

Світлана МАЛЬЧЕНКО

Криворізький державний педагогічний університет

e-mail: malchenko.svitlana@kdpu.edu.ua; ORCID: 0000-0001-8291-6642

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ІНСТРУМЕНТУ РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ: ПІДГОТОВКА МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ

Анотація. У статті розглянуто питання підготовки майбутніх учителів фізики та астрономії до використання штучного інтелекту (ШІ) як інноваційного інструменту розвитку природничо-математичних компетентностей учнів старшої школи. Актуальність дослідження зумовлена активною цифровізацією освіти та необхідністю формування в учителів нових професійних умінь, пов'язаних із використанням технологій ШІ. Підкреслено, що інтеграція штучного інтелекту в освітній процес має виходити за межі його застосування лише як засобу пошуку інформації. Важливим аспектом професійної підготовки є формування в майбутніх педагогів здатності використовувати ШІ для створення освітнього контенту, розроблення навчальних завдань, моделювання фізичних явищ, організації дослідницької діяльності та реалізації міждисциплінарних STEM-проектів. У статті проаналізовано можливості та ефективність застосування інструментів ШІ у процесі вивчення методичних дисциплін, розроблено рекомендації щодо їх упровадження у навчання фізики й астрономії. Зроблено висновок про доцільність системної інтеграції технологій штучного інтелекту у підготовку майбутніх учителів природничо-математичного профілю як умови підвищення якості професійної освіти та розвитку інноваційного мислення здобувачів.

Ключові слова: штучний інтелект, фізика, астрономія, STEM-освіта, природничо-математичні компетентності, майбутній учитель, цифровізація освіти.

У сучасному освітньому середовищі стрімкий розвиток цифрових технологій, зокрема штучного інтелекту (ШІ), відкриває нові можливості для формування природничо-математичних компетентностей учнів. Застосування ШІ у навчальному процесі дозволяє створювати адаптивні освітні платформи, автоматизувати оцінювання, моделювати складні явища та забезпечувати персоналізований підхід до навчання.

Актуальність теми зумовлена також потребою у трансформації традиційних підходів до викладання фізики, математики, хімії та біології, які часто залишаються абстрактними та складними для учнів. Використання ШІ дозволяє зробити процес навчання більш наочним, інтерактивним і практико-орієнтованим, що сприяє розвитку критичного мислення, дослідницьких навичок і мотивації до навчання.

Міжнародна практика підтверджує високу ефективність інтеграції технологій штучного інтелекту в освітній процес, що сприяє підвищенню якості навчання, персоналізації освітніх траєкторій та розвитку критичного мислення учнів. В Україні розпочато розроблення методичних рекомендацій щодо впровадження ШІ в шкільну освіту, що актуалізує потребу у глибокому науковому осмисленні цієї проблематики. Виникає необхідність створення моделей професійної підготовки педагогів, здатних ефективно застосовувати інноваційні цифрові інструменти у навчально-виховному процесі. У цьому контексті дослідження потенціалу використання штучного інтелекту для розвитку природничо-математичних компетентностей учнів набуває особливої соціальної значущості та наукової цінності.

Мета статті – розкрити можливості використання технологій штучного інтелекту у процесі підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін як інструменту розвитку природничо-математичних компетентностей учнів старшої школи, обґрунтувати методичні підходи до інтеграції AI-технологій у навчальний процес у контексті реалізації концепції Нової української школи.

Впровадження технологій штучного інтелекту в освітній процес є не лише інноваційним, а й методично обґрунтованим кроком, що відповідає сучасним вимогам до професійної компетентності педагога та сприяє підвищенню якості природничо-математичної освіти. ШІ дозволяє враховувати інтереси, стиль навчання та темп засвоєння матеріалу кожного учня.

У світовій практиці ШІ вже інтегровано в освітні цифрові платформи, які використовуються для викладання STEM-дисциплін. Українські дослідники, зокрема Інститут цифровізації освіти НАПН України, підтверджують ефективність ШІ у формуванні природничо-математичних компетентностей й активно розробляють поради щодо впровадження технологій ШІ як інструменту навчального процесу. Згідно з Державним стандартом базової середньої освіти (2021), цифрова компетентність є наскрізною і має формуватися в усіх освітніх галузях. Це передбачає вміння працювати з цифровими інструментами, моделювати явища, аналізувати дані, саме це можна реалізувати через ШІ.

