перелік вказаних сервісів згідно їх вимог та поставлених завдань (з урахуванням безкоштовності запропонованих сервісів) [61].

## **6. Gemini як альтернатива ChatGPT в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти**

Роль в освітньому процесі ChatGPT неодноразово обговорювалась та висвітлювалась на численних заходах присвячених використанню ШІ. При цьому більшість чат-ботів, великих мовних моделей, які є не настільки популярними, але в той же час безкоштовними залишається поза увагою як науковців так і освітян. Інші сервіси ШІ залишаються практично не дослідженими, хоча мають більш розширений інструментарій, що може урізноманітнити вивчення нового матеріалу.

Більшість хмарних сервісів як безкоштовних так і платних працюють частково за алгоритмами ШІ. Тому, користувач може і не здогадуватись про те, що має досвід роботи зі ШІ [13]. Переваги використання ШІ в системі освіти, зокрема зображень згенерованих ШІ описано в дослідженні [65]. Поряд з тим існує безліч дискусій з приводу недоліків та загроз використання сервісів ШІ в освіті. Серед основних загроз науковців вбачають дотримання академічної та дослідницької доброчесності [13]. Проте, методично виважене використання ШІ допоможе спростити рутинні завдання. Краще не забороняти використання, а навчити подібні сервіси правильно застосовувати.

Gemini – це велика мовна модель, яка за своїм функціоналом подібна до ChatGPT. Проте, даний сервіс ШІ має дещо розширений інструментарій в порівнянні з іншими чат-ботами (наприклад, наявна можливість обробки зображень та їх добору).

Для того, щоб визначити всі можливі напрямки діяльності в яких буде доречно застосувати Gemini окреслимо основних учасників освітнього процесу в ЗЗСО (рис. 3). Схема, зображена на рис. 3 є дещо узагальненою та конкретизованою на

відміну від класифікаційної схеми, що представлена в роботі [62]. Слід розглянути в першу чергу: батьків, вчителя та учнів. Інші учасники освітнього процесу не враховані, оскільки їх роль у використанні сервісів ШІ досить незначна. При цьому, слід окремо розглядати напрямки діяльності для яких Gemini виступатиме в якості інструменту, в інших – як частина змісту.



Рис. 3. Використання Gemini за напрямками діяльності [62]

В поточному дослідженні зупинимось на таких типах діяльності як: для власної професійної діяльності вчителя та для використання в освітньому процесі (таблиця 1). При цьому один і той же напрямок діяльності може повторюватись для декількох учасників освітнього процесу (наприклад для вчителя та для батьків).

Таблиця 1

### Використання Gemini в освітньому процесі ЗЗСО

Учасники освітнього процесу	Напрямки діяльності	Уточнення, пояснення
Вчителі	Створення структурованого плану уроку з фокусом на визначену тему.	
	Створення або вибір схем, ілюстрацій та зображень відповідно до запиту або теми уроку.	
	Добір застосування набутих знань за відповідною тематикою у повсякденному житті чи для	

	практичних цілей.	
	Розроблення проблемної ситуації відповідно до вказаного запиту.	
	Формулювання альтернативних ідей для методів та засобів презентації навчального матеріалу.	
	Створення нетрадиційних форматів уроків під час вивчення конкретної теми, таких як: робота у групах, мозковий штурм, вікторини та круглі столи, з метою залучення учнів до активної участі.	
	Перевірка текстів рефератів учнів на випадки плагіату та визначення відсотку схожості.	
	Підвищення рівня критичного мислення через аналіз помилкових розв'язків або їх обґрунтування.	Ця демонстрація допоможе розвинути критичне мислення щодо результату роботи штучного інтелекту, виявити помилки та, краще засвоїти навчальний матеріал.
	Відбір завдань відповідно до зазначеної теми.	Сприятиме урізноманітненню та доповненню завдань, що містяться у підручнику.
	Вибір завдань, в яких сервіс штучного інтелекту допускає помилки.	Оцінка та аналіз типових помилок, яких може допускатись учень. Доповнення вже існуючих помилок, згідно існуючого педагогічного досвіду.
	Детальний аналіз етапів розв'язку найпростіших завдань за допомогою сервісу штучного інтелекту.	Демонстрація невірної оформлення, пропущених кроків у розв'язанні, аналіз різних методів розв'язання та виявлення помилок у розділі «Дано».
Батьки	Опис послідовного розв'язку завдань або застосування формул, теорем та понять.	Умови дистанційного та змішаного навчання передбачають, що саме батьки надають пояснення та допомагають учням з виконанням домашніх завдань.
	Доступне пояснення навчального матеріалу та добір вдалих прикладів	Перед тим, як допомогти учневі з

	на вказану тему.	незрозумілим матеріалом, батьки повинні самостійно згадати тему зі шкільного курсу. Потім, доступно пояснити цю тему, використовуючи додаткові приклади, які можуть бути відсутні у підручнику.
Учні	Підвищення рівня критичного мислення через аналіз помилкових розв'язків або їх обґрунтування.	Ця демонстрація допоможе розвинути критичне мислення щодо результату роботи штучного інтелекту, виявити помилки та, краще засвоїти навчальний матеріал.
	Детальний аналіз етапів розв'язку найпростіших завдань за допомогою сервісу штучного інтелекту.	Демонстрація невірної оформлення, пропущених кроків у розв'язанні, аналіз різних методів розв'язання та виявлення помилок у розділі «Дано».
	Доступне пояснення навчального матеріалу та добір вдалих прикладів на вказану тему.	Перед тим, як допомогти учневі з незрозумілим матеріалом, батьки повинні самостійно згадати тему зі шкільного курсу. Потім, доступно пояснити цю тему, використовуючи додаткові приклади, які можуть бути відсутні у підручнику.

Gemini має значний педагогічний потенціал для використання в освітньому процесі ЗЗСО на противагу від ChatGPT. Це забезпечується більш широким інструментарієм, зокрема: можливістю обробки графічних файлів, їх добору та генерацією нових зображень (подібна функція закладена розробниками, але станом на грудень 2024 р. поки не доступна). Крім того, даний сервіс ІІІ містить кнопку Google Пошук, що дає змогу користувачу перевірити правильність згенерованої відповіді. Як показало проведене дослідження значна кількість напрямків діяльності учасників освітнього процесу (батьків, вчителів та учнів) може підтримуватись з використанням Gemini. [60].

## **7. Спеціалізовані сервіси штучного інтелекту Європейської хмари відкритої науки для професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів**

Використання цифрових технологій, зокрема сервісів ШІ для сучасного вчителя є дуже важливим. Особливо актуальною є ця проблема для українських вчителів, які в умовах воєнного стану на території України, викладають онлайн (дистанційне або змішане навчання) [33]. Сервіси ШІ активно застосовуються користувачами усіх верств населення. Зокрема вчителями та учнями. Часто, користувачі навіть не розуміють, що додатки, сервіси чи системи, які вони використовують, працюють за алгоритмами ШІ. Існує багато дискусій з приводу переваг та ризиків використання сервісів ШІ в освітньому процесі. Однак, заборонити використання сервісів ШІ важко, враховуючи швидкий розвиток і вдосконалення функцій ШІ. Тому постає проблема навчити вчителів та учнів продуктивно/ефективно/цілеспрямовано використовувати сервіси ШІ для урізноманітнення та спрощення сприйняття навчального матеріалу. У діяльності вчителя, сервіси ШІ допоможуть автоматизувати виконання формальних та рутинних завдань. Тому, постає проблема у використанні сервісів ШІ, які були б орієнтовані саме на викладання природничо-математичних предметів з урахуванням специфіки та термінології навчального матеріалу.

Актуальність та важливість використання хмарних сервісів Європейської хмари відкритої науки (EOSC) для підвищення кваліфікації вчителів було попередньо досліджено в роботі [28]. EOSC містить потужний інструментарій не лише для наукових спільнот, але й для вчителів. В дослідженні [38] показано використання EOSC у підготовці студентів магістерського рівня з освітніх наук, для цього було розроблено та впроваджено авторський навчальний курс.

