

## МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ ВЧИТЕЛЯМИ СЕРВІСІВ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У НАВЧАННІ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Валентина КОВАЛЕНКО ✉

Інститут цифровізації освіти НАПН України, Україна  
Державна науково-педагогічна бібліотека України  
імені В. О. Сухомлинського, Україна  
kovalenko@iitlt.gov.ua  
<https://orcid.org/0000-0002-4681-5606>

Майя МАР'ЄНКО

Інститут цифровізації освіти НАПН України, Україна  
popel@iitlt.gov.ua  
<https://orcid.org/0000-0002-8087-962X>

## METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF TEACHERS' USE OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE SERVICES IN TEACHING NATURAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

Valentyna KOVALENKO ✉

Institute of digitalization of education of NAES of Ukraine, Ukraine  
V. Sukhomlynskyi State Scientific  
and Educational Library of Ukraine, Ukraine  
kovalenko@iitlt.gov.ua  
<https://orcid.org/0000-0002-4681-5606>

Maiia MARIENKO

Institute of digitalization of education of NAES of Ukraine, Ukraine  
popel@iitlt.gov.ua  
<https://orcid.org/0000-0002-8087-962X>

### АНОТАЦІЯ

У статті досліджено методичні засади використання вчителями сервісів генеративного штучного інтелекту (ГШІ) у навчанні природничо-математичних предметів. Проаналізовано наукові публікації щодо використання вчителями сервісів ГШІ, у навчанні природничо-математичних предметів, визначено методичні засади їх використання у складі методів і форм навчання природничо-математичних предметів із використанням ГШІ, засобів навчання.

**Формулювання проблеми.** Для даного дослідження важливим є представлення проблеми визначення методичних засад використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів.

**Матеріали і методи.** Використано комплекс методів: аналіз, систематизація, узагальнення наукових джерел, аналіз наукових публікацій вітчизняних і закордонних вчених, нормативно-правових документів, узагальнення власного досвіду та ін. На основі прогностичного підходу було визначено шляхи подальших наукових досліджень щодо використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів.

**Результати.** У дослідженні визначено методичні засади використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів, які складаються з методів навчання природничо-математичних предметів із використанням ГШІ, форм навчання природничо-математичних предметів із використанням ГШІ та засобів навчання.

**Висновки.** Використання ГШІ у навчанні природничо-математичних дисциплін сприяє персоналізації освіти, підвищенню мотивації учнів і покращенню візуалізації навчального матеріалу, особливо у STEM-галузі. Проте ефективно впровадження ГШІ потребує науково обґрунтованих методичних підходів, законодавчого врегулювання та підвищення цифрової компетентності педагогів, зокрема, щодо використання ГШІ в освітньому процесі. Важливим є поєднання традиційних методів навчання з ГШІ, а також дотримання етичних принципів, зокрема доброчесності та захисту персональних даних. Учителю залишається ключовою фігурою освітнього процесу, виконуючи роль наставника та розвиваючи критичне мислення учнів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** методичні засади; вчителі; сервіси ГШІ; освітній процес; природничо-математичні предмети.

### ABSTRACT

The article examines the methodological principles of teachers' use of generative artificial intelligence (GAI) services in teaching science and mathematics. Scientific publications on teachers' use of generative artificial intelligence services in the educational process, particularly in teaching science and mathematics, are analyzed. The methodological principles of teachers' use of GAI services in teaching science and mathematics, which consist of teaching science and mathematics using GAI, forms of teaching science and mathematics using GAI, and teaching aids, are determined.

**Formulation of the Problem.** For this study, it is essential to present the problem of determining the methodological principles of teachers using generative artificial intelligence services in teaching natural and mathematical subjects.

**Materials and Methods.** A set of methods was used: analysis, systematization, generalization of scientific sources, analysis of scientific publications of domestic and foreign scientists, regulatory documents, generalization of own experience, etc. Based on the prognostic approach, ways of further scientific research were determined on teachers' use of generative artificial intelligence services in teaching natural and mathematical subjects.

**Results.** The study determined the methodological principles of using generative artificial intelligence services by teachers in teaching natural and mathematical subjects, which consists of methods of teaching natural and mathematical subjects using generative artificial intelligence, forms of teaching natural and mathematical subjects using generative artificial intelligence, and teaching aids.

