

Секція А1 Освітні науки	
УДК 37.016:5]:004.8	
Дата першого надходження статті до видання	2026-08-19
Дата прийняття статті до друку після рецензування	2026-09-19
Дата публікації/оприлюднення	2026-09-19

Інноваційні технології на основі штучного інтелекту у викладанні природничих наук

Ловас Габор Йосипович

кандидат фізико-математичних наук, викладач,

Закарпатський угорський університет імені Ференца Ракоці II, Берегове, Україна

e-mail: lovasz.gabor@kmf.org.ua

<https://orcid.org/0009-0009-2344-5364>

Анотація. У статті здійснено теоретико-аналітичний розгляд того, яким чином новітні розробки на базі штучного інтелекту (ШІ) поповнюють методичний інструментарій вчителя природничих дисциплін. На користь актуальності теми свідчать два факти: сервіси зі ШІ генеративного та адаптивного типу вже міцно закріпилися у повсякденній діяльності закладів освіти, тимчасом як предмети природничого спрямування за своєю природою вимагають наочного подання, орієнтації на індивідуальні потреби кожного учня і вироблення в нього умінь дослідника, – а цього класичні методики досягають далеко не повною мірою. Опрацювавши масив публікацій за 2023–2026 роки, автор розподілив навчальні можливості ШІ на чотири змістові блоки: адаптацію освітнього процесу до окремого школяра, побудову цифрової наочності (симуляції та віртуальні), генерацію та роз'яснення матеріалу для навчання, а ще автоматичне виставлення оцінок укупі з аналітикою перебігу навчання. Коли усталену модель роботи зіставили з тією, що підсилена ШІ, за кількома дидактичними ознаками, з'ясувалося таке: технологія працює найрезультативніше в ситуаціях, де на перший план виходять індивідуальна швидкість засвоєння, миттєвий відгук на дії учня та наочне розкриття важких для уяви процесів. Сформовано функціональну модель залучення ШІ до природничого навчання; її серцевиною виступає методично виважений вибір засобу відповідно до конкретної мети заняття, а не звернення до технології просто заради самого факту її наявності. Різновиди ШІ-застосунків систематизовано та підкріплено ілюстраціями з біології, хімії, фізики, географії й астрономії. Окремо висвітлено ризики – починаючи від послаблення навички самостійного мислення й завершуючи фактологічними похибками, властивими генеративним системам, – а також окреслено способи їх мінімізації. Акцентовано, що ключем до результату залишається цифрова обізнаність самого вчителя. Напрацьоване цілком надається до безпосереднього втілення при конструюванні уроків, укладанні програм фахового вдосконалення педагогів та розбудові політики закладу освіти в частині сумлінного поводження зі ШІ.

Ключові слова: штучний інтелект, природничі науки, інноваційні технології навчання, персоналізоване навчання, генеративний штучний інтелект, віртуальні лабораторії, цифрова компетентність учителя, STEM-освіта.

Innovative Artificial Intelligence-Based Technologies in Teaching Natural Sciences

Gabor Lovas

Candidate of Physical and Mathematical Sciences (PhD), lecturer
Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian University, Beregove, Ukraine

e-mail: lovasz.gabor@kmf.org.ua

<https://orcid.org/0009-0009-2344-5364>

Abstract. The article provides a theoretical and analytical review of how the latest developments based on artificial intelligence (AI) complement the methodological tools of a natural science teacher. Two facts testify to the relevance of the topic: generative and adaptive AI services have already firmly established themselves in the daily activities of educational institutions, while natural science subjects by their nature require visual representation, orientation to the individual needs of each student and the development of researcher skills in them – and classical methods do not achieve this to a full extent. Having processed an array of publications for 2023–2026, the author divided the educational capabilities of AI into four content blocks: adaptation of the educational process to an individual student, construction of digital visualization (simulations and virtual), generation and explanation of material for learning, and automatic grading together with analytics of the learning process. When the established work model was compared with the one enhanced by AI, according to several didactic features, the following became clear: the technology works most effectively in situations where the individual speed of assimilation, instant response to the student's actions, and visual disclosure of processes difficult to imagine come to the fore. A functional model of involving AI in science education was formed; its core is a methodically balanced choice of a tool in accordance with the specific goal of the lesson, rather than resorting to technology simply for the sake of its availability. Varieties of AI applications are systematized and supported by illustrations from biology, chemistry, physics, geography, and astronomy. The risks are separately highlighted – starting from the weakening of the ability to think independently and ending with factual errors inherent in generative systems – and ways to minimize them are also outlined. It is emphasized that the key to the result remains the digital awareness of the teacher himself. The acquired knowledge is fully available for direct implementation in designing lessons, developing professional development programs for teachers, and developing the educational institution's policy regarding the conscientious handling of AI.

Keywords: artificial intelligence, natural sciences, innovative learning technologies, personalised learning, generative artificial intelligence, virtual laboratories, teacher's digital competence, STEM education.

Вступ

Актуальність проблеми. Біологія, хімія, фізика, географія й астрономія здавна вважаються чи не найважчими для опанування предметами – і в школі, і в університеті, – адже мають справу з абстрактними моделями, явищами мікро- та макросвіту й потребують сплаву теорії з експериментом. Традиційне їх викладання будується навколо фронтальної роботи класу в спільному темпі, а тому має об'єктивну ваду: воно не завжди дає змогу показати невидиме, супроводити кожного учня окремо й швидко відреагувати на його відповідь. Саме в цьому проміжку – між складністю матеріалу й скромними можливостями звичних засобів – і відкривається простір для цифрових технологій. Останнім часом провідне місце серед них посів штучний інтелект: генеративні мовні моделі, адаптивні платформи та інтелектуальні симуляції буквально за кілька років пройшли шлях від дослідницької новинки до масового засобу, який учитель і учень тримають, по суті, «у телефоні».