У статті [19] подано часткові результати дослідження, проведеного в рамках проекту AI Assistant for Pupils and Teachers. Основна увага зосереджена на підтримці викладання та вивчення математики. Мета проекту – підготувати ШІ-асистента для спілкування з учителями та учнями.



У дослідженні [43] розглядаються можливості ІІІ в освіті фізики та пропонуються дієві рекомендації щодо політики ІІІ. Результати великих мовних моделей часто демонструють нові методи, які відсутні в програмі, надмірну багатослівність і прорахунки в базовій арифметиці. Прикладом такої мовної моделі є ChatGPT.

Науковці [7] виконали запити до ChatGPT з тридцяти хімічних задач у рамках предмету «Вступ до матеріалознавства» та поставили завдання їх розв'язати. Виявилось, що ChatGPT зіткнувся зі значними концептуальними труднощами зі знаннями в різних категоріях.

В статті [22] наведено аналіз результатів дослідження навчання студентів університету за цифровим підручником біології з елементами ІІІ. Підручник об'єднував базу із 5000 понять та алгоритми, що пропонують можливість ставити запитання та отримувати відповіді. Значна кореляція між відповідним навантаженням і доступом до пов'язаних пропонованих запитань, доступних у цьому підручнику, вказує на його орієнтованість на підтримку глибокого навчання.

В даному дослідженні великі мовні моделі ми розглядаємо як загальні сервіси ІІІ.

Аналіз досліджень показав, що переважна більшість науковців в першу чергу перевіряють дієвість великих мовних моделей під час вивчення природничо-математичних предметів. При цьому, спеціалізовані сервіси ІІІ у наукових працях зустрічаються досить рідко.

Розроблення методичних засад використання спеціалізованих сервісів ІІІ EOSC для професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів.

*Загальні сервіси ІІІ* – це сервіси, що не орієнтовані на використання в межах певної галузі науки і можуть бути адаптовані, з методичної точки зору, до використання в повсякденній діяльності. Наприклад: великі мовні моделі, сервіси для генерації зображень та відео, чат-боти тощо.

*Спеціалізовані сервіси ІІІ* – це сервіси, що мають вузьку направленість на конкретну галузь науки, тому містять специфічний інструментарій та враховують закони і процеси характерні лише конкретній галузі науки.

Враховуючи, що більшість вчителів вже використовують сервіси ІІІ, але переважно загальні сервіси ІІІ. Доступних і безкоштовних спеціалізованих сервісів

ШІ дуже мало. При цьому використання спеціалізованих сервісів ШІ в освітньому процесі буде більш корисним, особливо під час вивчення природничо-математичних предметів. Добір безкоштовних спеціалізованих сервісів ШІ можна виконати на порталі EOSC.

Вважаємо, представлені на порталі EOSC є спеціалізованими, оскільки кожен з них було створено для вирішення вузької проблеми певної галузі науки [EOSC About]. Хоча сервіси EOSC створювались для використання науковими спільнотами, однак в попередніх дослідженнях було доведено, що їх можна використовувати і в освітньому процесі ЗЗСО [28]. Як відфільтрувати та визначити конкретні сервіси ШІ, що розміщені на платформі EOSC показано в попередньому дослідженні [62]. Нами було виконано добір спеціалізованих сервісів ШІ для природничо-математичних предметів (таблиця 2).

Таблиця 2

#### Добір спеціалізованих сервісів ШІ EOSC

Предмет	Назва сервісу ШІ	Доступність	Опис
<i>Географія, біологія</i>	AI-GeoSpecies	Open Access	Згідно введення геолокації надає список рослин, що тут зустрічаються.
<i>Географія, біологія</i>	Imaging AI platform for aquatic science	Order Required	Для дослідження водних середовищ: прісноводних та морських.
<i>Біологія</i>	FASTCAT-Cloud: Flexible AI SysTem for CAmera Trap images on the cloud	Open Access	Розпізнавання на графічному зображенні тварин, комах та птахів і встановлення їх назв та видів.

<i>Інформатика, математика (алгебра)</i>	Puhti supercomputer	Order Required	Аналіз, обробка даних та моделювання середнього масштабу.
<i>Фізика, хімія</i>	OpenLab Drilling	Open Access	Відтворення фізичних процесів під час буріння та експлуатації свердловин.
<i>Біологія</i>	AI4Pheno	Open Access	Аналіз зображень у фенологічних дослідженнях. Ручний та автоматичний аналіз.
<i>Географія</i>	AI4GEO Engine	Order Required	Дослідницьке середовище, призначене для спостереження за Землею, дослідження та перетворення геологованих даних.
<i>Біологія</i>	Pl@ntNet Identification Service	Open Access	Ідентифікація назв та видів рослин як за фотографією так і за зображенням в реальному часі.

Слід зауважити, якщо сервіс ШІ має доступність за рівнем «Order Required» він не повністю закритий для використання. Для його застосування в освітніх цілях достатньо звернутись до розробників з відповідним запитом. Ті сервіси, що мають статус «Open Access», можливо, потребують попередньої реєстрації користувача. Але всі сервіси наведені в таблиці 2 є безкоштовними.

Аналіз наявних сервісів ШІ EOSC дає змогу визначити шляхи їх використання [62]:

– для мотивації навчання учнів (демонстрація сервісу ШІ, 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 III EOOSC, як правило демонструють не лише окремий закон чи поняття, а розв'язання комплексної наукової задачі, частини якої можна пов'язати зі змістом певної теми);

– для розвитку критичного мислення учнів (якщо вдало підібрати декілька прикладів для сервісу III, де допускається помилки, то можна пояснити, що не всі результати таких сервісів дають правильну відповідь);

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

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

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

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

– для самостійного використання учнями (під час виконання частини самостійної роботи чи завдання);

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

Відтак, було проаналізовано сервіси III, що розміщені на порталі EOOSC. Оскільки дані сервіси є спеціалізованими та безкоштовними вони мають значний потенціал для використання в освітньому процесі, зокрема, у викладанні природничо-математичних предметів. Було виконано добір спеціалізованих сервісів III з EOOSC та коротко описано їх функціонал. Більшість представлених сервісів орієнтовані на такі предмети як біологія та географія. Це пояснюється незначною кількістю сервісів III на порталі EOOSC. Якщо додатково розглянути ще і ресурси, то

їх кількість збільшиться. Здійснений/зроблений добір спеціалізованих сервісів ШІ з EOOSC в проведеному дослідженні не є вичерпним. Слід зауважити, що окремі сервіси мають статус «Order Required». Це означає, що доступ до них можна отримати попередньо надіславши запит розробникам.

## **8. Рекомендації для вчителів щодо використання сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів**

За результатами опитування Малої академії наук України спільно з Projector Creative & Tech Institute за підтримки Factum Group Ukraine та Міністерства освіти і науки України, які провели дослідження перспектив використання ШІ у шкільній освіті. У вересні та жовтні 2023 року це опитування пройшли 1747 учителів і 1443 учні 8-11 класів. Було з'ясовано, що найпопулярніший сервіс ШІ серед учнів і вчителів – ChatGPT, а другий за популярністю – інструмент від проекту «На Урок». Значно менше обидві аудиторії чули про Grammarly, Gemini (Bard) Google, Midjourney, Notion AI та Stable Diffusion. За результатами цього дослідження, майже всі опитані вчителі чули про сервіси ШІ, зокрема 7 із 10 користувались принаймні одним із них за останні 6 місяців. Загалом 76% учителів щонайменше один раз користувалися ШІ, і для половини з них цей досвід був позитивним. Освітняни зазначили, що за допомогою сервісів ШІ готуються до занять, створюють тести для домашнього завдання, проводять уроки, перевіряють знання учнів. Також ШІ допомагає в позакласній роботі. У кожній другій анкеті вчитель/-ка стверджує: ШІ змінить освітній процес у найближчі роки [59].

