

УДК 37.091.33:004.8:376

DOI: [https://doi.org/10.63437/3083-6425-2026-1\(100\)-14](https://doi.org/10.63437/3083-6425-2026-1(100)-14)**Яцишин Анна,**

докторка педагогічних наук, старша наукова співробітниця, провідна наукова співробітниця відділу хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти і штучного інтелекту в освіті, Інститут цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна

Iatsyshyn Anna,

Doctor of Pedagogical Sciences, Senior Research Fellow, Lead Researcher of the Department of Cloud-Based Systems and Artificial Intelligence in Education, Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine



<http://orcid.org/0000-0001-8011-5956>

ІНКЛЮЗИВНА STEM-ОСВІТА ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВЧИТЕЛЯМИ ДЛЯ НАВЧАННЯ УЧНІВ З ОСОБЛИВИМИ ОСВІТНИМИ ПОТРЕБАМИ

Анотація.

Статтю присвячено дослідженню потенціалу штучного інтелекту як інструменту модернізації інклюзивної STEM-освіти для учнів з особливими освітніми потребами. Проаналізовано сучасні підходи до використання штучного інтелекту для персоналізації навчання, підвищення доступності освітніх матеріалів та оптимізації педагогічної діяльності, зокрема через адаптивні платформи, інтелектуальні тьюторські системи та імерсивні середовища. Визначено ключові технологічні, структурні та етичні виклики впровадження штучного інтелекту, а також сформульовано рекомендації щодо інтеграції цифрових інструментів у навчальний процес за умови збереження наставницької ролі педагога. Підкреслено, що комплексний підхід, який поєднує інноваційні технології та педагогічну майстерність, сприяє підвищенню доступності, якості та ефективності інклюзивної STEM-освіти, розвитку автономності учнів та їхньої соціальної інтеграції.

Ключові слова: STEM-освіта; штучний інтелект; інклюзивна STEM-освіта; цифрові освітні ресурси; педагоги; учні; здобувачі освіти; особливі освітні потреби.

INCLUSIVE STEM EDUCATION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: OPPORTUNITIES FOR TEACHERS TO USE THESE IN TEACHING STUDENTS WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS

Summary.

The article examines the transformation of inclusive educational environments under the influence of digital technologies and STEM approaches, particularly through the integration of artificial intelligence (AI) tools. The author emphasizes that combining practice-oriented learning with generative and adaptive AI systems allows for the creation of flexible educational trajectories that consider the individual needs of students with visual, auditory, speech, or cognitive impairments. The theoretical basis of the study relies on the analysis of both domestic and international experience, demonstrating a shift from a purely disciplinary focus in STEM to the development of an inclusive culture, social competencies, and soft skills. Special attention is given to the functional capabilities of adaptive platforms and intelligent assistants that ensure accessibility of STEM education for students with special educational needs (SEN). These tools can automatically generate subtitles, provide text-to-speech support, create tactile models, offer dynamic prompts during laboratory tasks, and develop personalized corrective learning paths. Both international and domestic studies confirm that the use of AI assistants enhances students' motivation, engagement, and learning outcomes, reduces communication barriers, and promotes socialization. At the same time, the effectiveness of AI integration is limited by several factors, including insufficient technical infrastructure, the lack of Ukrainian-language localizations of STEM resources, and ethical risks related to data privacy. Successful implementation of AI requires a

comprehensive approach that combines digital tools with traditional teaching methods, ensures personalized learning, develops cognitive and social skills, optimizes routine teacher tasks, and fosters an inclusive culture in STEM schools. Therefore, AI serves as a catalyst for the development of inclusive STEM education, enhancing accessibility, quality, and efficiency, while its implementation must be based on the synergy between technology and pedagogical expertise.

Keywords: STEM education; artificial intelligence; inclusive STEM education; digital educational resources; teachers; students; learners; special educational needs.

Вступ. Позитивне ставлення педагогів до інклюзивної освіти є важливою, але недостатньою умовою її ефективного впровадження. Сталість інклюзивної практики значною мірою залежить від системної підтримки педагогічних працівників, зокрема забезпечення їх навчально-методичними ресурсами, професійною підготовкою та можливостями міжпрофесійної співпраці з фахівцями й батьками, що сприяє підвищенню їхньої готовності до роботи в інклюзивному освітньому середовищі [1].

Цифрова трансформація суспільства та стрімкий розвиток сучасних технологій відкривають нові можливості для модернізації інклюзивної освіти, зокрема через упровадження STEM-підходів у навчальний процес. Розвиток STEM-освіти сприяє створенню практико-орієнтованого, дослідницького та інтерактивного освітнього середовища, що забезпечує рівні можливості для навчання учнів з особливими освітніми потребами (ООП). Поєднання STEM-підходів із цифровими технологіями, зокрема інструментами штучного інтелекту (ШІ), дає змогу адаптувати навчальні матеріали, урізноманітнювати форми подання інформації та забезпечувати персоналізацію навчального процесу відповідно до індивідуальних можливостей учнів. Це особливо важливо для дітей з різними освітніми потребами, зокрема з порушеннями зору, слуху, мовлення чи специфічними труднощами навчання, оскільки STEM-підходи сприяють розвитку практичних навичок, критичного мислення, творчості та активної участі кожного учня в освітньому процесі.

Постановка проблеми. У дослідженні [2] зазначається, що генеративний ШІ має значний потенціал для персоналізації навчання та автоматизації рутинних освітніх завдань, однак не здатен замінити педагогічну взаємодію, емоційну підтримку та наставницьку роль педагога. З огляду на це, ефективне використання ШІ в освіті передбачає його інтеграцію як допоміжного інструменту, що підсилює аналітичні можливості й індивідуалізацію навчального процесу, водночас зберігаючи провідну роль учителя та забезпечуючи достовірність освітнього контенту й мінімізацію технічних ризиків.