Місце ШІ в сучасній дидактиці неможливо розглядати ізольовано від процесу підготовки майбутніх учителів. Ефективне використання ШІ в освітній практиці передбачає не лише володіння цифровими інструментами, а й глибоке розуміння дидактичних принципів їх застосування: цілеспрямованості, науковості, доступності, інтерактивності та рефлексивності. Це зумовлює необхідність оновлення змісту педагогічної освіти, зокрема включення до навчальних планів модулів із цифрової дидактики та методики використання інтелектуальних технологій у навчанні природничо-математичних дисциплін.

У сучасній освітній парадигмі акцент зміщується з передачі знань на розвиток компетентностей, насамперед природничо-математичних. Роль учителя полягає у формуванні в учнів здатності застосовувати знання на практиці, аналізувати дані, мислити критично та творчо. У цьому контексті штучний інтелект стає інструментом реалізації компетентнісного підходу завдяки використанню симуляторів, систем автоматич-

ного аналізу даних, генераторів навчальних завдань та інших ресурсів. Поєднання трьох компонентів «штучний інтелект + розвиток компетентностей + підготовка вчителя» створює синергетичний ефект, що сприяє оновленню освітнього процесу.

Застосування ІІІ відкриває нові можливості для створення цифрових моделей фізичних процесів, які складно або неможливо реалізувати в умовах шкільної лабораторії. Це дозволяє забезпечити глибше розуміння складних і абстрактних понять, зокрема хвильових явищ, квантових ефектів, гравітаційних полів тощо. Інтелектуальні системи здатні аналізувати навчальні досягнення учнів і автоматично коригувати рівень складності завдань, темп навчання та способи пояснення матеріалу, що підсилює індивідуалізацію освітнього процесу.

Крім того, штучний інтелект активно підтримує проектну діяльність учнів, надаючи змогу працювати з реальними науковими даними, будувати гіпотези, проводити віртуальні експерименти та аналізувати отримані результати. Така діяльність сприяє розвитку критичного мислення, логічного аналізу та наукової грамотності. Системи на основі ІІІ також забезпечують автоматичну перевірку завдань, надають миттєвий зворотний зв'язок, виявляють типові помилки та пропонують шляхи їх подолання, що підвищує ефективність навчання та мотивацію учнів (рис. 1).

Використання технологій ІІІ у сучасній дидактиці природничо-математичних дисциплін виступає не просто технологічним доповненням, а інноваційним дидактичним засобом, що змінює саму природу навчання – від репродуктивного до дослідницького, від одноманітного до персоналізованого, від теоретичного до прикладного.

Застосування ІІІ дозволяє зробити навчання більш наочним, адаптивним і прикладним, що особливо важливо для засвоєння складних фізичних та астрономічних понять. З метою розвитку природничо-математичних та цифрових компетентностей учнів, а також підвищення мотивації до навчання, доцільно інтегрувати інструменти штучного інтелекту у навчальний процес. У таблиці 1 наведено платформи, які можуть бути використані як у шкільній практиці, так і в процесі підготовки майбутніх учителів.

Застосування зазначених платформ сприяє:

- візуалізації складних фізичних явищ (електромагнітні поля, хвильові процеси, орбітальні рухи);
- моделюванню експериментів, які неможливо реалізувати в умовах шкільної лабораторії;
- аналізу даних у реальному часі з автоматичними висновками;



Рис. 1. Дидактичні функції ІІІ

- інтеграції навчання з мобільними пристроями, що розширює доступність освітнього контенту.

Таблиця 1

Платформи, які інтегруються з ІІІ

Назва платформи	Призначення та можливості	Рекомендоване використання
Labster	Віртуальні лабораторії з фізики, хімії, біології. ІІІ адаптує сценарій до рівня учня, надає підказки, оцінює дії	Моделювання експериментів, STEM-проекти
Stellarium + AI-помічники	Веб-планетарій для моделювання зоряного неба. Можлива інтеграція з голосовими асистентами	Навчальні спостереження, вивчення небесних тіл
PhET Interactive Simulations	Інтерактивні моделі з фізики та астрономії. Нові версії містять адаптивні підказки	Візуалізація абстрактних понять, самостійна робота
Sokrat.ai	Українська платформа для створення адаптивних курсів з елементами ІІІ	Індивідуалізоване навчання, тестування, діалоги
Vernier Graphical Analysis	Програмне забезпечення для збору та аналізу даних з датчиків Vernier. ІІІ розпізнає закономірності, будує графіки	Лабораторні роботи, аналіз експериментальних даних