Ряд опитувань, які провели наукові співробітники Інституту цифровізації освіти НАПН України у 2023-2024 рр. показали, що вчителі використовують сервіси ШІ переважно для свого професійного розвитку та для підтримки освітнього процесу. При цьому 81,2% опитаних вчителів використовують ШІ і 18,8% не використовують ШІ зовсім. Більшість опитаних вчителів висловили потребу в участі у практико-орієнтованих заходах та науково-методичній підтримці щодо використання ШІ в освіті.

У 2023 році ЮНЕСКО опублікувало чергові рекомендаційні матеріали «Керівництво для генеративного ШІ в освіті та дослідженнях» [29].

Поява ChatGPT наприкінці 2022 року, першого зручного у використанні інструмента генеративного штучного інтелекту (GenAI), доступного широкому загалу, а також поява наступних, досконаліших версій, викликали справжній шок у світі та активізували конкурентські змагання серед великих технологічних компаній за лідерство у розробці моделей GenAI.

Великим занепокоєнням в освітянській спільноті стало побоювання можливе використання ChatGPT та подібних інструментів GenAI студентами/учнями для шахрайства під час виконання завдань, що підірвало б цінність оцінювання, сертифікації та кваліфікації.

Деякі заклади освіти заборонили використання ChatGPT, тоді як інші раділи появі GenAI. Багато шкіл і університетів обрали прогресивний підхід, зазначивши, що потрібно не забороняти студентам/учням і викладачам/вчителям а необхідно допомагати ефективно, етично та прозоро використовувати інструменти GenAI. Цей підхід визнає, що GenAI є широко доступним, з часом лише вдосконалюватиметься і має як певний негативний, так і унікальний позитивний потенціал для освіти. GenAI має безліч можливих застосувань. Він може автоматизувати опрацювання інформації та представлення результатів у різних формах, звільняючи людей від виконання рутинних завдань. Нове покоління інструментів ШІ може мати глибокий вплив на наше розуміння людського інтелекту та навчання. Однак, GenAI також створює численні нагальні проблеми, пов'язані з безпекою, конфіденційністю даних, авторськими правами та маніпуляціями. Деякі з цих ризиків є ширшими, властивими ШІ загалом, але були посилені завдяки GenAI. Наразі важливо, щоб усі ці проблеми та ризики були повністю зрозумілі й вирішені.

Ці рекомендаційні матеріали ЮНЕСКО розроблені для вирішення цієї нагальної потреби. Водночас їх не слід сприймати як твердження, що GenAI є рішенням для всіх проблем у сфері освіти. Незважаючи на перебільшення у ЗМІ, малоімовірно, що GenAI самостійно вирішить будь-які проблеми, з якими стикаються освітні системи у світі. У відповідь на давні освітні проблеми важливо зберігати ідею, що саме людський потенціал і колективна дія, а не технології, є визначальними факторами ефективного вирішення фундаментальних викликів, які постають перед суспільством. Таким чином,

ці рекомендації спрямовані на підтримку планування відповідних регуляторних актів, політик і програм розвитку людського потенціалу, щоб забезпечити, що GenAI стане інструментом, який дійсно приносить користь і розширює можливості викладачів/вчителів, студентів/учнів та дослідників [29].

В Україні у 2024 році Міністерство освіти і науки України разом із Міністерством цифрової трансформації України та робочою групою із 30 фахівців – представників Міністерства освіти і науки України (МОН), наукового середовища, інститутів підвищення кваліфікації, університетів, шкіл і громадського сектору, розробили проєкт інструктивно-методичних рекомендацій щодо запровадження та використання технологій штучного інтелекту в ЗЗСО [72]. Ці рекомендації щодо відповідального використання ШІ є складовою дорожньої карти регулювання ШІ в Україні. Розвиток генеративного ШІ суттєво впливає на процеси навчання, оцінювання та доступу до освіти.

Відповідно до Регламенту ЄС про штучний інтелект (AI Act) [11], використання технологій ШІ в освіті належить до сфери високих ризиків, зокрема, при автоматизованому прийнятті рішень щодо доступу до навчальних закладів. Водночас Регламент підкреслює потенційні економічні та соціальні переваги застосування ШІ в освіті.

Міністерство цифрової трансформації та Міністерство освіти і науки України, спільно з робочою групою, розробили проєкт інструктивно-методичних рекомендацій щодо запровадження та використання технологій ШІ в закладах загальної середньої освіти для визначення підходів до відповідального, етичного та ефективного використання систем ШІ в ЗЗСО.

Метою цих рекомендацій є поширення принципів і підходів до відповідального використання ШІ у загальній середній освіті, забезпечення дотримання прав людини, професійних етичних стандартів та підвищення обізнаності вчителів про можливі ризики. Це сприятиме критичному, ефективному та етичному використанню вчителями систем ШІ.

Рекомендації базуються на актуальних міжнародних практиках. Етичне та відповідальне використання інструментів ШІ покращуватиме практику викладання,

навчальний досвід учнів і гарантуватиме розвиток необхідних для майбутнього навичок в межах етичних стандартів. Водночас вчителі зможуть ефективніше розробляти інноваційні методи викладання [72].

У сучасному освітньому середовищі технології ШІ відіграють ключову роль у підвищенні ефективності навчального процесу та професійного розвитку педагогів. Інтеграція ШІ в освітню практику сприяє персоналізації навчання, автоматизації рутинних завдань та наданню індивідуального зворотного зв'язку.

Проаналізувавши ряд публікацій було виокремлено ряд переваг використання сервісів ШІ для професійного розвитку вчителів:

1. *Персоналізація навчання.* Сервіси ШІ здатні аналізувати індивідуальні потреби педагогів та пропонувати адаптивні навчальні програми. Це дозволяє враховувати рівень підготовки, стиль навчання та професійні інтереси кожного вчителя. Наприклад, адаптивні системи навчання можуть підлаштовувати контент під конкретного користувача, забезпечуючи ефективніше засвоєння матеріалу [48].

2. *Автоматизація рутинних завдань.* Використання ШІ дозволяє автоматизувати процеси оцінювання робіт учнів, планування уроків та підготовки навчальних матеріалів. Це звільняє час педагогів для творчої діяльності та індивідуальної роботи з учнями. Зокрема, інструменти для автоматизованого оцінювання та аналітики освітніх даних сприяють підвищенню ефективності навчального процесу [52].

3. *Підтримка професійного розвитку.* Сервіси ШІ можуть надавати рекомендації щодо підвищення кваліфікації, пропонуючи відповідні курси, семінари та тренінги. Також вони сприяють створенню спільнот для обміну досвідом та знаннями між педагогами. Наприклад, використання технологій з елементами ШІ в професійному розвитку вчителів сприяє формуванню цифрової компетентності та адаптації до сучасних освітніх тенденцій [79].

4. *Аналітика та зворотний зв'язок.* ШІ здатен аналізувати результати навчання та надавати детальний зворотний зв'язок, що допомагає педагогам виявляти сильні та слабкі сторони у своїй діяльності та коригувати методи викладання. Зокрема, використання ШІ в оцінюванні учнів дозволяє автоматизувати аналіз та оцінювання робіт, підвищуючи об'єктивність та ефективність процесу [53].







Попри численні переваги, інтеграція ІІІ в освіту потребує уваги до етичних питань, таких як конфіденційність даних, прозорість алгоритмів та уникнення упередженості. Важливо забезпечити, щоб використання ІІІ відповідало принципам академічної доброчесності та сприяло розвитку критичного мислення у педагогів [70].

Було з'ясовано, що як в Україні так і закордоном у освітньому процесі закладів освіти використовуються різні сервіси ІІІ у навчанні. Добір і використання сервісів ІІІ залежить від багатьох чинників, таких як: *вікові особливості учнів, різні навчальні предмети/дисципліни, доступність учасників освітнього процесу до сервісів ІІІ, рівень впровадження ІІІ в закладах освіти* (пов'язано з науково-методичним забезпеченням та матеріально-технічною базою закладу освіти).