Наразі ШІ розглядається як перспективний інструмент розвитку інклюзивної освіти, оскільки забезпечує персоналізацію навчання, підвищує доступність освітніх ресурсів і сприяє подоланню бар'єрів для учнів з ООП. У праці [3] наголошено, що технології ШІ дають змогу створювати

адаптовані освітні матеріали (зокрема описи зображень, аудіотранскрипти, інтерактивні навчальні ресурси) та підтримувати індивідуалізоване навчання через інтелектуальні тьюторські системи, адаптивні онлайн-курси та віртуальних агентів. Подібні висновки подано в дослідженні [2], де акцентовано на потенціалі генеративного ШІ для створення адаптивних і персоналізованих освітніх середовищ, що підвищують залученість і навчальні результати учнів. Водночас дослідники у праці [4] звертають увагу на наявність низки викликів, пов'язаних з упровадженням таких технологій, серед яких недостатній рівень підготовки педагогічних працівників до використання ШІ, обмеженість технічної інфраструктури, а також етичні питання, що стосуються конфіденційності даних і рівного доступу до цифрових ресурсів. Таким чином, наукові публікації засвідчують значний потенціал ШІ для підтримки інклюзивного навчання, водночас підкреслюючи необхідність подальших комплексних досліджень щодо ефективних моделей його педагогічного застосування.

Мета статті – аналіз можливостей використання технологій ШІ в інклюзивній STEM-освіті та визначення педагогічних умов їхнього ефективного застосування вчителями для підтримки навчання учнів з ООП.

У статті наведено результати дослідження, одержані в ході виконання науково-дослідної роботи «Розвиток компетентності вчителів з використання штучного інтелекту в умовах реалізації STEM освіти», що виконується в Інституті цифровізації освіти НАПН України та фінансується за кошти державного бюджету.

Аналіз літератури та останніх досліджень. У сучасних наукових дослідженнях інклюзивна освіта розглядається як важливий механізм забезпечення рівного доступу до якісного навчання для всіх здобувачів освіти, зокрема осіб з ООП. Зарубіжні дослідники, зокрема R. Sijuola та J. Davidova, наголошують, що попри визнання інклюзії як ключового принципу сучасної освітньої політики, її практична реалізація часто ускладнюється соціальними упередженнями, недостатньою підготовкою педагогів, обмеженим фінансуванням, а також слабкою інфраструктурною підтримкою, особливо в країнах, які розвиваються [5]. Подібні проблеми відзначаються і в українському освітньому просторі дослідники А. Колупаєва і О. Таранченко [6] наголошують, що поширення ідей інклюзії трансформує освітній простір, сприяє соціальній інтеграції осіб з особливими потребами та водночас

виявляє структурні проблеми освітніх систем. Аналіз практики впровадження інклюзивного навчання в Україні також свідчить про наявність низки організаційних і матеріально-технічних перешкод, зокрема недостатню архітектурну доступність закладів освіти, дефіцит спеціального обладнання та кадрових ресурсів. У відповідь на ці виклики державна політика спрямована на системне вдосконалення інклюзивного середовища, що відображено в Національній стратегії розвитку інклюзивного навчання до 2029 року в Україні, яка передбачає розвиток безбар'єрного освітнього простору, підвищення професійної компетентності педагогів і формування ефективної системи підтримки здобувачів освіти з ООП.

Аналіз наукових джерел свідчить про системне впровадження цифрових технологій у STEM-освіту та інтеграцію формальних і неформальних підходів до навчання. Зокрема в дослідженні М. Швардака [7] підкреслено, що цифрові інструменти сприяють підвищенню мотивації учнів і розвитку компетентностей у природничо-технічних дисциплінах, забезпечуючи інтерактивність і персоналізацію навчального процесу. Методичні рекомендації [8] демонструють ефективність комплексного поєднання формальної та позашкільної освіти для обдарованих учнів у контексті STEM, акцентуючи на адаптації навчальних програм і розвитку творчих здібностей. Колективне дослідження Л. Гриневиц і співавторів [9] висвітлює роль цифрових технологій у формуванні екосистеми STEM-освіти, зокрема через використання інтерактивних платформ, дистанційних ресурсів і цифрових середовищ, що забезпечують доступність, інтеграцію різнорівневих освітніх компонентів та розвиток критичного мислення. Ці наукові джерела підтверджують, що застосування цифрових технологій у STEM-освіті потребує системного підходу, який поєднує технологічні інновації з педагогічними стратегіями та методичними моделями.

У цьому контексті проаналізуємо також дослідження, що спрямовані на особливості застосування STEM-підходів для інклюзивної освіти.

Впровадження ІІІ та STEM-підходів у інклюзивну освіту має значний потенціал, проте його реалізація залишається неповною. Так, у дослідженні G. Pieriboni та співавторів наголошують на необхідності створення відкритих і доступних інтелектуальних систем, які сприятимуть розвитку автономності здобувачів освіти та посиленню взаємодії між учнями й учителями [11]. Водночас підкреслюється, що ефективне впровадження таких технологій можливе лише за умови міждисциплінарної співпраці викладачів, дослідників, представників громадськості та людей з інвалідністю. Таким чином, доступність STEM-освіти розглядається не лише як технологічне, а й як соціальне та етичне завдання, спрямоване на

забезпечення рівних можливостей для всіх здобувачів освіти.