Присутність ШІ в освіті давно вийшла за межі припущень про майбутнє. За даними дослідження цифрової грамотності, яке провело Міністерство цифрової трансформації України, обізнаність населення з ШІ-інструментами швидко зростає, а навички роботи з ними виокремлено як самостійний складник цифрової компетентності громадянина [9]. У світовому вимірі ЮНЕСКО трактує штучний інтелект як технологію, що здатна прислужитися досягненню цілей сталого розвитку в освіті, наполягаючи водночас на людиноцентричності, справедливості та прозорості під час її запровадження [15]. Для природничої освіти йдеться не про появу чергового технічного пристрою, а про нагоду докорінно змінити те, як учень осягає природу: замість пасивного зазубрювання – кероване дослідження, візуалізація та експеримент, підсилені інтелектуальним помічником.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання застосування штучного інтелекту в освіті перебуває у фокусі уваги українських науковців. Загальні перспективи й труднощі використання ШІ в науково-освітній сфері узагальнили Коломієць А. М. та Кушнір О. І.; вони підкреслили, що технологія розкриває нові можливості персоналізації, проте вимагає критичного й етично зваженого підходу [4]. Місце ШІ в інформатизації освіти, його «перспективи та виклики», проаналізували Зацерківна М. і Халіманенко В., котрі узалежнюють дієвість упровадження від готовності освітнього середовища та самих педагогів [3]. Лазаренко Н. і Гапчук Я. витлумачили е-навчання й штучний інтелект як «ключові фактори цифрової трансформації вищої освіти», окресливши супутні можливості та ризики [7].

Цифрову компетентність педагога у сфері ШІ вивчав колектив під керівництвом Морзе Н. В. за участю Бойко М. А. та інших авторів; вони прямо запитали, «якою має бути цифрова компетентність вчителів у галузі використання штучного інтелекту», і окреслили її змістове наповнення [11]. В окремій розвідці Морзе Н. В. зі співавторами показано, як ШІ працює «у ролі асистента вчителя», знімаючи з педагога рутину й вивільняючи час для творчого спілкування з учнями [10]. Що ж до фахового зростання вчителів природничо-математичного профілю, то напрями їхньої підготовки до роботи з новими інструментами докладно розкрила Воротникова І. П. [1].

Предметно-методичний бік проблеми висвітлено в низці досліджень. Гнатюк В. В., Аркушина Г. Ф. та Скорик О. Д. простежили, як методи викладання біології еволюціонували «від традиційних до цифрових підходів», уписавши ШІ в загальну канву методичного оновлення предмета [2]. Кубікова К. напряму звернулася до застосування штучного інтелекту в навчанні біології, продемонструвавши його прикладний потенціал [6]. У фізико-математичній освіті Лукашова Т. і Друшляк М. розглянули штучний інтелект «як засіб розвитку критичного мислення майбутніх учителів математики» [8], а Кондратенко Т. В. дослідила його роль «у STEM-орієнтованому навчанні комп'ютерної математики» майбутніх учителів інформатики та математики [5]. Тему керування освітнім середовищем підняла Сороко Н., запропонувавши застосовувати ШІ «для управління та моніторингу STEAM освітнього середовища» [12].

Окрему групу утворюють праці про використання ШІ в теперішніх реаліях. Топузов О. та Алексеева С. описали можливості штучного інтелекту в освітньому процесі закладів середньої освіти «в умовах воєнного стану», коли цифрові засоби почасти компенсують перешкоди для очного навчання [13]. Шапошник А., Колесник М. і Глазова В. довели, що поєднання «інформатики та ШІ» дає школі «нові можливості» для організації навчального процесу [14]. Загальні рамки впровадження окреслюють матеріали ЮНЕСКО [15] і державні аналітичні документи [9].

Виділення невирішеної частини проблеми. Хоч публікацій із теми чимало, переважна їх частина висвітлює штучний інтелект або в широкому освітньому контексті (цифрова трансформація, компетентність учителя), або в межах одного предмета (біологія, математика). Досі бракує узагальнення, яке впорядкувало б дидактичні

функції ШІ саме для природничих наук як єдиної освітньої галузі, зіставило б традиційний і ШІ-підсилений підходи за спільними критеріями та об'єднало б розпорошені інструменти в цілісну функціональну модель, зручну для практичного вибору засобу під конкретну навчальну мету. Мало опрацьованим лишається й ризиковий вимір: за захопленням можливостями ШІ нерідко губиться оцінка загроз для самостійного мислення учня та достовірності навчального контенту, а разом із нею – і питання про те, як ці загрози послабити.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що на ґрунті узагальнення сучасної фахової літератури дидактичний потенціал штучного інтелекту вперше згруповано за чотирма функціональними напрямками стосовно природничих наук; проведено критеріальне зіставлення традиційного та ШІ-підсиленого підходів; аргументовано функціональну модель введення ШІ у викладання природничих дисциплін, у якій системотвірним є не засіб, а навчальна мета; упорядковано ризики впровадження ШІ разом з узгодженими із ними запобіжними заходами.

Практичне значення дослідження визначається тим, що подані класифікації, модель, приклади застосування за дисциплінами й перелік ризиків із заходами їх послаблення можна одразу використовувати: учителям – під час проєктування уроків, методистам – під час укладання програм підвищення кваліфікації, а керівництву закладів освіти – для вироблення зваженої політики відповідального застосування штучного інтелекту.

Мета статті – на матеріалі сучасних фахових джерел розкрити дидактичні можливості інноваційних технологій на основі штучного інтелекту у викладанні природничих наук, запропонувати функціональну модель їх інтеграції та практичні орієнтири застосування з огляду на супутні ризики.