**Conclusion.** The use of GAI in teaching science and mathematics contributes to the personalization of education, increasing student motivation and improving the visualization of educational material, especially in the STEM field. However, the effective implementation of GAI requires scientifically sound methodological approaches, legislative regulation, and increasing the digital competence of teachers, in particular regarding the use of AI in the educational process. It is essential to combine traditional teaching methods with GAI and adhere to ethical principles, particularly integrity and protection of personal data. The teacher remains a key figure in the educational process, fulfilling the role of a mentor and developing students' critical thinking.

**KEYWORDS:** methodological foundations; teachers; GAI services; educational process; natural and mathematical sciences.

**ДЛЯ ЦИТУВАННЯ:** Коваленко В., Мар'єнко М. Методичні засади використання вчителями сервісів генеративного штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів. *Фізико-математична освіта*, 2025. Том 40. № 3. С. 19-24. <https://doi.org/10.31110/fmo2025.v40i3-03>.

**FOR CITATION:** Kovalenko, V., & Marienko, M. (2025). Methodological Foundations of Teachers' Use of Generative Artificial Intelligence Services in Teaching Natural and Mathematical Sciences. *Physical and Mathematical Education*, 40(3), 19-24. <https://doi.org/10.31110/fmo2025.v40i3-03>.

## ВСТУП

**Постановка проблеми.** У сучасному світі генеративний штучний інтелект відіграє дедалі важливішу роль у науці, освіті та технологічному розвитку суспільства. Використання наукових нейронних мереж глибокого навчання, що застосовують розпізнавання об'єктів та великі дані, є значущим проривом у галузі машинного навчання. Зокрема, модель Стенфордської нейронної мережі GPT та її інтеграція з методологіями географічно розподілених екосистем відкривають нові горизонти у сфері досліджень. Використання великих онлайн-сховищ даних, таких як Техаське сховище, що об'єднує наукові ресурси різних університетів, таким чином створюючи умови для зростання відкритої науки.

Сьогодні не втрачають своєї актуальності дослідження пов'язані з використанням ГШІ в освітньому процесі. Зокрема, у міжнародних наукових колах активно обговорюється питання застосування ГШІ в навчанні. Інструмент DALL-E AI, розроблений OpenAI, використовується для створення навчальних матеріалів, що сприяє кращому розумінню дисциплін серед студентів та учнів. Дослідження Хана та Лулвані демонструють потенціал ГШІ для віртуальних класів, тоді як Альхумайд аналізує ставлення студентів та освітніх установ до впровадження інтелектуальних технологій у навчальний процес. Гарсія-Мартінес із колегами підтверджують позитивний вплив ГШІ на мотивацію студентів, особливо у STEM-освіті.

Разом з тим, виникає ряд проблем, пов'язаних із ефективним використанням ГШІ у навчанні природничо-математичних дисциплін. Однією з головних проблем є відсутність чітких методичних підходів до інтеграції сервісів ГШІ у шкільну освіту. Вчителі часто не мають достатніх знань про можливості та обмеження таких технологій як ГШІ, що ускладнює їх застосування у освітньому процесі. Крім того, важливим аспектом також є розробка рекомендацій щодо доцільного використання ГШІ з урахуванням дидактичних принципів і потреб учнів різних вікових категорій.

Нові можливості відкритої науки, засновані на глобальних мережах і сучасних алгоритмах глибокого навчання, створюють передумови для вдосконалення освітніх методик. Онлайн-репозиторії дослідницьких даних дозволяють ділитися навчальними ресурсами, що сприяє персоналізації навчання та підвищенню його доступності. Водночас такі системи потребують належної організації та підтримки, щоб гарантувати їх ефективне функціонування (Мар'єнко & Коваленко, 2023).

ГШІ в освіті також стикається з викликами, пов'язаними з адаптацією навчальних матеріалів до особливостей цифрового середовища. Важливим є розробка методик, які забезпечать коректну взаємодію учнів з сервісами ГШІ, враховуючи їх когнітивні особливості та рівень підготовки. Не менш важливим залишаються питання оцінки ефективності використання ГШІ у освітньому процесі, що потребує проведення емпіричних досліджень і системного аналізу отриманих результатів.

Крім того, обов'язково необхідно враховувати етичні та соціальні аспекти використання ГШІ в освіті. Важливо забезпечити прозорість алгоритмів, уникати упередженості в навчальних матеріалах та створювати умови для безпечного використання ГШІ учнями. Також слід розробляти механізми для контролю за якістю контенту, який генерується штучним інтелектом, щоб уникнути поширення недостовірної або неточної інформації. Успішна інтеграція ГШІ в освітній процес вимагає співпраці між розробниками технологій ГШІ, дослідниками і педагогами для створення ефективних та адаптивних навчальних рішень щодо етичного використання ГШІ.