Водночас інші дослідження підкреслюють педагогічні аспекти розвитку інклюзивної STEM-освіти. Так, у публікації [12] обґрунтовується ефективність практико-орієнтованого навчання та інтеграції STEAM-підходів для розвитку творчого потенціалу учнів з ООП, зокрема через використання експериментальної діяльності та мистецьких елементів як альтернативних каналів сприйняття інформації. Подібну позицію висвітлено в дослідженні [13], де STEM-освіта розглядається як інструмент формування критичного мислення, командної роботи та впевненості учнів у власних можливостях. Аналіз досліджень, виконаних M. LaForce та співавторами, свідчить, що сучасні інклюзивні STEM-школи ґрунтуються не стільки на домінуванні природничо-математичних дисциплін, скільки на педагогічних стратегіях проблемного навчання, розвитку «м'яких навичок» та формуванні інклюзивної освітньої культури, що змінює загальну філософію навчання в напрямі активного, соціально-орієнтованого та компетентнісного підходу [10].

Про можливість інтеграції STEM-підходів в інклюзивному освітньому середовищі через реалізацію практикоорієнтованих проєктів, зокрема з використанням технологій апсайклінгу та створення власних інженерних виробів, описано в праці [14]. Така діяльність сприяє активному залученню дітей із різними освітніми потребами до командної роботи, розвитку творчості, технічного мислення та соціальної взаємодії. Практичний досвід підтверджує, що поєднання STEM-освіти з інклюзивними підходами створює сприятливі умови для формування практичних компетентностей учнів, підвищує їхню мотивацію до навчання та сприяє соціальній інтеграції [14].

Погоджуємося з думкою, висловленою в статті Л. Горбань, про те, що наразі є низка невирішених питань, пов'язаних із практичним впровадженням STEM/STEAM-підходів у систему інклюзивної освіти [12]. Окрім того, потребують подальшого дослідження проблеми адаптації навчально-методичного забезпечення для різних категорій учнів з ООП, поєднання науково-технічної підготовки з розвитком творчого потенціалу, а також створення ефективного інклюзивного освітнього середовища.

Отже, проаналізовані вище наукові джерела свідчать про зростання наукового інтересу до проблеми інтеграції інклюзивної освіти та STEM-підходів, однак більшість досліджень мають переважно концептуальний або описовий характер і зосереджені на обґрунтуванні потенційних переваг такого поєднання. Водночас аналіз літератури дає змогу дійти висновку, що всупереч значній теоретичній базі, питання системного впровадження інклюзивної STEM-освіти залишається недостатньо розробленим. Подальшого

наукового опрацювання потребують проблеми адаптації STEM-методик до різних нозологій та освітніх потреб учнів, розроблення універсальних моделей інклюзивного STEM-середовища, а також емпірична перевірка результативності цифрових і III-інструментів у підтримці навчальної автономії здобувачів освіти. Окрім того, важливим напрямом досліджень є підготовка вчителів до роботи в інклюзивному STEM-середовищі, розроблення адаптованого навчально-методичного забезпечення та формування комплексних критеріїв оцінювання ефективності інклюзивних STEM-практик, що враховуватимуть не лише академічні результати, а й соціально-комунікативний і творчий розвиток учнів.

Виклад основного матеріалу. Впровадження практико-орієнтованих STEM/STEAM-підходів в інклюзивну освіту забезпечує створення гнучкого та доступного середовища, яке через активне експериментування, сенсорну взаємодію та роботу з тактильними моделями адаптує навчання до потреб учнів із різними нозологіями. Використання таких методів замість пасивного засвоєння інформації стимулює когнітивний розвиток, креативність і самоефективність здобувачів освіти з ООП, сприяючи їхній успішній соціалізації та забезпеченню рівних можливостей для участі в освітньому процесі [12].

Підтримуємо думку, висловлену в публікації [11], що цифрові технології та інструменти III відіграють важливу роль у розвитку інклюзивної STEM-освіти. Зокрема генеративний III та інтелектуальні системи забезпечують нові можливості для підвищення доступності навчального контенту для здобувачів освіти з інвалідністю, пропонує адаптивну, мультимодальну та персоналізовану взаємодію. Використання таких технологій, як Retrieval-Augmented Generation та мультіагентні системи, сприяє створенню більш точних, контекстуалізованих і адаптивних освітніх матеріалів, а також підтримує індивідуальні освітні траєкторії. Важливим напрямом розвитку інклюзивних рішень є також застосування різноманітних цифрових інструментів – від голосових і тактильних інтерфейсів до доповненої реальності, інтелектуальних помічників та освітніх ігор, що підвищують залученість і автономність учнів з ООП [11].

На підставі аналізу наукових досліджень [7–14] сформульовано практичні рекомендації для вчителів щодо застосування III в інклюзивній STEM-освіті. Інструменти III мають значний потенціал для підвищення доступності навчання, однак їхня ефективність залежить від педагогічно обґрунтованої інтеграції, урахування потреб учнів з ООП і дотримання етичних принципів використання технологій.

1. Використовувати III для персоналізації STEM-навчання. Педагогам рекомендовано

застосовувати інструменти III для адаптації навчального матеріалу, темпу роботи та складності завдань відповідно до індивідуальних можливостей учнів з ООП. Адаптивні освітні платформи, аналітика навчальних результатів та автоматизоване формування індивідуальних навчальних траєкторій сприяють ефективнішому засвоєнню STEM-дисциплін.