Методологія

Огляд літератури має теоретико-аналітичний характер і не охоплює емпіричного етапу; її джерельну базу склали 15 наукових, науково-методичних та аналітичних праць 2023–2026 рр., присвячених застосуванню штучного інтелекту в освіті загалом і в навчанні природничо-математичних дисциплін зокрема, а також офіційні документи Міністерства цифрової трансформації України [9] та ЮНЕСКО [15]. За методологічну опору правлять діяльнісний і компетентнісний підходи до навчання й принцип методичної доцільності, за яким цифровий засіб трактують як спосіб досягти заздалегідь окресленої навчальної мети, а не як самоціль.

Для виконання поставлених завдань залучено комплекс теоретичних методів. Завдяки аналізу й синтезу дидактичні функції ШІ вдалося розкласти на складники, а згодом відтворити їх у цілісній моделі. Порівняння та зіставлення прислужилися для розмежування традиційного й ШІ-підсиленого підходів і для узгодження поглядів різних авторів. Систематизація й класифікація дали змогу впорядкувати категорії ШІ-інструментів та приклади їх використання за дисциплінами, а узагальнення – сформулювати функціональну модель і звід запобіжних заходів. Наведені у статті кількісні орієнтири мають радше ілюстративне призначення: вони передають авторську аналітичну оцінку дидактичного потенціалу засобів на умовній шкалі, а не результат власних вимірювань. Виклад розгортається послідовно – від з'ясування можливостей ШІ до обґрунтування моделі їх інтеграції та практичних порад.

Результати

Дослідження про роль штучного інтелекту в природничій освіті варто розпочати з того, щоб відмежувати два підходи до викладання – традиційний і ШІ-підсилений. Мова йде не про протиставлення цих підходів і не про заміну педагога технологією, а про те, щоб доповнити усталену методику новими можливостями там, де вона об'єктивно пасує. Класичний урок природничого циклу тримається на поясненні вчителя, підручнику,

демонстраційному (а часто – лише уявному) досліді та фронтальному опитуванні. У кожного з цих елементів є свої переваги, однак вони слабо пристосовуються до індивідуальних запитів окремого учня. Зіставлення обох підходів за кількома дидактичними критеріями наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняння традиційного та ШІ-підсиленого підходів у викладанні природничих наук

Дидактичний критерій	Традиційний підхід	ШІ-підсилений підхід
Темп навчання	Єдиний для всього класу, орієнтований на «середнього» учня	Індивідуальний: адаптивна платформа підлаштовує складність під конкретного учня
Наочність явищ	Статичні ілюстрації, обмежений натурний експеримент	Інтерактивні симуляції, віртуальні лабораторії, 3D-моделі процесів
Зворотний зв'язок	Відкладений, вибіркового (кілька учнів за урок)	Миттєвий і персональний для кожного учня
Джерело пояснень	Учитель і підручник	Учитель + генеративний асистент як додаткове джерело за запитом
Роль учня	Переважно пасивне сприйняття	Активне дослідження, формулювання запитів, перевірка гіпотез
Роль учителя	Основний транслятор знань	Модератор, наставник, організатор дослідження та критичний фільтр

Джерело: складено автором на основі [2; 4].

Як видно з таблиці 1, ШІ-підсилений підхід не відкидає традиційного, а надолужує його «слабкі місця» – передусім спільний для всіх темп, запізнілий зворотний зв'язок і скромну наочність. При цьому провідна роль учителя нікуди не зникає, а навпаки ускладнюється: замість переказувати готове знання, він стає організатором дослідження та критичним фільтром, який вивіряє достовірність згенерованого матеріалу. Саме такий перерозподіл обов'язків мають на увазі Морзе Н. В. зі співавторами, коли говорять про штучний інтелект «у ролі асистента вчителя» – асистента, а не заміни [10]. Унаочнити співвідношення потенціалу двох підходів за окремими критеріями допомагає рисунок 1.

Діаграма на рисунку 1 робить наочною авторську оцінку: за всіма шістьма критеріями ШІ-підсилений підхід виграє за умовним потенціалом, проте відрив щоразу різний. Найпомітніше він виявляється в персоналізації та швидкості зворотного зв'язку – саме там, де фронтальне навчання природно обмежене. А от за мотивацією перевага хоч і є, але скромніша: цифровий засіб сам собою не породжує інтересу, якщо його застосовано методично невиправдано. Звідси й головна теза дослідження: результат дає не технологія як така, а вмотивований добір засобу під конкретну навчальну функцію.