У таблиці 3 визначені сервіси ІІІ (з елементами ІІІ) які рекомендуються для вчителів у навчанні природничо-математичних предметів. Ці сервіси мають безкоштовний або частково безкоштовний доступ до роботи з ними.

Таблиця 3

### Сервіси ІІІ які рекомендуються для вчителів у навчанні природничо-математичних предметів

Назва	Характеристика	Доступ
 ChatGPT	<i>ChatGPT</i> – це мовна модель ІІІ, яка створена щоб відповідати на запитання, допомагати у вирішенні завдань, генерувати тексти, писати коди програм, надавати поради та виконувати багато інших функцій.	безкоштовно/ розширені опції платні
 Gemini	<i>Gemini</i> – це мовна модель ІІІ від Google, яка відкриває нові можливості для навчання, зокрема, природничо-математичних предметів.	безкоштовно/ розширені опції платні
 Khan Academy	<i>Khan Academy</i> – онлайн-платформа (з елементами ІІІ) з навчальними матеріалами з математики, природничих наук та інших предметів.	безкоштовно
 Prometheus	<i>Prometheus</i> – українська онлайн-платформа (з елементами ІІІ) з курсами з різних предметів, включаючи математику, природничі науки та програмування.	безкоштовні та платні курси

Назва	Характеристика	Доступ
	<i>LearningApps.org</i> – платформа (з елементами III) для створення інтерактивних вправ.	безкоштовно
	<i>GeoGebra</i> – це динамічне математичне програмне забезпечення (з елементами III), яке широко використовується для навчання та дослідження в галузі математики.	безкоштовно
	<i>Photomath</i> – мобільний додаток (з елементами III), що використовує III для розпізнавання та вирішення математичних задач.	безкоштовно/ розширені опції платні
	<i>Wolfram Alpha</i> – потужний інструмент для вирішення математичних завдань, фізики, хімії та інших наукових питань.	безкоштовно/ розширені опції платні
	<i>Google Teachable Machine</i> – це онлайн-платформа, який дозволяє створювати власні моделі машинного навчання без необхідності глибоких знань в програмуванні.	безкоштовно
	<i>Brainly</i> – онлайн-платформа (з елементами III), де учні можуть ставити запитання та отримувати відповіді від інших учнів та експертів.	безкоштовно/ розширені опції платні
	<i>Labster</i> – онлайн-платформа (з елементами III) віртуальних лабораторій та інтерактивної науки, яка надає доступ до понад 300 симуляцій з різних наукових дисциплін, зокрема, таких як біологія, хімія, фізика та ін.	безкоштовно/ розширені опції платні
	<i>Kahoot!</i> – онлайн-платформа (з елементами III) для створення та проведення вікторин.	безкоштовно/ розширені опції платні
	<i>Quizizz</i> – онлайн-платформа (з елементами III) для створення та проведення вікторин.	безкоштовно/ розширені опції платні
	<i>Blooket</i> – онлайн-платформа (з елементами III) для створення та проведення вікторин з використанням	безкоштовно/ розширені опції

Назва	Характеристика	Доступ
	ігрових елементів.	платні
	<i>Nearpod</i> – онлайн-платформа для створення інтерактивних уроків.	безкоштовно/ розширені опції платні
	<i>Slidesgo</i> – онлайн-платформа (з елементами III) для створення презентацій, планів інтерактивних уроків та вікторин.	безкоштовно/ розширені опції платні
	<i>Gamma</i> – онлайн-платформа для створення презентацій.	безкоштовно/ розширені опції платні

Тож, розглянемо детальніше можливості цих сервісів для навчання природничо-математичних предметів.

*ChatGPT* має великий функціонал, зокрема, може допомогти у вивченні природничо-математичних предметів. До прикладу: *математика* (розв'язання математичних задач, розв'язання рівнянь, інтегралів, диференціалів, створення нових завдань для практики, зокрема задач на обчислення алгебра або геометрія, побудова і роз'яснення концепцій графіків, координат, симетрії та інших геометричних понять тощо); *фізика* (пояснення законів фізики, допомога у виконанні розрахунків, пов'язаних з механікою, кінематикою, електростатикою, моделювання сценаріїв, що дозволяють зрозуміти концепції через практичні приклади тощо); *хімія* (роз'яснення хімічних реакцій, понять валентності, будови атомів і молекул, допомога з розрахунками з молярними масами, стехіометрією, концентрацією розчинів тощо); *біологія* (пояснення біологічних процесів та складних тем тощо); *географія* (відповіді на запитання про природні ресурси, кліматичні зони або географічні процеси, пояснення роботи природних явищ, наприклад, вулканів або водних циклів тощо); *інформатика* (пояснення складних понять, надання прикладів, створення алгоритмів, дебагування кодів тощо).

*ChatGPT* також може допомогти у створенні текстів та вправ (класна та домашня робота, тестування, практичні завдання, перевірка відповідей тощо).

Робота з мовою допоможе як учням так і вчителям розібратися з переклад наукових текстів або термінів різними мовами [5].

**Gemini** – це мовна модель ІІІ від Google, яка відкриває значні можливості для навчання, зокрема, природничо-математичних предметів. Gemini також як і ChatGPT має широкий спектр можливостей тих же можливостей, але Gemini більше орієнтований на український освітній простір та у безкоштовній версії є можливість генерувати зображення [15].

**Khan Academy** інтегрує ІІІ у свої освітні онлайн-платформи. У березні 2023 року організація представила *Khanmigo* – чат-бот на основі GPT-4, розроблений для підтримки користувачів у вивченні математики, природничих наук, гуманітарних дисциплін та програмування. Khanmigo надає можливість взаємодіяти з історичними постатями та отримувати допомогу в навчанні цих предметів. Крім того, Khan Academy пропонує курс «Штучний інтелект в освіті», який надає вчителям уявлення про впровадження ІІІ у навчальні практики. Це свідчить про прагнення організації використовувати сучасні технології для покращення освітнього процесу. Таким чином, Khan Academy активно використовує сервіси ІІІ для персоналізації та підвищення ефективності навчання [21].

**Prometheus** – найбільша українська платформа онлайн-курсів (з елементами ІІІ), яка надає безкоштовний доступ до якісної освіти. Для учнів, зацікавлених у природничо-математичних дисциплінах, платформа пропонує низку курсів, що сприяють глибшому розумінню цих предметів та розвитку відповідних навичок. Також Prometheus є найбільшою онлайн-платформою для професійного розвитку в Україні, таким чином цей сервіс є цікавим як для вчителів так і для учнів [36].

**LearningApps.org** – це онлайн-платформа, що дозволяє створювати та використовувати інтерактивні вправи для підтримки навчання та викладання. Він пропонує широкий спектр інструментів, які можуть бути ефективно застосовані у вивченні природничо-математичних предметів. LearningApps.org для природничо-математичних дисциплін надає шаблони для створення вправ, таких як кросворди, вікторини, класифікації, відповідності та інші, що дозволяє адаптувати матеріал під конкретні навчальні цілі. На платформі доступна велика кількість вже створених

вправ з математики, фізики, хімії, біології та географії, які можна використовувати без додаткової підготовки [24].

**GeoGebra** – це динамічне математичне програмне забезпечення, яке широко використовується для навчання та дослідження в галузі математики. Воно дозволяє створювати інтерактивні геометричні побудови, графіки функцій, виконувати чисельні обчислення та багато іншого. GeoGebra використовує елементи ШІ [16].