2. Забезпечувати доступність STEM-матеріалів за допомогою III. Застосування технології III сприяє розширенню доступу до навчального контенту для учнів із різними формами порушень. Доцільно використовувати інструменти III для озвучення текстів, автоматичного створення субтитрів, розпізнавання мовлення, а також програми перетворення текстових і графічних матеріалів у доступні цифрові формати, що особливо важливо під час вивчення природничих і технічних дисциплін.

3. Застосовувати III для підтримки когнітивного та соціального розвитку учнів з ООП. У контексті інклюзивної STEM-освіти ефективним є використання інтелектуальних помічників, візуальних планувальників, програм для підтримки читання та письма, а також цифрових інструментів, що допомагають структурувати складну інформацію. Такі технології можуть сприяти розвитку самостійності, організації навчальної діяльності та соціальної взаємодії учнів.

4. Використовувати III для оптимізації педагогічної діяльності вчителя. Автоматизація рутинних завдань (перевірка тестів, аналіз навчальних результатів, створення навчальних матеріалів, організація комунікації через чат-боти) дає змогу зменшити адміністративне навантаження на педагогів. Це надає можливість педагогу приділяти більше уваги індивідуальній підтримці учнів з ООП та організації практикоорієнтованої STEM-діяльності.

5. Забезпечувати етичне, безпечне та педагогічно доцільне використання III. Інтеграція III в інклюзивну STEM-освіту має супроводжуватися дотриманням принципів етичності, конфіденційності даних і цифрової безпеки. Педагогам важливо формувати у здобувачів освіти критичне ставлення до використання III, навчати відповідальній роботі з цифровими технологіями та використовувати їх як допоміжний інструмент, що доповнює, але не замінює педагогічну взаємодію.

Отже, для ефективного застосування III в інклюзивній STEM-освіті важливим є комплексний підхід, що поєднує технологічні можливості III з педагогічною майстерністю вчителя, орієнтацією на потреби учнів з ООП та створенням доступного, безпечного й сприятливого освітнього середовища.

Окрім того, прикладом сучасних цифрових освітніх ресурсів є різноманітні платформи, що інтегрують інструменти III та можуть бути

використані в процесі реалізації STEM-освіти в інклюзивних класах. Такі платформи забезпечують доступ до інтерактивних навчальних матеріалів, віртуальних симуляцій і гейміфікованих освітніх модулів, що сприяє підвищенню мотивації учнів і покращенню засвоєння навчального матеріалу. З огляду на це, доцільним є детальний аналіз зазначених цифрових ресурсів з метою визначення їхнього потенціалу та можливостей використання в умовах інклюзивної STEM-освіти в українському освітньому середовищі.

Платформа «Labster» (<https://www.labster.com>) є однією зі світових лідерів у галузі віртуальних лабораторій. Ця платформа в сучасних умовах активно трансформується з бібліотеки віртуальних лабораторних симуляцій у комплексну інтелектуальну освітню платформу. Аналіз її функціональних можливостей свідчить про наявність інтегрованих інструментів ШІ, реалізованих у специфічний спосіб, зорієнтований на підтримку навчального процесу. Зокрема, одним із ключових компонентів є система адаптивних навчальних траєкторій, у межах якої алгоритми аналізують відповіді учнів під час виконання завдань у симуляціях. У разі виникнення помилки система не обмежується констатацією неправильного результату, а динамічно змінює характер підказок або пропонує додаткові теоретичні матеріали, що сприяє самостійному формуванню правильного висновку учнем. Окрім того, на платформі реалізовано призначений для вчителів модуль «Labster's AI-powered Teacher Dashboard», який використовує аналітичні можливості ШІ для прогнозування успішності та моніторингу навчальної діяльності. На основі аналізу значних масивів даних платформа визначає етапи виконання завдань, під час проходження яких учні стикаються з труднощами, що дає змогу вчителю оперативно коригувати освітній процес і реалізовувати персоналізований підхід, зокрема в умовах інклюзивних класів. З огляду на наведене, розробники платформи декларують подальшу інтеграцію генеративних моделей ШІ, зокрема створення віртуальних ШІ-тьюторів, здатних взаємодіяти з учнями природною мовою під час виконання експериментів та надавати пояснення складних аспектів навчального матеріалу. На рис. 1 представлено частину інтерфейсу платформи «Labster».

На нашу думку, платформа «Labster» має значний потенціал для використання в інклюзивній STEM-освіті, проте її впровадження потребує певних педагогічних і технологічних адаптацій. Однією з ключових переваг цієї платформи є можливість візуалізації складних і безпосередньо невидимих природничих процесів, зокрема функціонування ДНК або фізичних полів, що сприяє кращому розумінню абстрактних наукових концепцій учнями, які мають труднощі з їх когнітивним сприйняттям. Важливим аспектом також є

створення безпечного навчального середовища для експериментування, оскільки учні з ООП матимуть змогу неодноразово повторювати лабораторні досліди без ризику пошкодження обладнання чи виникнення небезпечних ситуацій, що знижує рівень тривожності, пов'язаної з можливістю помилки. Додатковим мотиваційним чинником виступає використання елементів гейміфікації, де навчальні симуляції мають сюжетну структуру (наприклад, дослідження наукових проблем або розслідування), що сприяє підтриманню навчальної мотивації та концентрації уваги, зокрема в учнів із розладом дефіциту уваги та гіперактивності. Важливою характеристикою платформи є також її технічна доступність та можливість керування за допомогою клавіатури, що розширює можливості використання ресурсу учнями з порушеннями зору чи моторними обмеженнями.