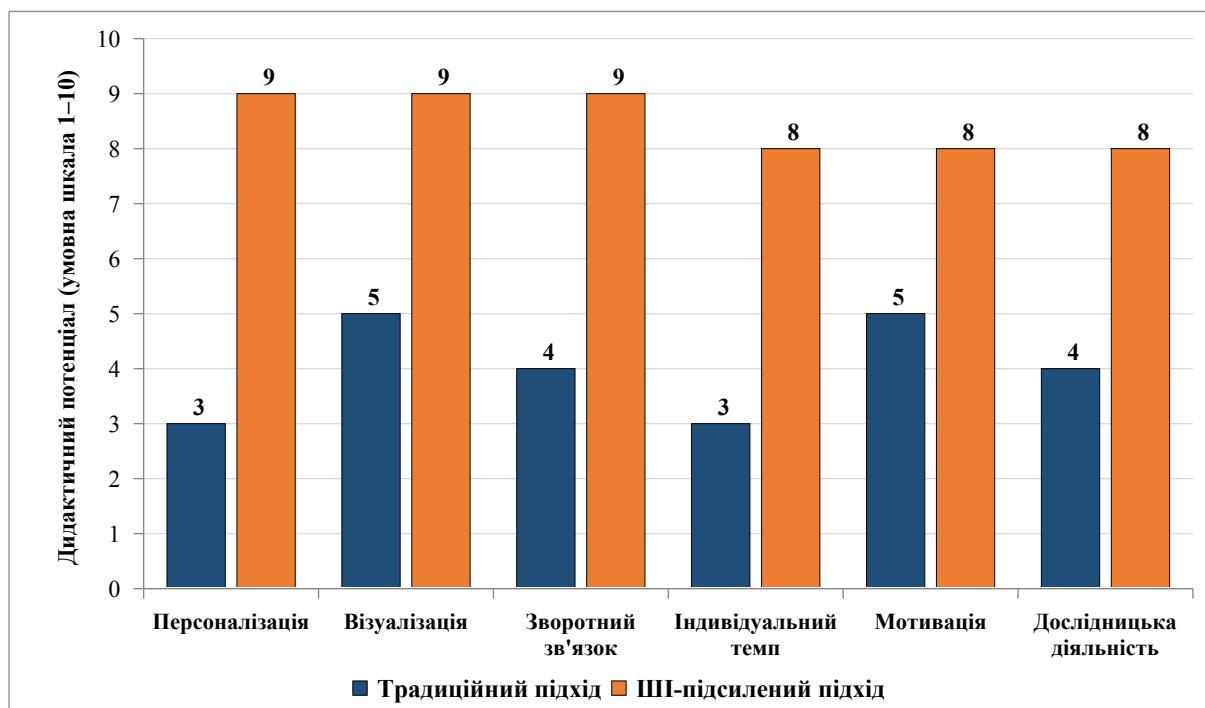


Рис. 1. Порівняльна оцінка дидактичного потенціалу традиційного та ШІ-підсиленого підходів за критеріями (умовна шкала 1–10)

Джерело: розроблено автором на основі узагальнення джерел [1–15].

Аби такий добір був системним, дидактичні можливості ШІ варто розкласти за функціональними категоріями. Опрацьовані джерела дають підстави виокремити чотири базові напрями застосування штучного інтелекту в природничій освіті; їх зведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Категорії технологій штучного інтелекту за дидактичними функціями у природничій освіті

Категорія ШІ-інструментів	Дидактична функція	Типове застосування в природничих науках
Адаптивні платформи й інтелектуальні тренажери	Персоналізація навчання, індивідуальна траєкторія	Різномірні задачі з фізики та хімії, тренування розв'язування за індивідуальним темпом
Віртуальні лабораторії та симуляції	Наочність, безпечний віртуальний експеримент	Моделювання хімічних реакцій, електричних кіл, руху тіл, біологічних процесів
Генеративні (діалогові) моделі	Пояснення понять, генерування контенту й завдань	Спрощені пояснення явищ, створення планів уроків, задач, аналогій, візуальних схем
Системи автоматизованого оцінювання	Контроль, зворотний зв'язок, аналітика	Миттєва перевірка тестів, аналіз типових помилок класу, рекомендації для повторення

Джерело: складено автором на основі [8; 11; 12].

Систематизація з таблиці 2 розкриває прикметну закономірність: кожна група інструментів виконує свою дидактичну функцію, а разом вони спрацьовують комплексно. Адаптивні платформи задають індивідуальний темп, віртуальні лабораторії показують те, що складно чи неможливо відтворити в реальних умовах, генеративні моделі доступно пояснюють і постачають контент на запит, а системи оцінювання забезпечують оперативний зворотний зв'язок та аналітику. Показово, що можливості генеративного ШІ не замикаються на предметі: Лукашова Т. та Друшляк М. розглядають його «як засіб розвитку критичного мислення» [8], а Кондратенко Т. В. пов'язує застосування ШІ зі STEM-орієнтованим навчанням, де природничі та математичні компетентності формуються в єдності [5].

Щоб звести ці категорії до спільної логіки, доречно подати їх як функціональну модель уведення ШІ у процес викладання. Модель демонструє рух від вихідних умов (зміст природничої освіти та цифрове середовище) через чотири функціональні напрями до очікуваних дидактичних результатів. Її узагальнено на рисунку 2.