**Photomath** – це мобільний додаток, який перетворює смартфон на інструмент для вивчення математики. Завдяки своїй здатності розпізнавати рукописні та друковані математичні вирази, Photomath допомагає учням швидко отримувати детальні розв'язки задач і глибше розуміти математичні концепції. До прикладу за допомогою Photomath можна відсканувати математичну задачу, написану на папері або на екрані, додаток розпізнає дані автоамтично, проаналізує і надає різні методи розв'язання задачі. Для задач з функціями додаток будує графіки, це допомагає візуально уявити задачу. Кожен крок розв'язання супроводжується детальним поясненням, що допомагає зрозуміти логіку розв'язання.

Також Photomath може допомогти у вирішенні не тільки математичних задач а і для фізики (розв'язання задач з кінематики, динаміки, термодинаміки тощо), для хімії (розрахунок молярної маси, концентрації розчинів та інших хімічних величин), біології (розв'язання задач з генетики, екології та інших біологічних дисциплін, які вимагають математичних обчислень тощо) [35].

**Wolfram Alpha** – інструмент для вирішення математичних завдань, фізики, хімії та інших наукових питань. Він також забезпечує автоматичне генерування кроків вирішення завдань, що допомагає учням краще зрозуміти концепції. Wolfram Alpha має елементи ШІ. Це одна з великих комп'ютерних систем, що використовує ШІ для обробки великих обсягів даних і надання відповідей на широкий спектр запитів.

Wolfram Alpha здатна розуміти складні запити, поставлені природною мовою, і інтерпретувати їх для виконання обчислень, має доступ до величезної бази знань, що охоплює різноманітні сфери, від математики та фізики до історії та географії, ШІ використовується для ефективного пошуку та аналізу інформації в цій базі, може виконувати складні математичні обчислення, використовуючи символи, а не тільки

числові значення, може генерувати детальні звіти, що містять графіки, таблиці та пояснення, використовує алгоритми машинного навчання, які дозволяють системі самостійно навчатися на нових даних.

Wolfram Alpha може допомогти учням розв'язувати складні математичні задачі, показуючи покрокові рішення, створювати різноманітні графіки та діаграми, що допомагають візуалізувати математичні концепції, може бути використана як інструмент для самостійного вивчення нових тем, надаючи детальну інформацію та приклади і для перевірки своїх розв'язків і виявлення помилок [42].

**Google Teachable Machine** – інструмент для створення моделей машинного навчання, що допомагає учням зрозуміти основи ШІ. До прикладу, учні можуть створювати класифікатори для розпізнавання зображень або звуків. Google Teachable Machine – це веб-інструмент, що дозволяє користувачам без спеціальних знань у програмуванні створювати моделі машинного навчання для розпізнавання зображень, звуків та поз. Він надає можливість швидко та легко навчати комп'ютер розпізнавати власні дані та експортувати створені моделі для використання на вебсайтах, у додатках та інших проєктах.

Google Teachable Machine є доступним інструментом для користувачів в Україні, що дозволяє легко створювати моделі машинного навчання без глибоких технічних знань. Хоча інтерфейс не підтримує українську мову, платформа може бути ефективно використана в освітньому процесі для розвитку навичок роботи з сучасними технологіями [17].

**Brainly** – популярна онлайн-платформа (з елементами ШІ) для навчання та спілкування, де учні можуть задавати питання з різних предметів і отримувати відповіді від інших користувачів. Brainly є чудовим ресурсом для пошуку відповідей на домашні завдання, підготовки до іспитів тощо, якщо учень застряг на якомусь питанні, за допомогою користувачів Brainly можна отримати допомогу від інших учнів або навіть вчителів [3].

**Labster** – це онлайн-платформа віртуальних лабораторій, яка надає учням ЗСО унікальні можливості для вивчення природничих наук. Завдяки інтерактивним 3D-симуляціям, учні можуть проводити експерименти та дослідження в безпечному та

доступному віртуальному середовищі. Labster – платформа для віртуальних лабораторій, що дозволяє учням проводити експерименти з біології, хімії та фізики в безпечному онлайн-середовищі [23].

**Kahoot!** – онлайн-платформа для створення та проведення вікторин, яка використовує елементи ІІІ. Хоча це не є основною функцією платформи, ІІІ відіграє важливу роль у різних аспектах її роботи, до прикладу: ІІІ може аналізувати дані про користувачів, такі як їхні відповіді на запитання, темпи навчання та інтереси, щоб створювати більш персоналізовані навчальні досвіди; ІІІ може змінювати складність запитань в реальному часі, адаптуючи їх до рівня знань кожного учасника; ІІІ може аналізувати великі обсяги даних, зібраних під час гри, щоб виявляти тенденції, визначати сильні та слабкі сторони учасників, а також оцінювати ефективність навчальних матеріалів; деякі функції Kahoot! можуть використовувати ІІІ для автоматичного створення деяких типів контенту, наприклад, запитань або тестів [20].

**Quizizz** – це онлайн-платформа для створення і проведення вікторин, яка перетворює навчання на захопливу гру. Це інструмент використовується вчителями, та учнями для перевірки знань, закріплення матеріалу та просто для того, щоб зробити навчання цікавішим [37].

**Blooket** – це онлайн-платформа для створення та проведення інтерактивних ігрових вікторин, що сприяє активному навчанню. Вона використовується вчителями для залучення учнів до навчального процесу через ігрові техніки. Платформа підходить для різних вікових груп і предметів [2].

**Nearpod** – це популярна онлайн-платформа, яка дозволяє створювати інтерактивні уроки та презентації, що робить навчання цікавим та ефективним. Вона дозволяє створювати базові уроки, додавати до них різноманітний контент (текст, зображення, відео) та проводити прості інтерактивні активності. Це чудовий варіант для вчителів, які хочуть спробувати нові методи навчання або учнів, які хочуть створювати власні навчальні матеріали [31].

**Slidesgo** – це онлайн-платформа, яка пропонує величезну колекцію безкоштовних шаблонів для Google Slides та Microsoft PowerPoint. Цей ресурс може бути цікавим для всіх, хто хоче створити професійні та привабливі презентації, не

витрачаючи багато часу на їх дизайн. Також Slidesgo за допомогою ШІ може створювати плани уроків та цікаві вікторини [39].

*Gamma* – це онлайн-платформа, яка використовує ШІ для автоматизації створення презентацій. Завдяки цьому інструменту ви можете створити професійні та привабливі слайди всього за кілька секунд [14].

Для роботи з переліченими вище сервісами ШІ (з елементами ШІ) є потреба у попередній авторизації або реєстрації користувача.

Під час добору і використання сервісів ШІ (з елементами ШІ) важливо наголосити на тому що:

- використання сервісів ШІ у навчанні має бути інклюзивним та доступним для всіх учнів відповідно до їх фізіологічних особливостей і потреб;

- сервіси ШІ є лише помічниками для вчителя і учня, проте основні знання, уміння і навички мають формуватися переважно через класну та самостійну роботу і глибоке занурення в матеріал;

- навчання учнів дотримуватися правил доброчесності та етичного використання ШІ у процесі навчання;

- вчитель має залишатися ключовою фігурою в освітньому процесі, забезпечуючи підтримку, мотивацію і супровід учнів.

Сервіси ШІ відкривають широкі можливості для професійного розвитку педагогічних кадрів, сприяючи підвищенню ефективності навчального процесу та адаптації до сучасних освітніх викликів. Однак їх впровадження повинно супроводжуватися усвідомленням етичних аспектів та забезпеченням відповідної підготовки педагогів до роботи з новими технологіями.

У проєкті інструктивно-методичних рекомендації щодо запровадження та використання технологій ШІ в закладах загальної середньої освіти [72] визначені основні принципи відповідального використання систем ШІ у загальній середній освіті, які базуються на відповідальному використанні систем ШІ у загальній середній освіті передбачає дотримання принципів, які сприяють справедливому, етичному, безпечному та продуктивному використанню цих технологій. Основними засадами при використанні систем ШІ у загальній середній освіті є:



### *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 забезпечують 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 пом'якшення);

– 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 ІІІ має сприяти досягненню навчальних цілей, підвищенню якості освіти);
- субсидіарність (ІІІ має бути допоміжним, не єдиним інструментом та джерелом навчальної інформації в освітньому процесі);
- практичне використання (системи ІІІ слід використовувати як помічника в навчанні з дотриманням правил академічної доброчесності).