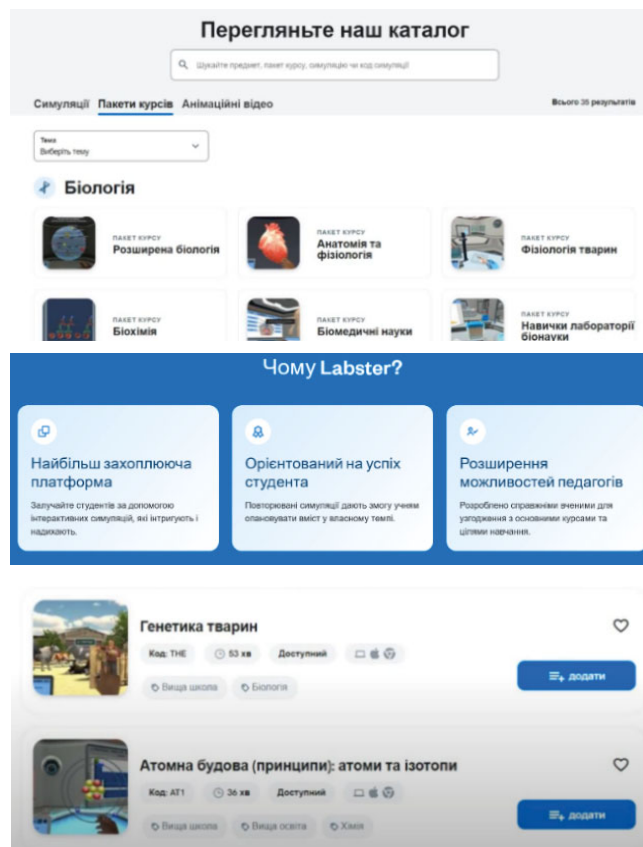


Рис. 1. Елементи інтерфейсу платформи «Labster»

Водночас варто враховувати певні виклики, пов'язані з використанням платформи «Labster». Так, окремі симуляції характеризуються високим рівнем когнітивного навантаження, що може створювати труднощі для учнів із розладами аутистичного спектра через значну кількість візуальних елементів та текстової інформації. Окрім того, мовний бар'єр, зумовлений переважно англійським контентом платформи, може потребувати додаткової педагогічної підтримки та адаптації

матеріалів для використання в українському освітньому середовищі.

Отже, платформа «Labster» є потужним інструментом для інклюзивної STEM-освіти саме завдяки поєднанню універсального дизайну та адаптивних алгоритмів, які підлаштовують темп навчання під можливості учня. Також для інклюзивного класу в налаштуваннях кожної симуляції можна активувати режими, що значно полегшують навчання учням із ООП.

Платформа «Querium» (<https://www.querium.com>) ґрунтується на принципах адаптивного навчання. Аналіз цієї платформи з позиції інклюзивного освітнього потенціалу та використання інструментів ШІ свідчить про наявність розвинених механізмів інтелектуальної підтримки навчального процесу. Запатентована технологія «StepWise» є ШІ-орієнтованою платформою, що призначена для вивчення математики та інженерних дисциплін. На відміну від звичайних освітніх чат-ботів, на платформі «Querium» здійснюється детальний аналіз кожного етапу розв'язування задачі, який виконує учень, подібно до процесу запису розв'язання на папері. Завдяки застосуванню алгоритмів ШІ платформа здатна ідентифікувати не лише кінцевий результат, а й логічні помилки на проміжних етапах виконання завдання. Відповідно до результатів такого аналізу на платформі формується миттєвий персоналізований зворотний зв'язок у вигляді адаптивних підказок, які спрямовані на самостійне виправлення помилок учнем без надання готової відповіді, що сприяє розвитку аналітичного мислення та формуванню стійких навчальних навичок.



Штучний інтелект

Що таке StepWise AI?

Запущений у 2014 році StepWise AI — це програмне забезпечення віртуального репетитора, яке імітує вказівки та заохочення досвідченого вчителя, учні впритулюють проблеми, надсилаючи кожен крок на отримання та одержуючи миттєвий зворотний зв'язок, включаючи допущені помилки та підказки щодо наступних кроків.



StepWise є адаптивним та персоналізованим, створюючи індивідуальний шлях навчання для кожного учня, а потім адаптує його до прогресу учня, щоб учні рухалися вперед, як тільки вони будуть готові, і він надає багаті дані інструкторам, щоб дати їм уявлення про вирішення проблем учня та рівень навичок.



Рис. 2. Елементи інтерфейсу платформи «Querium»

На нашу думку, у контексті інклюзивного навчання платформа «Querium» характеризується низкою специфічних функціональних

можливостей, які зумовлюють її потенціал як ефективного, хоча й вузькоспеціалізованого цифрового інструменту підтримки навчання для математики та інженерних наук. Здійснений аналіз дає змогу виокремити як переваги використання цієї платформи для інклюзивного освітнього середовища, так і певні обмеження для її застосування. До переваг для інклюзивної освіти можна зарахувати:

- мінімізацію когнітивного навантаження для учнів, значна частина учнів з ООП відчуває труднощі під час самостійного розв'язування задач без структурованих підказок. ШІ-асистент «Querium» забезпечує поетапний супровід процесу розв'язування, що сприяє структуризації мислення та поступовому формуванню алгоритмічних навичок;

- персоналізація темпу навчання, платформа надає можливість працювати у власному темпі, що є особливо важливим для учнів, які потребують більше часу для засвоєння математичних знань. Використання ШІ забезпечує безперервний зворотний зв'язок без проявів суб'єктивного оцінювання чи негативних емоційних реакцій, що сприяє формуванню психологічно безпечного освітнього середовища;

- об'єктивність взаємодії та відсутність упередженості, взаємодія з нейтральним ШІ-асистентом зменшує ризик негативного емоційного досвіду, пов'язаного з оцінюванням результатів навчання, що може позитивно впливати на розвиток академічної самоефективності учнів;

- наявність мобільної версії платформи підвищує рівень доступності цього ресурсу. Учні можуть використовувати смартфони чи планшети з попередньо налаштованими спеціальними можливостями (збільшення тексту, озвучування матеріалу тощо).