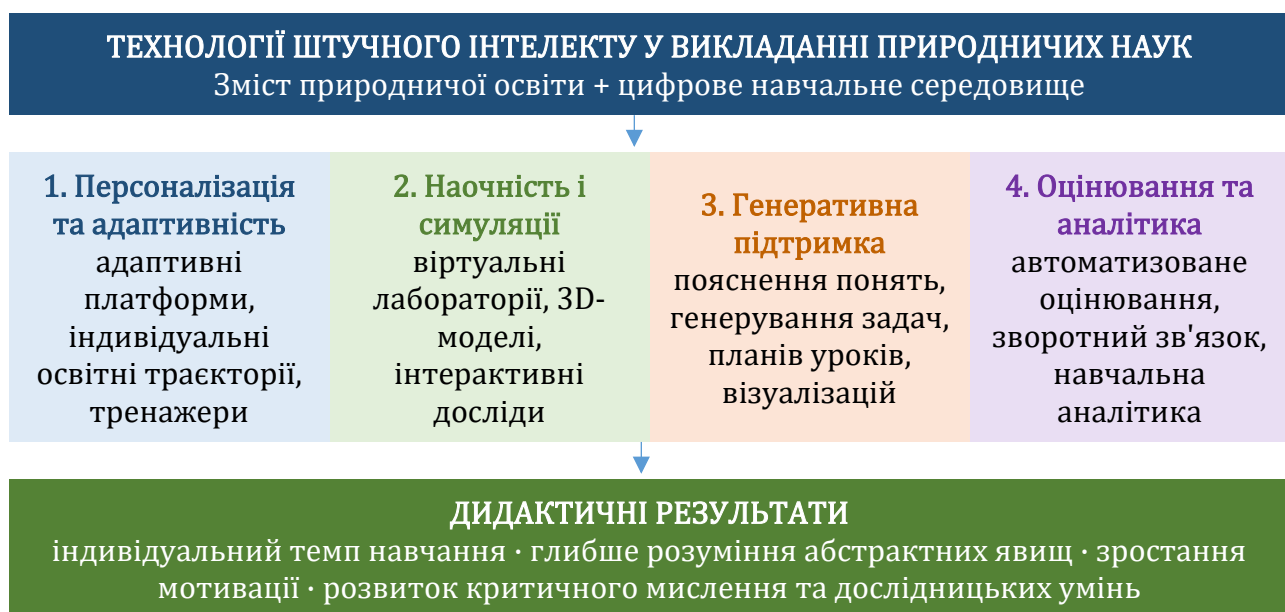


Рис. 2. Функціональна модель інтеграції технологій штучного інтелекту у викладання природничих наук

Джерело: розроблено автором.

Провідний принцип моделі на рисунку 2 такий: усі чотири функціональні напрями підпорядковано змісту природничої освіти й навчальній меті, а не навпаки. Технологія «заходить» на урок лише там, де перевершує традиційний засіб: симуляція – коли натурний дослід небезпечний або неможливий; адаптивний тренажер – коли потрібен індивідуальний темп; генеративний асистент – коли учневі бракує іншого пояснення. Такий погляд суголосний позиції Коломієць А. М. та Кушнір О. І., які застерігають, що можливості ШІ спрацьовують тільки за методично та етично зваженого впровадження [4].

Найпомітнішим для вчителя й учня інструментом нині є генеративний діалоговий асистент. Щоб показати його в дії, звернімося до типового сценарію взаємодії: учитель формулює запит, ШІ повертає чернетку навчального матеріалу, а педагог критично її переглядає й доопрацьовує. Приблизний вигляд такого робочого вікна діалогу відтворено на рисунку 3.

● ● ● **III-асистент учителя природничих наук – робоче вікно діалогу****Запит учителя**

«Склади для 8 класу план уроку на тему «Фотосинтез»: коротке пояснення простими словами, схему процесу, 3 запитання для перевірки та ідею домашнього міні-дослідку».

Відповідь III-асистента

Пояснення: фотосинтез – це утворення рослиною глюкози зі світла, води та вуглекислого газу з виділенням кисню. Схема: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{світло} \rightarrow \text{глюкоза} + \text{O}_2$. Дослід: спостереження за бульбашками кисню на листку елодеї у воді на світлі та в темряві.

Учитель критично перевіряє відповідь і адаптує її до конкретного класу

Рис. 3. Орієнтовний сценарій роботи вчителя з генеративним III-асистентом (макет інтерфейсу діалогу)

Джерело: розроблено автором.

Сценарій на рисунку 3 наголошує на принциповому: згенерована відповідь – це не завершений продукт, а чернетка, яку вчитель мусить перевірити на фактичну точність і методичну доречність. Саме педагог визначає, чи коректна запропонована схема процесу, чи відповідає пояснення вікові учнів і чи безпечний та здійснений міні-дослід. Такий розподіл праці звільняє вчителя від рутинного оформлення матеріалів і, як зауважують Морзе Н. В. зі співавторами, дає змогу зосередитися на живому спілкуванні з учнями [10]. Разом із тим він підвищує вимоги до цифрової компетентності педагога – уміння точно формулювати запити й критично оцінювати одержане [11].

У різних природничих дисциплінах функціональні можливості III виявляють себе по-своєму, тож загальну модель варто підкріпити предметними прикладами. Добірку характерних навчальних активностей, підсилених III, за основними дисциплінами природничого циклу вміщено в таблиці 3.

Таблиця 3

Приклади застосування III-інструментів у викладанні окремих природничих дисциплін

Дисципліна	Приклад III-підсиленої активності	Очікуваний навчальний результат
Біологія	Віртуальне препарування та 3D-моделі клітини; генеративне пояснення процесів (фотосинтез, поділ клітини)	Розуміння невидимих процесів без натурного втручання; наочність будови організмів
Хімія	Симуляція реакцій і побудова молекул; III-генерування різнорівневих задач із балансування рівнянь	Безпечне «експериментування»; відпрацювання навички за індивідуальним темпом
Фізика	Інтерактивні симуляції механіки, електрики, оптики; аналіз графіків руху з поясненням III	Зв'язок формули з явищем; формування дослідницького підходу до закономірностей
Географія, астрономія	Інтелектуальні карти, моделювання кліматичних процесів, віртуальні мандрівки Сонячною системою	Просторове мислення; цілісне уявлення про природні системи Землі й космосу

Джерело: складено автором на основі [6; 8; 14].

Приклади з таблиці 3 засвідчують, що найбільшу користь ШІ приносить там, де традиційний натурний експеримент ускладнений, ризикований або зовсім неможливий у школі. Віртуальне препарування знімає етичні й організаційні перепони, симуляція хімічної реакції убезпечує від контакту з небезпечними речовинами, а моделювання астрономічних явищ робить видимим те, що недоступне прямому спостереженню. Особливої ваги ця перевага набуває за складних обставин: Топузов О. та Алексєєва С. підкреслюють, що в умовах воєнного стану цифрові засоби почасти компенсують неможливість повноцінного очного навчання й лабораторної роботи [13]. У тому самому ключі Гнатюк В. В. зі співавторами описують закономірний перехід методики біології «від традиційних до цифрових підходів» як відповідь на виклики часу [2].