У процесі підготовки майбутніх учителів фізики та астрономії доцільно включати до навчальних програм практичні модулі, присвячені роботі з зазначеними платформами. Це дозволить сформувати у здобувачів освіти навички використання ІІІ для організації навчальних занять, реалізації проектної діяльності та супроводу учнівських досліджень. Використання наведених у таблиці платформ не лише підвищують якість викладання, а й формують у здобувачів освіти навички роботи з сучасними цифровими інструментами, що є важливою складовою їхньої професійної підготовки в умовах реалізації концепції НУШ.

ІІІ дозволяє враховувати інтереси, стиль навчання та темп засвоєння матеріалу кожного учня. Наприклад: учні, які краще сприймають візуальну інформацію, отримують більше графіків, схем і відео. Ті, хто орієнтовані на практику, можуть виконувати інтерактивні завдання з моделювання фізичних процесів. Учні з високим рівнем мотивації можуть долучатися до дослідницьких проектів, використовуючи ІІІ для аналізу даних, прогнозування результатів та побудови моделей.

За останні 3–5 років в Україні значно зріс інтерес до використання ІІІ в освіті, з'являються оглядові публікації, методичні матеріали та прикладні дослідження, які фокусуються на підготовці педагогів до цифрових інструментів, етиці застосування ІІІ та практичних кейсах застосування у предметах. Одночасно держава визначила розвиток ІІІ як пріоритет

(нац. стратегія 2021–2030), що сприяє появі програм і грантів для впровадження ШІ в ЗВО й школи.

Основні тематичні напрями в українських дослідженнях:

✓ *Системи підготовки вчителя до ШІ*: роботи присвячені формуванню цифрових компетентностей, методикам впровадження AI-інструментів у педагогічну підготовку та пропозиціям для зміни освітніх програм. Тут зустрічаються як теоретичні побудови, так і початкові модельні підходи [2].

✓ *Методичні кейси та приклади*: практичні дослідження, які описують застосування конкретних інструментів (генеративні моделі, віртуальні лабораторії, сервіси для візуалізації і моделювання) під час вивчення окремих тем (наприклад, функції в математиці, експериментальні дослідження в фізиці). Є приклади апробацій у межах дисциплін і конференційних доповідей [3].

✓ *Етичні, правові та методичні питання*: ряд публікацій розглядає ризики, питання достовірності даних, авторського права та наукової етики при застосуванні ШІ в освітньому процесі. Ця тема активно розвивається паралельно з практичними кейсами [4].

✓ *Оцінювання ефективності й впливу*: поки що небагато масштабних емпіричних досліджень з контрольними групами, але зростає кількість звітих апробацій (пілотні впровадження, відгуки студентів/викладачів) [5].

На сьогодні можна спостерігати позитивні зрушення, а саме з'являються міжвідомчі ініціативи (академії, програми підвищення кваліфікації від міжнародних партнерів і корпорацій), що дають практичні курси для вчителів і викладачів ЗВО. Українські журнали та конференції (зокрема педагогічні збірники і тематичні секції) дедалі частіше публікують матеріали про ШІ в освіті, що формує методичну основу для подальших прикладних досліджень [6].

Існують й проблемні сторони, серед таких можна відмітити головні прогалини та виклики: Більшість робіт є загальноосвітніми або сфокусовані на інформатиці й математиці; специфіка лабораторних методів фізики та астрономічних спостережень опрацьована слабше (потребує цільових досліджень) [7]. Багато публікацій концентруються на інструментах, натомість бракує методичних моделей інтеграції AI у формування компетентностей (педагогіка інтеграції, проєктні технології, оцінювання компетентностей) [5]. Переважно пілотні апробації і описові статті; бракує масштабних контрольованих досліджень впливу ШІ на результати учнівського навчання в профільних природничих дисциплінах [5]. На сьогодні потреба у стандартах, правилах використання ШІ в школі, захисті даних учнів і легальному використанні контенту ще не вирішена повністю [4].