Водночас варто враховувати певні виклики, пов'язані з використанням платформи «Querium». По-перше, вузька предметна спеціалізація, платформа зосереджена переважно на формуванні математичної та інженерної грамотності. Таким чином, її функціональність зорієнтована на поглиблене предметне навчання, а не на комплексну інтеграцію STEM-компетентностей. По-друге, переважно текстовий навчальний інтерфейс, взаємодія з платформою значною мірою передбачає введення математичних символів та роботу з текстовою інформацією. Це може створювати додаткові труднощі для учнів із дислексією або значними порушеннями зору. По-третє, відсутність україномовної локалізації. Як і більшість сучасних STEM-платформ із ШІ, «Querium» орієнтована на англійськомовний освітній ринок. Це може створювати додаткові перешкоди для використання ресурсу в українських інклюзивних класах.

Отже, платформу «Querium» можна розглядати як приклад використання ШІ в ролі

персоналізованого навчального асистента для учнів, які мають труднощі в опануванні математичних дисциплін. Для інклюзивної STEM-освіти в Україні використання цього ресурсу може бути доцільним як цифрового тренажера для підготовки до підсумкових форм оцінювання з математики, за умови педагогічного супроводу з боку педагога, який забезпечуватиме пояснення термінології та адаптацію навчального матеріалу.

Платформа «AI STEM Lab» (<https://www.ailabassistant.com>) є спеціалізованим цифровим освітнім ресурсом, зорієнтованим на практичну інтеграцію технологій ШІ в STEM-освіту. Аналіз цього ресурсу з позиції інклюзивного освітнього потенціалу та технологічного наповнення свідчить про те, що, на відміну від багатьох інших освітніх платформ, де ШІ виконує переважно допоміжну функцію, «AI STEM Lab» розроблена з метою використання ШІ як безпосереднього об'єкта вивчення та водночас інструмента навчальної діяльності. Центральним компонентом платформи є модуль «AI Lab Assistant», який функціонує як інтелектуальний агент, що супроводжує учнів під час виконання лабораторних досліджень. Такий агент виступає в ролі «інтелектуального асистента», допомагаючи збирати експериментальні дані, інтерпретувати результати та формулювати можливі гіпотези. На *рис. 3* представлено елемент інтерфейсу платформи «AI STEM Lab».

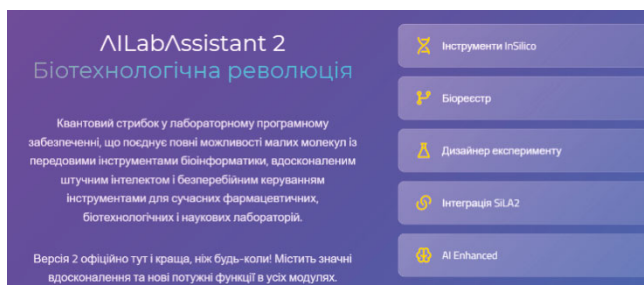


Рис. 3. Елемент інтерфейсу платформи «AI STEM Lab»

Окрім того, платформа «AI STEM Lab» містить інструменти машинного навчання зі спрощеними інтерфейсами, що дають змогу учням створювати та тренувати власні моделі ШІ (зокрема для розпізнавання об'єктів або класифікації даних) без необхідності володіння складними навичками програмування. Важливим елементом цієї платформи є механізм адаптивного тестування, у межах якого алгоритми ШІ аналізують рівень засвоєння навчального матеріалу та відповідно коригують складність подальших практичних завдань, забезпечуючи персоналізацію освітнього процесу.

Отже, проаналізовані вище цифрові платформи є майданчиками для реалізації інклюзивної STEM-освіти. Ці платформи можна використовувати як цифрові освітні ресурси для проведення окремих етапів уроку – спочатку

вільне дослідження об'єктів, потім відкриття прихованих механізмів їхньої роботи, і нарешті – глибоке вивчення теорії, що стоїть за ними. Вони також можуть бути корисними для позакласних заходів (гуртки, хакатони, наукові пікніки), під час яких можна здійснити менше формального та більше гнучкого впровадження ШІ.

Висновки. Інтеграція технологій ШІ в систему інклюзивної STEM-освіти створює нові можливості для персоналізації навчання та подолання перешкод для учнів з ООП. Адаптивні освітні платформи дають змогу: автоматично налаштувати складність навчального контенту відповідно до індивідуальних потреб учнів; забезпечувати різноманітні форми подання інформації, включно з озвученням текстів, автоматизованими субтитрами та інтерактивними симуляціями, що особливо важливо для учнів із порушеннями зору та слуху; підтримувати покрокове виконання лабораторних завдань, сприяючи розвитку автономності, самостійності та критичного мислення учнів; зменшувати адміністративне навантаження педагогів, звільняючи час для безпосередньої підтримки учнів та інтеграції їх в освітній процес.

Дослідження, проведені як в Україні, так і за кордоном, свідчать про ефективність інструментів ШІ, інтелектуальних тьюторських систем, віртуальних асистентів та імерсивних середовищ у підвищенні мотивації, залученості та покращенні навчальних результатів учнів, а також у зменшенні комунікаційних бар'єрів.