При всіх очевидних плюсах введення штучного інтелекту в природничу освіту тягне за собою низку ризиків, знехтувати якими означає звести дидактичний зиск нанівець. Найгостріший із них – ослаблення самостійного мислення: коли учень звикає діставати готову відповідь, згасає та сама дослідницька активність, заради якої природничі науки й вивчають. Не менш гостра й проблема фактичної надійності генеративних моделей, здатних упевнено видавати хибні відомості. Основні ризики та узгоджені з ними запобіжні заходи систематизовано в таблиці 4.

Таблиця 4

Ризики впровадження штучного інтелекту в природничу освіту та шляхи їх мінімізації

Ризик	Прояв у навчанні	Захід мінімізації
Зниження самостійності мислення	Списування готових відповідей замість власного міркування	Завдання на перевірку та спростування відповіді ШІ; акцент на процесі, а не результаті
Фактологічні помилки моделей	Правдоподібні, але хибні твердження й «вигадані» факти	Обов'язкова перевірка вчителем; звіряння з підручником і надійними джерелами
Нерівність доступу	Різні технічні можливості учнів і закладів	Добір безкоштовних інструментів; частина роботи – офлайн і в класі
Академічна недоброчесність	Видавання згенерованого за власну роботу	Прозорі правила використання ШІ; завдання, стійкі до простого копіювання
Дефіцит компетентності вчителя	Невміння сформулювати запит і оцінити результат	Підвищення кваліфікації; розвиток цифрової компетентності педагога

Джерело: розроблено автором з урахуванням [4; 11; 15].

Заходи, наведені в таблиці 4, поєднує наскрізна логіка: ризик мінімізується не заборонаю технології, а її методично грамотним впровадженням у навчання під наглядом учителя. Прикметно, що більшість запобіжників лежить у педагогічній, а не технічній площині: перевіряти достовірність, переводити завдання з відтворення на аналіз, запроваджувати прозорі правила доброчесності. Це співзвучне з рамковим баченням ЮНЕСКО, яке в центр упровадження ШІ ставить людиноцентричність і справедливість [15], та з висновком Воротникова І. П. про те, що саме готовність учителя вирішує, наскільки продуктивно спрацюють нові інструменти [1].

Окреме місце в системі відповідального застосування ШІ належить упорядкованому доступу вчителя до самих інструментів. Через розмаїття сервісів педагог легко губиться, тож корисно мати структуроване уявлення про їхню екосистему – за функціональними категоріями, а не за назвами, які швидко застарівають. Приблизну будову такого середовища відтворено на рисунку 4.



Рис. 4. Екосистема цифрових ШІ-інструментів учителя природничих наук

Джерело: розроблено автором.

Схема на рисунку 4 збирає до купи чотири категорії інструментів, кожна з яких обслуговує певну дидактичну функцію з описаної вище моделі. Практична вартість такого структурування в тому, що він переносить наголос із конкретних програм на їхнє призначення: щойно вчитель починає мислити категоріями «генеративний асистент», «віртуальна лабораторія», «адаптивний тренажер», він без зусиль замінює один сервіс іншим, не втрачаючи методичної логіки. Цю думку про впорядкування освітнього середовища засобами ШІ розвиває Сороко Н., яка бачить у штучному інтелекті інструмент «управління та моніторингу» цілісного STEAM-середовища [12]; про це саме свідчать і Шапошник А. зі співавторами, показуючи, як поєднання інформатики та ШІ дає школі «нові можливості» системної організації навчання [14].

Обговорення

Інтерпретація результатів. Виконаний аналіз дає підстави тлумачити роль штучного інтелекту в природничій освіті не як заміну традиційної методики, а як її вибіркове підсилення в «точках дидактичного дефіциту» – там, де фронтальне навчання об'єктивно поступається. Зіставлення підходів (таблиця 1, рисунок 1) показало, що найбільший приріст ефективності ШІ припадає на персоналізацію, оперативність зворотного зв'язку та наочність. Отже, предметом упровадження має ставати не «ШІ загалом», а певна дидактична функція, під яку й добирають відповідну категорію засобу. Цей висновок перегукується з думкою Коломієць А. М. та Кушнір О. І. про те, що методична доцільність важливіша за технологічну новизну [4].

Другий вагомий результат стосується перерозподілу ролей у навчанні. Штучний інтелект не знижує значення вчителя, а зміщує центр його праці: від переказу готового знання – до організації дослідження й критичної перевірки згенерованого матеріалу. Саме тому і в моделі (рисунок 2), і в сценарії роботи з асистентом (рисунок 3) педагог залишається ключовою ланкою. Такий висновок підтверджують Морзе Н. В. зі співавторами, які й розглядають ШІ саме «у ролі асистента вчителя» [10], а також дослідження про потрібну для цього цифрову компетентність педагога [11].

Третій висновок пов'язаний із рівновагою між можливостями та ризиками. Аналіз (таблиця 4) показав, що майже всі загрози, пов'язані зі ШІ, знімаються педагогічними, а

не технічними засобами – критичною перевіркою, переорієнтацією завдань і правилами доброчесності. Для природничих наук це має принципову вагу, адже їхня мета – плекати дослідницьке, а не відтворювальне мислення: некритичне користування ІІІ здатне вихлостити саму суть предмета, тоді як виважене – навпаки, зміцнити її [8; 15].

Порівняння з результатами інших досліджень. Одержані положення не суперечать основному масиву сучасних праць, а радше узагальнюють і уточнюють їх. Якщо Гнатюк В. В. зі співавторами [2] та Кубікова К. [6] висвітлили застосування ІІІ здебільшого в біології, а Лукашова Т., Друшляк М. [8] і Кондратенко Т. В. [5] – у фізико-математичному полі, то в цій розвідці згадані предметні здобутки зведено в наскрізну для природничої галузі функціональну модель. На противагу працям, зосередженим на цифровій компетентності вчителя [1; 11] чи на цифровій трансформації освіти взагалі [3; 7], тут наголос перенесено на дидактичний добір засобу під конкретну навчальну мету. Рамкові настанови ЮНЕСКО [15] та відомості про цифрову грамотність [9] уведено до статті як зовнішні умови впровадження, а не як окремий предмет розгляду.