Серед рекомендацій, які можна виділити в методичній літературі: необхідність розробки спеціалізованих методичних моделей та освітніх модулів для підготовки вчителів фізики й астрономії з акцентом на AI-інструменти (віртуальні лабораторії, моделювання, генерація завдань, аналіз даних) (підтримується національною стратегією [1]). Важливість запустити довготривалі експерименти з контрольними групами для оцінки впливу AI-підходів на формування природничо-математичних компетентностей [5].

Включати у програми підготовки теми етики, правових аспектів і цифрової безпеки при роботі зі ШІ [4]. Розвивати партнерства ЗВО – школи – IT-індустрія й міжнародні проєкти для обміну практиками й ресурсами (приклади програм та NGO-ініціатив уже є) [7].

Однією з перспективних можливостей сучасної освіти є використання технологій штучного інтелекту не лише як засобу пошуку, обробки та візуалізації інформації, чи інтеграції з віртуальними фізичними й астрономічними симуляторами, але й як інструменту створення динамічного, адаптивного освітнього процесу. Йдеться про перетворення ШІ з пасивного виконавця завдань на активний дидактичний засіб навчання, що забезпечує індивідуалізацію та підвищення ефективності засвоєння знань.

Зокрема, учитель може застосовувати генератори тестових завдань на основі ШІ для оперативного створення диференційованих вікторин, орієнтованих на рівень підготовленості та профіль навчання учнів старшої школи. Такий підхід сприяє розвитку вмінь учнів аналізувати фізичні явища, моделювати ситуації та формулювати наукові висновки. Наприклад, з метою мотивації до вивчення нової теми на початку уроку вчитель може задати ШІ запитання: «Поясни просто, куди дівається енергія, коли автомобіль гальмує». Отримане пояснення з прикладом переходу кінетичної енергії в теплову стає основою для дискусії, у ході якої учні формулюють гіпотези та визначають зміст майбутнього уроку.

Ефективним методом закріплення матеріалу є навчальна гра «ШІ-виклик»: учні по черзі вводять у систему опис фізичної ситуації (наприклад, «м'яч падає у воду») та запитують, які види енергії беруть участь у процесі. Відповіді, згенеровані ШІ, аналізуються класом і обговорюються під керівництвом учителя. У рамках домашнього завдання учням можна запропонувати створити за допомогою ШІ коротку інфографіку або анімацію, що ілюструє приклади збереження енергії в побуті, а також сформулювати кілька тестових запитань для однокласників за вивченою темою.

Використання технологій штучного інтелекту у сучасній освіті відкриває нові можливості для розвитку природничо-математичних компетентностей учнів, сприяючи формуванню дослідницьких умінь, критичного мислення та індивідуалізації навчання. Ефективне впровадження таких інструментів потребує якісної підготовки майбутніх учителів, здатних усвідомлено застосовувати ШІ у педагогічній практиці, поєднуючи знання з методики викладання, цифрових технологій та педагогіки партнерства. Формування AI-грамотності стає невід'ємною складовою професійної компетентності сучасного педагога, що включає етичне використання штучного інтелекту та вміння інтегрувати інтелектуальні ресурси в освітній процес. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення методичних моделей і практичних рекомендацій для використання інструментів ШІ у навчанні природничо-математичних дисциплін і підвищення рівня цифрової культури вчителя.

Список використаних джерел:

1. Національна стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні на 2021–2030 pp. URL: https://wp.oecd.ai/app/uploads/2021/12/Ukraine_National_Strategy_for_Development_of_Artificial_Intelligence_in_Ukraine_2021-2030.pdf

2. Коломієць А., Кушнір О. Використання штучного інтелекту в освітній та науковій діяльності: можливості та виклики. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems*. 2024. Вип. 70. С. 45–57. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57>
3. Годя Т.Ю. Використання штучного інтелекту при підготовці вчителя до уроків, присвячених вивченню функцій у старшій профільній школі. *Актуальні питання природничо-математичної освіти: збірник наукових праць / МОН України, СумДПУ ім. А.С.Макаренка; ред. рада: М.І.Бурда, Л.В.Кондрашова, М.Гарнер, В.Б.Мілушев та ін. Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2024. Вип. 2 (24). С. 131–140. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/handle/123456789/16640>*
4. Уманець В., Шахіна І., Розпутня Б. Підготовка майбутніх учителів інформатики до використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems*. 2024. Вип. 72. С. 162–169. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-162-170>
5. Власова В.П., Науменко Т.С., Різак Г.В. Про використання штучного інтелекту в підготовці педагогів для підвищення цифрових компетенцій. 2025. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15064807>
6. Skrypka H. Artificial intelligence in education: enhancing teacher professional development programs. *Information Technologies and Learning Tools (ITLT)*. 2024. Vol. 101. No. 3. P. 227–238. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v101i3.5639>
7. STEM Osvita Ukraine. The activity of the NGO “STEM Osvita Ukraine” is focused on the popularization of STEM education, which we consider one of the most important tools for the development of children and preparing them for the future challenges of the technological world. URL: <https://stemosvita.org.ua/en/>
8. Uzwyshyn R. Academic Research Libraries and Enabling Artificial Intelligence: From Open Science and Datasets to AI and Discovery. 2023. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20360.70404>