Водночас інтеграція інструментів ШІ в інклюзивну STEM-освіту обмежена низкою чинників, а саме: відсутністю україномовних локалізацій STEM-ресурсів; етичними ризиками, пов'язаними з конфіденційністю даних і алгоритмічною неупередженістю тощо.

На нашу думку, для ефективного застосування ШІ в інклюзивній STEM-освіті важливим є комплексний підхід, що поєднує цифрові інструменти та традиційні методи навчання. Зокрема рекомендується: 1) застосовувати адаптивні платформи для персоналізованого навчання та розвитку когнітивних і соціальних навичок учнів з ООП; 2) інтегрувати інтерактивні та імерсивні середовища для формування автономності та самостійності учнів; 3) автоматизувати рутинні завдання вчителів, зберігаючи емоційну та наставницьку роль педагога; 4) забезпечувати дотримання етичних стандартів щодо безпеки даних і алгоритмічної неупередженості; 5) розробляти та здійснювати педагогічну перевірку навчально-методичних комплексів для різних нозологій і сприяти формуванню інклюзивної культури в STEM-школах.

Отже, наголосимо, що ШІ постає каталізатором розвитку інклюзивної STEM-освіти, підвищуючи доступність, якість та ефективність

навчального процесу для учнів з ООП, але його впровадження має базуватися на поєднанні технологій і педагогічної майстерності. Таким чином, буде забезпечено рівний доступ до освіти, розвиток індивідуальних здібностей та успішна соціальна інтеграція кожного учня.

Подальшого вивчення потребує аналіз впливу ІІІ на розвиток «м'яких навичок», як використання інтелектуальних систем у STEM-проектах сприяє соціалізації, командній роботі та впевненості у власних силах учнів з ООП у довгостроковій перспективі.

Використані літературні джерела

1. Vanderpuye I., Obosu G. K., Nishimuko M. Sustainability of inclusive education in Ghana: teachers' attitude, perception of resources needed and perception of possible impact on pupils. *Int. J. Inclusive Educ.* 2020. Vol. 24, No. 14. P. 1527–1539. DOI: <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1544299>.
2. Guettala M., Bourekkache S., Kazar O., Harous S. Generative Artificial Intelligence in Education: Advancing Adaptive and Personalized Learning. *Acta Informatica Pragensia*. 2024. Vol. 13, No. 3. P. 460–489. DOI: <https://doi.org/10.18267/j.aip.235>.
3. Melo-López V. A., Basantes-Andrade A., Gudiño-Mejía C. B., Hernández-Martínez E. The Impact of Artificial Intelligence on Inclusive Education: A Systematic Review. *Educ. Sci.* 2025. Vol. 15, No. 5. P. 539. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci15050539>.
4. Calderón Choez C. J., Bajaan Miranda R. S. El rol de la inteligencia artificial en la educación inclusiva: Oportunidades y retos para la enseñanza personalizada. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*. 2024. Vol. 5, No. 2. DOI: <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.303>.
5. Sijuola R., Davidova J. Challenges of Implementing Inclusive Education: Evidence from Selected Developing Countries. *Rural Environment. Education. Personality (REEP)*. 2022. Vol. 15. P. 140–147. DOI: <https://doi.org/10.22616/REEP.2022.15.017>.
6. Колупаєва А. А., Таранченко О. М. Інклюзивна освіта: від основ до практики: [монографія]. Київ: ТОВ «АТОПОЛ», 2016. 152 с.
7. Швардак М. STEM-освіта засобами цифрових технологій. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. 2023. Вип. 92, Т. 1. С. 160–164. DOI: <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2023.92.1.33>.
8. Поліхун Н. І., Постова К. Г., Сліпихіна І. А., Онопченко Г. В., Онопченко О. В. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: метод. рекомендації. Київ: Ін-т обдар. дитини НАПН України, 2019. 80 с. URL: https://iod.gov.ua/content/docs/documentspdf/193/uprovadzhennya-stem-osviti-v-umovah-integraciyi-formalnoyi-i-neformalnoyi-osviti-obdarovanih-uchniv--metodichni-rekomendaciyi_.pdf.
9. Гриневич Л. М., Морзе Н. В., Вембер В. П., Бойко М. А. Роль цифрових технологій у розвитку екосистеми STEM-освіти. *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2021. № 83(3). С. 1–25. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v83i3.4461>.
10. LaForce M., Noble E., King H., et al. The eight essential elements of inclusive STEM high schools. *IJ STEM Ed.* 2016. Vol. 3. P. 21. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0054-z>.
11. Pieriboni G., Buzzi M., Leporini B. STEM education and ICT-enhanced tools for students with disabilities: a five-year review. *Univ Access Inf Soc.* 2026. Vol. 25, No. 3. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10209-025-01282-8>.
12. Горбань Л. В. Креативність без бар'єрів: STEM/STEAM для здобувачів освіти з особливими освітніми потребами. *Обдарованість: методи діагностики та шляхи розвитку: матеріали наук.-практ. онлайн-семінару (Київ, 22–26 травня 2025 р.)* / упоряд. М. Ю. Мельник, В. М. Шульга. Київ: Ін-т обдар. дитини НАПН України, 2025. С. 196–207. URL: https://iod.gov.ua/content/events/74/naukovo-praktichniy-onlayn-seminar-obdarovanist-metodi-diaagnostiki-ta-shlyahi-rozvitku_publications.pdf?1749714226.2887.
13. Плужник О. Впровадження STEM-освіти в інклюзивне середовище Нової української школи. *Особлива дитина: навчання і виховання*. 2020. № 1(90). С. 61–66. DOI: <https://doi.org/10.33189/ectu.v1i90.18>.
14. Тихомирова Т. С., та ін. Досвід поєднання STEM та інклюзивної освіти в літньому таборі на базі технічного вищого навчального закладу. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2018. № 3. С. 54–59. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/41043>.