Наукова новизна (розгорнуто). Наукова новизна одержаних результатів проступає в тому, що дидактичний потенціал ІІІ впорядковано за чотирма функціональними напрямками стосовно природничих наук; що традиційний і ІІІ-підсилений підходи зіставлено за спільними критеріями; що обґрунтовано функціональну модель інтеграції ІІІ, де системотвірною є навчальна мета, а не засіб; а також у тому, що ризики впровадження систематизовано разом з узгодженими із ними запобіжними заходами. Подальшого розвитку набули підходи до відповідального застосування штучного інтелекту в освітньому процесі природничого циклу.

Практичне значення. Запропоновані зіставлення, класифікації, функціональну модель, предметні приклади й перелік ризиків із заходами послаблення заклади освіти можуть застосовувати безпосередньо – проєктуючи уроки природничого циклу, розробляючи програми підвищення кваліфікації вчителів, виробляючи інституційну політику щодо ІІІ та добираючи цифрові інструменти. Стануть у пригоді ці матеріали вчителям-предметникам, методистам, керівництву закладів, а також тим, хто створює освітній контент.

Висновки

Проведений теоретико-аналітичний розгляд дає підстави для кількох висновків. Насамперед інноваційні технології на основі штучного інтелекту доречно сприймати не як заміну традиційної методики викладання природничих наук, а як її вибіркоче підсилення там, де фронтальне навчання об'єктивно обмеженим, – у персоналізації, наочності абстрактних явищ та оперативності зворотного зв'язку.

Далі, дидактичний потенціал ІІІ впорядковано за чотирма функціональними напрямками – персоналізацією навчання, віртуальною наочністю, генеративною підтримкою й автоматизованим оцінюванням та аналітикою; на цьому ґрунті обґрунтовано функціональну модель інтеграції ІІІ, у якій системотвірним чинником виступає навчальна мета, а технологію залучають лише там, де вона дає дидактичну перевагу.

Крім того, критеріальне зіставлення традиційного та ІІІ-підсиленого підходів показало, що найвідчутніший приріст ефективності ІІІ забезпечує в персоналізації та оперативності зворотного зв'язку; предметні приклади для біології, хімії, фізики, географії й астрономії засвідчили, що найбільшу цінність технологія має там, де натурний експеримент ускладнений або неможливий.

Наостанок, у роботі систематизовано ризики впровадження ІІІ – ослаблення самостійного мислення, фактичні хиби моделей, нерівність доступу, академічну недоброчесність і дефіцит компетентності вчителя – та узгоджені з ними заходи послаблення, більшість яких має педагогічну, а не технічну природу; при цьому

підкреслено вирішальну роль цифрової компетентності педагога як передумови відповідального користування ШІ.

Подальші дослідження варто спрямувати на емпіричну перевірку запропонованої моделі в реальному навчальному процесі, на розроблення й апробацію методичних сценаріїв застосування конкретних ШІ-інструментів для окремих тем природничих дисциплін, а також на з'ясування, як навчання за підтримки ШІ впливає на розвиток дослідницьких умінь і критичного мислення учнів.

Список використаних джерел:

1. 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. URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/490> (дата звернення: 02.09.2026).
2. Гнатюк В. В., Аркушина Г. Ф., Скорик О. Д. Інноваційні методи викладання біології: від традиційних до цифрових підходів. *Академічні візії*. 2024. Вип. 28. С. 1–13. URL: <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/908> (дата звернення: 02.09.2026).
3. Зацерківна М., Халіманенко В. Роль штучного інтелекту в інформатизації освіти: перспективи та виклики. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*. 2023. Т. 6, № 2. С. 274–283. URL: <http://infotech-soccult.knukim.edu.ua/article/view/293592> (дата звернення: 02.09.2026).
4. Коломієць А. М., Кушнір О. І. Використання штучного інтелекту в освітній та науковій діяльності: можливості та виклики. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2024. № 70. С. 45–57. URL: <https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/view/5567> (дата звернення: 02.09.2026).
5. Кондратенко Т. В. Штучний інтелект у STEM-орієнтованому навчанні комп'ютерної математики майбутніх учителів інформатики і математики. *Імідж сучасного педагога*. 2026. № 1 (226). С. 40–47. URL: <https://isp.pano.pl.ua/article/view/350772> (дата звернення: 02.09.2026).
6. Кубікова К. Використання штучного інтелекту в навчанні біології. *Молодь і ринок*. 2024. № 5 (225). С. 188–192. URL: <http://mir.dspu.edu.ua/article/view/305847> (дата звернення: 02.09.2026).
7. Лазаренко Н., Гапчук Я. Е-навчання та штучний інтелект як ключові фактори цифрової трансформації вищої освіти: виклики, можливості та перспективи розвитку. *Педевтологія*. 2024. Т. 2, № 1. С. 7–13. URL: <https://vspu.net/pedeutology/index.php/journal/article/view/19> (дата звернення: 02.09.2026).
8. Лукашова Т., Друшляк М. Штучний інтелект як засіб розвитку критичного мислення майбутніх учителів математики. *Фізико-математична освіта*. 2023. Т. 38, № 5. С. 18–25. URL: <https://fmo-journal.org/index.php/fmo/article/view/295> (дата звернення: 02.09.2026).
9. Міністерство цифрової трансформації України. Дослідження цифрової грамотності українців – 2025 (розділ «Штучний інтелект» на платформі Дія.Освіта) : офіційний вебсайт. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/mintsifra-prezentuvala-diyatsifrova-osvita-20-ta-doslidzhennya-tsifrovoyi-gramotnosti-ukraintsiv> (дата звернення: 02.09.2026).
10. Морзе Н. В., Варченко-Троценко Л. О., Терлецька Т. С., Смирнова-Трибульська Є. М. Штучний інтелект у ролі асистента вчителя початкової школи. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2023. № 15. С. 97–115. URL:

<https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/494> (дата звернення: 02.09.2026).