Виховання відповідального ставлення до систем ІІІ, зокрема генеративного ІІІ, серед учнів – важливе завдання вчителя. Пропагування цінностей чесності, критичного мислення та оригінальності, а також забезпечення належного рівня ІІІ-грамотності як серед педагогів, так і серед учнів є необхідними умовами успішного впровадження ІІІ в освітній процес [72].

Сервіси ІІІ можуть значно збагатити освітній процес, зробивши його більш індивідуалізованим та цікавим для учнів. Однак їх використання має бути обдуманим і відповідальним. Важливо пам'ятати, що ІІІ – це лише інструмент, який допомагає досягати освітніх цілей. Вчитель залишається головним організатором навчального процесу, який забезпечує мотивацію, підтримку учнів та контролює якість знань. При цьому необхідно дотримуватися принципів інклюзивності, доступності та етичності при використанні сервісів ІІІ.

Визначені сервіси ІІІ (з елементами ІІІ) які рекомендуються до використання вчителями у навчанні природничо-математичних предметів такі як: ChatGPT, Gemini, Khan Academy, Prometheus, LearningApps.org, GeoGebra, Photomath, Wolfram Alpha, Google Teachable Machine, Brainly, Labster, Kahoot!, Quizizz, Blooket, Nearpod, Slidesgo, Gamma, зможуть розширити функціонал сучасного вчителя природничо-математичних предметів [55].

## Висновки

Проведене у 2024 р. молодими вченими Інституту цифровізації освіти НАПН України (В. В. Коваленко і М. В. Мар'єнко) наукове дослідження «Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти» (ДР 0124U001462) дало змогу отримати такі результати:

1. Досліджено підходи до визначення понять: «штучний інтелект», «штучний розум», «сервіс штучного інтелекту» та уточнено зміст основних понять «штучний інтелект», «сервіси штучного інтелекту».

Отже, 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 [78].

Якщо з приводу визначення поняття «штучний інтелект» більшість науковців мають досить певну точку зору, то поняття «сервіс штучного інтелекту» подається описово та наводяться конкретні приклади. Тому надамо наступне визначення: *сервіси штучного інтелекту* – це сервіси, пов'язані з наданням користувачу певного інструментарію, що працює за одним з алгоритмів штучного інтелекту за конкретним запитом [56].

2. Здійснено аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО, зокрема у Сполучених Штатах Америки, Китаю, країн Європи (Франція, Німеччина, Італія).

Вітчизняний досвід було досліджено за такими напрямками: дослідження спрямовані на використання ШІ в закладах освіти, використання ШІ для навчання учнів природничо-математичних предметів у ЗЗСО, проблема професійного розвитку вчителів природничої та математичної галузей з використання ШІ.

Закордонний досвід досліджувався за двома напрямками: використання ІІІ в шкільній освіті та використання ІІІ в шкільній освіті у навчанні учнів природничо-математичних предметів.

Здійснений аналіз закордонного досвіду показує, що використання сервісів ІІІ може допомогти в покращенні результатів навчання, підвищенні мотивації учнів, розвитку критичного мислення та творчих навичок.

3. Розроблено і обґрунтовано методичні засади використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.

У нашому дослідженні методичні засади використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти, складаються з таких компонентів:

1. *Методи навчання природничо-математичних предметів із використанням ІІІ.* Серед відібраних методів: методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності (опис явищ, подій, процесів, роз'яснення причинно-наслідкових зав'язків тощо), методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності (створення проблемних ситуацій, організація змагань, заохочення тощо), методи контролю і самоконтролю навчально-пізнавальної діяльності (контроль та самоконтроль).

2. *Форми навчання природничо-математичних предметів із використанням ІІІ.* Серед форм навчання виділяємо: індивідуальну траєкторію навчання (організація самостійної роботи, адаптивне тестування, роботи-тьютори тощо) та індивідуально-групову траєкторію навчання (інтерактивне навчання: вікторини, рольові ігри, симуляції, тренінгові заняття тощо).

3. *Засоби навчання:* До засобів навчання відносимо сервіси ІІІ по дисциплінам природничо-математичного циклу, комп'ютери, ноутбуки, смартфони, смарт-дошки, доступ до мережі Інтернет, програмне забезпечення ЗЗСО.

Добір сервісів ІІІ здійснено за двома основними критеріями: безкоштовність та специфіка навчальних предметів. Для зручності сервіси ІІІ було класифіковано на загальні та спеціалізовані. Зроблено акцент на спеціалізованих сервісах, оскільки

вони є вузькоспрямованими та враховують специфіку кожного окремого предмету (з додатковим інструментарієм, що полегшує вивчення окремих тем шкільного курсу).

4. Розроблено і укладено методичні рекомендації для вчителів природничо-математичних предметів: «Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти». У методичних рекомендаціях розкрито актуальність проблеми використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти, досліджено понятійний апарат проблеми використання вчителями сервісів штучного інтелекту, здійснено аналіз вітчизняного і закордонного досвіду використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти, визначено роль штучного інтелекту у процесі професійного розвитку вчителя, описано процес проєктування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту, здійснено добір сервісів штучного інтелекту для використання у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти, описано функції Gemini як альтернативи ChatGPT в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти, дібрано спеціалізовані сервіси штучного інтелекту EOSC для професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів, надано практичні рекомендації для вчителів щодо використання сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів.

5. В межах договорів про співпрацю з закладами загальної середньої освіти та післядипломної педагогічної освіти відбулося впровадження результатів наукового дослідження.

У 2024 році виконавицями наукового дослідження було проведено опитування 226 вчителів природничо-математичних предметів. Результати проведеного опитування щодо використання інструментів ШІ в освітній діяльності і професійному розвитку вчителів дають підстави стверджувати, що значна частина респондентів використовує ШІ лише для професійного розвитку (34 % опитаних); 13 % (117 вчителів) відповіли, що використовують ШІ лише в освітньому процесі, а

35 % – одночасно для професійного розвитку та в освітньому процесі. 16 % відповіли, що взагалі не використовують ШІ в освітніх цілях. Тобто існує проблема в ознайомленні вчителів з перевагами сервісів ШІ, зокрема з широким спектром їх використання в освітньому процесі. Одержані результати свідчать про низьку обізнаність українських вчителів з сервісами ШІ. Існують проблеми при доборі сервісів ШІ для конкретних предметів природничо-математичного циклу та до поставлених завдань. Більшість вчителів використовують виключно ChatGPT, що має досить обмежені можливості для потреб освітнього процесу, зокрема, для навчання предметів природничо-математичного циклу.

Виконавцями організовано і проведено навчальний майстер-клас щодо використання інструментів ШІ в освітній діяльності і професійному розвитку вчителів (109 вчителів природничо-математичних предметів).

Здобуті результати дослідження знайшли відображення у 8 наукових працях, зокрема, 3 – статі у наукових фахових виданнях України; 4 тези доповідей; 1 – методичні рекомендації.

Результати дослідження апробовано на 7 науково-практичних заходах: конференції – 3, семінар – 1, майстер-клас – 1, круглий стіл – 1, виставка – 1.