References

1. Vanderpuye, I., Obosu, G. K., & Nishimuko, M. (2020). Sustainability of inclusive education in Ghana: teachers' attitude, perception of resources needed and perception of possible impact on pupils. *Int. J. Inclusive Educ.*, 24(14), 1527–1539. DOI: <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1544299>.
2. Guettala, M., Bourekkache, S., Kazar, O., & Harous, S. (2024). Generative Artificial Intelligence in Education: Advancing Adaptive and Personalized Learning. *Acta Informatica Pragensia*, 13(3), 460–489. DOI: <https://doi.org/10.18267/j.aip.235>.
3. Melo-López, V. A., Basantes-Andrade, A., Gudiño-Mejía, C. B., & Hernández-Martínez, E. (2025). The Impact of Artificial Intelligence on Inclusive Education: A Systematic Review. *Educ. Sci.*, 15(5), 539. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci15050539>.

4. Calderón Choez, C. J., & Bajaña Miranda, R. S. (2024). El rol de la inteligencia artificial en la educación inclusiva: Oportunidades y retos para la enseñanza personalizada [The role of artificial intelligence in inclusive education: Opportunities and challenges for personalized teaching]. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 5(2). DOI: <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.303>.
5. Sijuola, R., & Davidova, J. (2022). Challenges of Implementing Inclusive Education: Evidence from Selected Developing Countries. *Rural Environment. Education. Personality (REEP)*, 15, 140-147. DOI: <https://doi.org/10.22616/REEP.2022.15.017>.
6. Kolupaieva, A. A., & Taranchenko, O. M. (2016). Inkluzivna osvita: vid osnov do praktyky [Inclusive education: from basics to practice]. Kyiv. 152 p. [in Ukrainian].
7. Shvardak, M. (2023). STEM-osvita zasobamy tsyfrovyykh tekhnolohii [STEM education by means of digital technologies]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova – Scientific Journal of National Pedagogical Dragomanov University*, 92(1), 160-164. DOI: <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2023.92.1.33>. [in Ukrainian].
8. Polikhun, N. I., Postova, K. H., Slipukhina, I. A., Onopchenko, H. V., & Onopchenko, O. V. (2019). Uprovadzhennia STEM-osvity v umovakh intehratsii formalnoi i neformalnoi osvity obdarovanykh uchniv: metod. rekomendatsii [Implementation of STEM education in conditions of integration of formal and non-formal education of gifted students: methodological recommendations]. Kyiv. 80 p. Retrieved from: https://iod.gov.ua/content/docs/documentspdf/193/uprovadzhennya-stem-osvity-v-umovah-integratsiyi-formalnoyi-i-neformalnoyi-osvity-obdarovanih-uchniv--metodichni-rekomendatsiyi_.pdf. [in Ukrainian].
9. Hrynevych, L. M., Morze, N. V., Vember, V. P., & Boiko, M. A. (2021). Rol tsyfrovyykh tekhnolohii u rozvytku ekosystemy STEM-osvity [The role of digital technologies in the development of the STEM education ecosystem]. *Informatsiini tekhnolohii ta zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 83(3), 1-25. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v83i3.4461>. [in Ukrainian].
10. LaForce, M., Noble, E., King, H., et al. (2016). The eight essential elements of inclusive STEM high schools. *IJ STEM Ed.*, 3, 21. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0054-z>.
11. Pieriboni, G., Buzzi, M., & Leporini, B. (2026). STEM education and ICT-enhanced tools for students with disabilities: a five-year review. *Univ Access Inf Soc.*, 25(3). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10209-025-01282-8>.
12. Horban, L. V. (2025). Kreatyvnist bez barieriv: STEM/STEAM dlia zdobuvachiv osvity z osoblyvymy osvitynymi potrebamy [Creativity without barriers: STEM/STEAM for students with special educational needs]. *Obdarovanist: metody diahnostryky ta shliakhy rozvytku – Giftedness: methods of diagnosis and ways of development*, 196-207. Retrieved from: https://iod.gov.ua/content/events/74/naukovo-praktichnyi-onlayn-seminar-obdarovanist--metodi-diaagnostiki-ta-shlyahi-rozvytku_publications.pdf?1749714226.2887. [in Ukrainian].
13. Pluzhnyk, O. (2020). Vprovadzhennia STEM-osvity v inkluzivne seredovyshche Novoi ukrainskoi shkoly [Implementation of STEM education in the inclusive environment of the New Ukrainian School]. *Osoblyva dytyna: navchannia i vykhovannia – Special Child: Training and Education*, 1(90), 61-66. DOI: <https://doi.org/10.33189/ectu.v1i90.18>. [in Ukrainian].
14. Tykhomyrova, T. S., et al. (2018). Dosvid poiednannia STEM ta inkluzivnoi osvity v litnomu tabori na bazi tekhnichnoho vyshchoho navchalnoho zakladu [Experience of combining STEM and inclusive education in a summer camp based on a technical higher education institution]. *Intehrovani tekhnolohii ta enerhozberezhennia – Integrated Technologies and Energy Saving*, (3), 54-59. Retrieved from: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/41043>. [in Ukrainian].

Прийнято 11 лютого 2026 року.

Затверджено 27 лютого 2026 року.

Опубліковано 31 березня 2026 року.

Матеріал ліцензується на умовах міжнародної ліцензії Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).