11. 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 е-середовище сучасного університету*. 2024. № 16. С. 76–91. URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/531> (дата звернення: 02.09.2026).
12. Сороко Н. Штучний інтелект для управління та моніторингу STEAM освітнього середовища. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2026. Т. 14, № 5. С. 128–133. URL: <https://oip-journal.org/index.php/oip/article/view/800> (дата звернення: 02.09.2026).
13. Топузов О., Алексеева С. Можливості використання штучного інтелекту в освітньому процесі закладів середньої освіти в умовах воєнного стану. *Український педагогічний журнал*. 2024. № 1. С. 5–11. URL: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/718> (дата звернення: 02.09.2026).
14. Шапошник А., Колесник М., Глазова В. Інформатика та ІІІ: нові можливості для школи. *Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ*. 2025. № 15. С. 47–52. URL: <https://znpfizmat.ddpu.edu.ua/article/view/338137> (дата звернення: 02.09.2026).
15. Artificial Intelligence in Education (AI and technologies in education) : official website of UNESCO. URL: <https://www.unesco.org/en/digital-education> (дата звернення: 02.09.2026).

References

1. Vorotnykova, I. P. (2023). Professional development of natural and mathematical sciences teachers on the use of artificial intelligence. *Vidkryte Osvitnie E-Seredovyshe Suchasnoho Universytetu*, (15), 18–34. URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/490>
2. Hnatiuk, V. V., Arkushyna, H. F., & Skoryk, O. D. (2024). Innovative methods of teaching biology: From traditional to digital approaches. *Akademichni Vizii*, (28), 1–13. URL: <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/908>
3. Zatserkivna, M., & Khalimanenko, V. (2023). The role of artificial intelligence in the informatization of education: Prospects and challenges. *Tsyfrova Platforma: Informatsiini Tekhnologii v Sotsiokulturnii Sferi*, 6(2), 274–283. URL: <http://infotech-soccult.knukim.edu.ua/article/view/293592>
4. Kolomiiets, A. M., & Kushnir, O. I. (2024). The use of artificial intelligence in educational and scientific activities: Opportunities and challenges. *Suchasni Informatsiini Tekhnologii ta Innovatsiini Metodyky Navchannia v Pidhotovtsi Fakhivtsiv*, (70), 45–57. URL: <https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/view/5567>
5. Kondratenko, T. V. (2026). Artificial intelligence in STEM-oriented learning of computer mathematics of future teachers of informatics and mathematics. *Imidzh Suchasnoho Pedahoha*, 1(226), 40–47. URL: <https://isp.pano.pl.ua/article/view/350772>
6. Kubikova, K. (2024). The use of artificial intelligence in teaching biology. *Molod i Rynok*, 5(225), 188–192. URL: <http://mir.dspu.edu.ua/article/view/305847>
7. Lazarenko, N., & Hapchuk, Ya. (2024). E-learning and artificial intelligence as key factors of digital transformation of higher education: Challenges, opportunities and development prospects. *Pedeutolohiia*, 2(1), 7–13. URL: <https://vspu.net/pedeutology/index.php/journal/article/view/19>
8. Lukashova, T., & Drushliak, M. (2023). Artificial intelligence as a means of developing critical thinking of future mathematics teachers. *Fizyko-Matematychna Osvita*, 38(5), 18–25. URL: <https://fmo-journal.org/index.php/fmo/article/view/295>

9. Ministry of Digital Transformation of Ukraine. (2025). *Study of digital literacy of Ukrainians – 2025 (section "Artificial Intelligence" on the Diia.Osvita platform)*. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/mintsifra-prezentuvala-diyatsifrova-osvita-20-ta-doslidzhennya-tsifrovoi-gramotnosti-ukraintsiv>
10. Morze, N. V., Varchenko-Trotsenko, L. O., Terletska, T. S., & Smyrnova-Trybulska, E. M. (2023). Artificial intelligence in the role of a primary school teacher's assistant. *Vidkryte Osvitnie E-Seredovyshche Suchasnoho Universytetu*, (15), 97–115. URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/494>
11. Morze, N. V., Boiko, M. A., Strutynska, O. V., & Smyrnova-Trybulska, E. M. (2024). What should be the digital competence of teachers in the field of using artificial intelligence? *Vidkryte Osvitnie E-Seredovyshche Suchasnoho Universytetu*, (16), 76–91. URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/531>
12. Soroko, N. (2026). Artificial intelligence for the management and monitoring of the STEAM educational environment. *Osvita. Innovatyka. Praktyka*, 14(5), 128–133. URL: <https://oip-journal.org/index.php/oip/article/view/800>
13. Topuzov, O., & Aliksieieva, S. (2024). Possibilities of using artificial intelligence in the educational process of secondary education institutions under martial law. *Ukrainskyi Pedahohichni Zhurnal*, (1), 5–11. URL: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/718>
14. Shaposhnyk, A., Kolesnyk, M., & Hlazova, V. (2025). Informatics and AI: New opportunities for school. *Zbirnyk Naukovykh Prats Fizyko-Matematychnoho Fakultetu DDPU*, (15), 47–52. URL: <https://znpfizmat.ddpu.edu.ua/article/view/338137>
15. UNESCO. (n.d.). *Artificial Intelligence in Education (AI and technologies in education)*. URL: <https://www.unesco.org/en/digital-education>