## Список використаних джерел

1. Artificial Intelligence, Artificial Teachers and the Fate of Learners in the 21st Century Education Sector : Implications for Theory and Practice / Ikedinachi Ayodele Power Wogu, Sanjay Misra, Esther Fadeke Olu-Owolabi, Patrick A. Assibong, Oluwakemi D. Udoh // *International Journal of Pure and Applied Mathematics*. 2018. Т. 119. № 16. С. 2245–2259. URL: <http://www.acadpubl.eu/hub/> (дата звернення: 14.11.2024).
2. Blooket. URL: <https://www.blooket.com/> (дата звернення: 14.11.2024).
3. Brainly. URL: <https://brainly.com/> (дата звернення: 14.11.2024).
4. 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: 12.10.2024).
5. ChatGPT. URL: <https://chatgpt.com/> (дата звернення: 14.11.2024).
6. Chen X., Zou D., Xie H., Cheng G., Liu C. Two Decades of Artificial Intelligence in Education // *Educational Technology & Society*. 2022. Vol. 25. No. 1. Pp. 28–47. URL: <https://www.jstor.org/stable/48647028> (дата звернення: 14.11.2024).
7. Daher, W., Diab, H., Rayan, A. Artificial Intelligence Generative Tools and Conceptual Knowledge in Problem Solving in Chemistry // *Information*. 2023. Vol. 14. No. 7. P. 409. DOI: <https://doi.org/10.3390/info14070409>.
8. de Morais F., Jaques P. A. Does handwriting impact learning on math tutoring systems? // *Informatics in Education*. 2022. Vol. 21. Issue 1. P. 55–90. DOI: <https://doi.org/10.15388/infedu.2022.03>.
9. Determining middle school students' perceptions of the concept of artificial intelligence : A metaphor analysis / Kadir Demir, Gür Emre Güraksın // *Participatory Educational Research (PER)*. 2022. Vol. 9. No. 2. Pp. 297–312. URL: <http://dx.doi.org/10.17275/per.22.41.9.2> (дата звернення: 14.11.2024).
10. EOSC About. URL: <https://eosc-portal.eu/about> (дата звернення: 22.10.2024).
11. European Commission. AI Act. 2024. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai> (дата звернення: 14.11.2024).

12. Exploring the potential of using ChatGPT in physics education / Y. Liang, D. Zou, H. Xie, Wang F. L. // *Smart Learning Environments*. 2023. Vol. 10. P. 52. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00273-7>.
13. 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 // *International Journal for Educational Integrity*. 2023. Т. 19. С. 12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40979-023-00133-4>.
14. Gamma. URL: <https://gamma.app/> (дата звернення: 14.11.2024).
15. Gemini. URL: <https://gemini.google.com/> (дата звернення: 14.11.2024).
16. GeoGebra. URL: <https://www.geogebra.org/> (дата звернення: 14.11.2024).
17. Google Teachable Machine. URL: <https://teachablemachine.withgoogle.com/> (дата звернення: 14.11.2024).
18. International Forum on AI and Education Steering AI to Empower Teachers and Transform Teaching / UNESCO. 2022. URL: <https://aiedforum.org/#/home> (дата звернення: 14.11.2024).
19. Jančařík, A., Jarmila, N., Michal, J. Artificial Intelligence Assistant for Mathematics Education // In: Fotaris, P., Blake, A. (eds.) *ECEL 2022, 21*. Academic Conferences International Limited, UK, 2022. P. 143–148. DOI: <https://doi.org/10.34190/ecel.21.1.783>.
20. Kahoot! URL: <https://kahoot.com/> (дата звернення: 14.11.2024).
21. Khan Academy. URL: <https://www.khanacademy.org/> (дата звернення: 14.11.2024).
22. Koć-Januchta, M. M., Schönborn, K. J., Roehrig, C., Chaudhri, V. K., Tibell, L. A. E., Heller, H. C. Connecting concepts helps put main ideas together: cognitive load and usability in learning biology with an AI-enriched textbook // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2022. Vol. 19. P. 11. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00317-3>.
23. Labster. URL: <https://www.labster.com/> (дата звернення: 14.11.2024).
24. LearningApps.org. URL: <https://learningapps.org/> (дата звернення: 14.11.2024).



25. LLMs' Capabilities at the High School Level in Chemistry: Cases of ChatGPT and Microsoft Bing Chat / D. Xuan-Quy et al. // *ChemRxiv*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2023-kxxpd>.
26. 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.
27. Marienko M. V., Semerikov S. O., Markova O. M. Artificial intelligence literacy in secondary education : methodological approaches and challenges // In *Proceedings of the 11th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2023), Kryvyi Rih, Ukraine, December 22, 2023*. Vol. 3679. Pp. 87–97. CEUR Workshop Proceedings. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3679/> (дата звернення: 14.11.2024).
28. Marienko, M., Shyshkina, M. The Design and Implementation of the Cloud-Based System of Open Science for Teachers' Training // In: Auer, M. E., Pachatz, W., Rüttmann, T. (eds.) *ICL 2022 : Learning in the Age of Digital and Green Transition. LNNS*. Vol. 633. Springer, Cham, 2023. P. 337–344. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-26876-2\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-031-26876-2_31).
29. Miao Fengchun, Holmes Wayne. *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO, 2023. 44 p. URL: <https://doi.org/10.54675/EWZM9535> (дата звернення: 14.11.2024).
30. Nazaretsky T., Ariely M., Cukurova M., Alexandron G. Teachers' trust in AI-powered educational technology and a professional development program to improve it // *British Journal of Educational Technology*. 2022. Vol. 53. Issue 4. Pp. 914–931. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.13232>.
31. Nearpod. URL: <https://nearpod.com/> (дата звернення: 14.11.2024).
32. Ouyang F., Jiao P. Artificial intelligence in education : The three paradigms // *Computers and Education : Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 2. P. 100020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>.
33. Ovcharuk, O. The Development of the Ukrainian Teachers' Digital Competence in the Context of the Lifelong Learning in the Conditions of War // In: Auer, M. E.,

Cukierman, U. R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds.) *ICL 2023. LNNS*. Vol. 899. Springer, Cham, 2024. P. 239–246. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_25).

34. Perera P., Lankathilaka M. Preparing to Revolutionize Education with the Multi-Model GenAI Tool Google Gemini? A Journey towards Effective Policy Making // *Journal of Advances in Education and Philosophy*. 2023. Vol. 7. No. 8. Pp. 246–253. DOI: <https://doi.org/10.36348/jaep.2023.v07i08.001>.

35. Photomath. URL: <https://photomath.com/> (дата звернення: 14.11.2024).

36. Prometheus. URL: [https://prometheus.org.ua/prometheus-free/how-to-learn/?utm\\_source=chatgpt.com](https://prometheus.org.ua/prometheus-free/how-to-learn/?utm_source=chatgpt.com) (дата звернення: 14.11.2024).

37. Quizizz. URL: <https://quizizz.com/> (дата звернення: 14.11.2024).

38. Shyshkina, M. The Methodology for Using the Cloud-Based Open Science Systems in Higher Education Institutions // In : Auer, M. E., Cukierman, U. R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds.) *ICL 2023. LNNS*. Vol. 899. Springer, Cham, 2024. P. 287–294. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_30).

39. Slidesgo. URL: <https://slidesgo.com/> (дата звернення: 14.11.2024).

40. Teachers' readiness and intention to teach artificial intelligence in schools / Musa Adekunle Ayanwale, Ismaila Temitayo Sanusi, Owolabi Paul Adelana, Kehinde D. Aruleba, Solomon Sunday Oyelere // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2022. No. 3. P. 100099. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100099>.

41. The Role Of Artificial Intelligence (AI) At School Learning / Aristanto, Eka Supriatna, Hanna Maria Panggabean, Eka Apriyanti, Hartini, Nur Indah Sari, Wahyu Kurniawati // *Consilium : Education and Counseling Journal*. 2023. Vol. 3. No. 2. Pp. 64–71. DOI: <https://doi.org/10.36841/consilium.v3i2.3437>.

42. Wolfram Alpha. URL: <https://www.wolframalpha.com/> (дата звернення: 14.11.2024).

43. Yeadon, W., Hardy, T. The impact of AI in physics education: a comprehensive review from GCSE to university levels // *Physics Education*. 2024. Vol. 59. P. 025010. DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad1fa2>.

44. Баранов О. А. Визначення терміну “штучний інтелект” // *Інформація і право*. 2023. № 1 (44). С. 32–49.