Svitlana MALCHENKO

Kyryvi Rih State Pedagogical University

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR DEVELOPING STUDENTS' NATURAL SCIENCE AND MATHEMATICAL COMPETENCIES: TRAINING FUTURE TEACHERS

Abstract. The article discusses the issue of preparing future physics and astronomy teachers to use artificial intelligence (AI) as an innovative tool for developing the natural science and mathematics competencies of senior school students. The relevance of the study is determined by the active digitalization of education and the need to develop new professional skills in teachers related to the use of AI technologies. It is emphasized that the integration of artificial intelligence into the educational process should go beyond its use solely as a means of searching for information. An important aspect of professional training is to develop future teachers' ability to utilize AI to create educational content, design learning tasks, model physical phenomena, organize research activities,

and implement interdisciplinary STEM projects. The article examines the potential and effectiveness of utilizing AI tools in the study of methodological disciplines. It develops recommendations for their implementation in the teaching of physics and astronomy. It concludes that the systematic integration of artificial intelligence technologies into the training of future natural science and mathematics teachers is advisable as a condition for improving the quality of professional education and fostering innovative thinking among students.

Key words: artificial intelligence, physics, astronomy, STEM education, natural and mathematical competences, future teacher, digitalisation of education.

References:

1. Natsionalna stratehiia rozvytku shtuchnoho intelektu v Ukraini na 2021–2030 rr. URL: https://wp.oecd.ai/app/uploads/2021/12/Ukraine_National_Strategy_for_Development_of_Artificial_Intelligence_in_Ukraine_2021-2030.pdf
2. Kolomiiets A., Kushnir O. Vykorystannia shtuchnoho intelektu v osvittii ta naukovii diialnosti: mozhlyvosti ta vyklyky. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems*. 2024. Vyp. 70. S. 45–57. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57>
3. Hoda T.Yu. Vykorystannia shtuchnoho intelektu pry pidhotovtsi vchytelia do urokiv, prysviachenykh vyvchenniu funktsii u starshii profilnii shkoli. Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity: zbirnyk naukovykh prats / MON Ukrainy, SumDPU im. A.S. Makarenka; red. rada: M.I. Burda, L.V. Kondrashova, M. Harner, V.B. Milushev ta in. Sumy: SumDPU im. A.S. Makarenka, 2024. Vyp. 2 (24). S. 131–140. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/handle/123456789/16640>
4. Umanets V., Shakhina I., Rozputnia B. Pidhotovka maibutnikh uchyteliv informatyky do vykorystannia tekhnologii shtuchnoho intelektu v osvittomu protsesi. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems*. 2024. Vyp. 72. S. 162–169. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-162-170>
5. Vlasova V.P., Naumenko T.S., Rizak H.V. Pro vykorystannia shtuchnoho intelektu v pidhotovtsi pedahohiv dlia pidvyshchennia tsyfrovyykh kompetentsii. 2025. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15064807>
9. Skrypka H. Artificial intelligence in education: enhancing teacher professional development programs. *Information Technologies and Learning Tools (ITLT)*. 2024. Vol. 101. No. 3. P. 227–238. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v101i3.5639>
10. STEM Osvita Ukraine. The activity of the NGO “STEM Osvita Ukraine” is focused on the popularization of STEM education, which we consider one of the most important tools for the development of children and preparing them for the future challenges of the technological world. URL: <https://stemosvita.org.ua/en/>
6. Uzwyshyn R. Academic Research Libraries and Enabling Artificial Intelligence: From Open Science and Datasets to AI and Discovery. 2023. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20360.70404>

Отримано: 25.10.2025