45. В Україні 60% учнів уже використовували сервіси ШІ для підготовки домашнього завдання, а 40% - у роботі на уроках // *Інтерфакс-Україна*. 2023. URL: <https://interfax.com.ua/news/general/955459.html> (дата звернення: 12.10.2024).
46. Васильківський М. В., Варгатюк Г. Л., Болдирева О. С. Дослідження архітектури штучного інтелекту для інфокомунікаційних мереж 6G // *ВОТТІ*. 2022. Вип. 4. С. 62–70.
47. Використання штучного інтелекту у вищій освіті / І. Драч та ін. // *Міжнародний науковий журнал «Університети і лідерство»*. 2023. № 15. С. 66–82. DOI: <https://doi.org/10.31874/2520-6702-2023-15-66-82>.
48. Воротникова І. П. Професійний розвиток вчителів природничої та математичної галузей з використання штучного інтелекту // *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2023. № 15. С. 18–34. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2023.152>.
49. 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.* Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 92. С. 93–102. DOI: <https://doi.org/10.32782/1992-5786.2024.92.15>.
50. Гриб'юк О. О. Форми і методи використання технологій штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів : дидактичні та психофізіологічні аспекти дослідницького навчання // *Габітус*. 2024. Вип. 60 (4). С. 55–68. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5208.2024.60.9>
51. Єфремов М. Ф., Єфремов Ю. М. Штучний інтелект, історія та перспективи розвитку // *Вісник ЖДТУ. Технічні науки*. 2008. № 2 (45). С. 123–127.
52. Захар О. Г. Уплив інструментів штучного інтелекту на професійний розвиток педагогів // *Теорія, методика і практика професійної освіти*. 2024. Вересень. № 3 (102). DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.3.2024.09>.

53. Кільченко А. В. Роль технологій штучного інтелекту у науково-педагогічній діяльності освітніх закладів // *Електронний збірник наукових праць ЗОІППО*. 2023. № 3 (55). URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/737700/1/>.
54. Коваленко В. В. Про штучний інтелект у професійному розвитку вчителя // *Збірник матеріалів Звітної наукової конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України*. Київ: ЦО НАПН України, 2024. С. 108–110.
55. Коваленко В. В. Рекомендації для вчителів щодо використання сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів // *Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина») : журнал*. 2024. № 12 (46). С. 369-382. DOI: 10.52058/2786-4952-2024-12(46)-369-382.
56. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В. Проблема використання вчителями сервісів штучного інтелекту : аналіз понятійного апарату // *Збірник матеріалів міжнародної наукової конференції «Штучний інтелект у науці та освіті» (AISE 2024), 1–2 березня 2024 року*. Київ, Україна, 2024. С. 88–90.
57. 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).
58. Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні / Кабінет Міністрів України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 14.11.2024).
59. Мала академія наук України. Як штучний інтелект змінює шкільну освіту : результати дослідження // *Новини МАН*. 2023. URL: <https://man.gov.ua/about/news/yak-shtuchnij-intelekt-zminyuye-shkilsnu-osvitu-rezulstati-doslidzhennya-maloyi-akademiyi-nauk-i-projector-institute> (дата звернення: 14.11.2024).
60. Мар'єнко М. В. Gemini як альтернатива ChatGPT в освітньому процесі ЗЗСО // *Імерсивні технології в освіті : зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 30 квітня 2024 р. / за заг. ред. Носенко Ю. Г. Київ : ЦО НАПН України, 2024. С. 197–201. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742748> (дата звернення: 14.11.2024).*

61. Мар'єнко М. В. Добір сервісів штучного інтелекту для використання у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти // *Наукові записки. Серія : Педагогічні науки*. 2024. Вип. 214. С. 256–261. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-214-256-261>.
62. Мар'єнко М. В. Перспективні шляхи використання засобів і сервісів штучного інтелекту Європейської хмари відкритої науки для професійного розвитку педагогічних кадрів // *Наукові записки. Серія : Педагогічні науки*. 2024. № 213. С. 196–201. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-213-196-201>.
63. Мар'єнко М. В. Проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту: дослідження стану проблеми // *Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану : зб. матеріалів Звітної наук. конф. Ін-ту цифровізації освіти НАПН України, 23 лютого 2024 р., м. Київ. / упоряд.: О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ: ІЦО НАПН України, 2024. С. 119–121. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740587>.*
64. Мар'єнко М. В., Коваленко В. В. Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти : аналіз вітчизняного і закордонного досвіду // *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2024. № 1(92). С. 78–83. DOI: [https://doi.org/10.32405/2309-3935-2024-1\(92\)-78-83](https://doi.org/10.32405/2309-3935-2024-1(92)-78-83).
65. Мар'єнко М. В., Коваленко В. В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті // *Фізико-математична освіта*. 2023. Т. 38. № 1. С. 48–53. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007>.
66. Морзе Н. В., Бойко М. А., Струтинська О. В., Смирнова-Трибульська Є. М. Якою має бути цифрова компетентність вчителів у галузі використання штучного інтелекту? // *Відкрите освітнє e-середовище сучасного університету*. 2024. Вип. 16. С. 76–91. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.166>.
67. Москаленко О. О., Григорова Т. А. Алгоритми штучного інтелекту для пошуку інформації в системах дистанційного навчання // *Прикладні питання математичного моделювання*. 2020. Т. 3. № 1. С. 131–140. URL: <https://doi.org/10.32782/2618-0340/2020.1-3.13>.

68. Настюк І. В. Методи навчання біології за підтримки технологій штучного інтелекту : кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти «магістр» / Херсонський державний університет. Херсон, 2023.

69. Осадча К. П. Компетентність у сфері штучного інтелекту : визначення та структура // *Штучний інтелект у науці та освіті : зб. матеріалів Міжнар. наук. конф. (AISE 2024), 1–2 березня 2024 року, м. Київ*. Київ, 2024. С. 386–389.

70. Паламар С. П., Науменко М. С. Штучний інтелект в освіті : використання без порушення принципів академічної чесності // *Освітологічний дискурс*. 2024. № 1(44). С. 68–83. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2024.15>.

71. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII (зі змінами та уточненнями). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 02.12.2024).

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

73. Рябова З. В., Єльнікова Г. В. Професійне зростання педагогів в умовах цифрової освіти // *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 80. № 6. С. 369–385. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v80i6.4202>.

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

75. Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні : монографія / А. І. Шевченко та ін. ; за заг. ред. А. І. Шевченка. Київ : ІПШ, 2023. 305 с.

76. Технічне завдання на наукове дослідження «Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти». URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/739683/> (дата звернення: 06.11.2024).

77. Тиніна А. Л., Валько Н. В. Вивчення основ штучного інтелекту в шкільному курсі інформатики // *Інформаційні технології в освіті*. 2022. № 50(1). С. 59–69. DOI: <https://doi.org/10.14308/ite000756>.

78. 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>.

79. Шишкіна М. П., Носенко Ю. Г. Перспективні технології з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів // *Фізико-математична освіта*. 2023. Т. 38. № 1. С. 66–71.

## **Виробничо-практичне видання**

# **ВИКОРИСТАННЯ ВЧИТЕЛЯМИ СЕРВІСІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У НАВЧАННІ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

### **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

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

Загальна редакція: Коваленко В. В., Мар'єнко М. В.  
Комп'ютерна верстка: Коваленко В. В., Мар'єнко М. В.

*Авторський колектив:* Коваленко В. В. (вступ, розділи: 1, 2, 3, 7, 8, висновки),  
Мар'єнко М. В. (вступ, розділи: 1, 2, 4, 5, 6, 7, висновки)

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





**Валентина Коваленко,**  
провідний науковий співробітник  
Інституту цифровізації освіти  
НАПН України,  
кандидат педагогічних наук,  
старший дослідник



**Майя Мар'єнко,**  
провідний науковий співробітник  
Інституту цифровізації освіти  
НАПН України,  
доктор педагогічних наук,  
старший дослідник