Таким чином, актуальним завданням є розроблення методичних засад використання сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів. Визначення оптимальних шляхів впровадження цих технологій допоможе зробити освітній процес ефективнішим та доступнішим для широкого кола учнів, що сприятиме розвитку освіти в умовах цифрової епохи.

**Аналіз актуальних досліджень.** Проаналізуємо деякі наукові публікації та нормативні документи, щодо стосуються проблеми розробки методичних засад використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів.

Відповідно до Регламенту ЄС про штучний інтелект (European Commission. AI Act, 2024), використання ГШІ в освітній сфері класифікується як високоризикове, особливо у випадках автоматизованого ухвалення рішень щодо доступу до закладів освіти. Водночас документ акцентує увагу на можливих економічних і соціальних перевагах впровадження ГШІ в освіті.

ЮНЕСКО у 2023 році опублікувало чергові рекомендаційні матеріали щодо використання ГШІ в освіті та дослідженнях. Поява ChatGPT та подібних інструментів викликала глобальний резонанс, активізувала конкуренцію серед технологічних компаній і спричинила дискусії в освітянській спільноті щодо етичності та ризиків їх застосування. Деякі заклади освіти заборонили ГШІ, тоді як інші прагнуть навчати його ефективному та відповідальному використанню. ГШІ має значний потенціал для автоматизації рутинних завдань і сприяння навчанню, проте також породжує виклики, пов'язані з безпекою, конфіденційністю та авторськими правами. Рекомендації ЮНЕСКО спрямовані на формування відповідних політик і програм, що дозволять використовувати ГШІ як корисний інструмент для викладачів, студентів і дослідників, підкреслюючи, що технології мають доповнювати, а не замінювати людський потенціал у вирішенні освітніх викликів (Miao Fengchun & Holmes Wayne, 2023).

Одним із основних нормативних документів в Україні є Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки (Стратегія розвитку, 2020). В даному документі наголошується, що рівень цифровізації освітнього процесу значно відстає від інших галузей, що стримує потенціал модернізації вищої освіти. Документ наголошує на

необхідності активного впровадження цифрових технологій у всі аспекти навчання, управління освітніми установами та наукової діяльності. Для цього передбачається розвиток цифрової інфраструктури, створення сучасних електронних платформ, розширення доступу до відкритих освітніх ресурсів та використання ГШІ для персоналізації освітнього процесу.

Окрім цього, Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки (Стратегія розвитку, 2020) передбачає підвищення цифрової компетентності викладачів і студентів, що стане ключовим чинником ефективного використання нових технологій. Планується розробка спеціальних навчальних програм і курсів, спрямованих на вдосконалення навичок роботи з цифровими інструментами, а також стимулювання наукових досліджень у сфері освітніх технологій. Важливим аспектом є також забезпечення кібербезпеки та захисту даних, що набуває особливого значення в умовах цифрової трансформації освіти. Тож, реалізація цієї стратегії сприятиме створенню сучасної, гнучкої та конкурентоспроможної системи вищої освіти в Україні.

У 2024 році Міністерство освіти і науки України разом із Міністерством цифрової трансформації України та робочою групою із 30 фахівців – представників Міністерства освіти і науки України, наукового середовища, інститутів підвищення кваліфікації, університетів, шкіл і громадського сектору, розробили проєкт інструктивно-методичних рекомендацій щодо запровадження та використання технологій штучного інтелекту в ЗЗСО (Проєкт інструктивно-методичних рекомендацій, 2024). Дані інструктивно-методичні рекомендації спрямовані на відповідальне використання ШІ в загальній середній освіті, дотримання прав людини та етичних стандартів, а також підвищення обізнаності вчителів про можливі ризики. Вони базуються на міжнародних практиках і сприяють критичному та ефективному застосуванню ШІ у викладанні, покращуючи навчальний досвід учнів і розвиток необхідних навичок.

У попередній публікації авторів (Мар'єнко & Коваленко, 2023) обґрунтовано роль штучного інтелекту та відкритої науки в освіті. Литвинова С. Г., Водоп'ян Н. І. і Сисоєва О. І. розглядають штучний інтелект у середній освіті, як інноваційний інструмент вчителя для забезпечення індивідуалізованого навчання учнів (Литвинова et al., 2023). Грамотність зі штучного інтелекту в середній освіті: методологічні підходи та проблеми представлені у публікації (Мар'єнко et al., 2023). Шишкіна М. П. і Коваленко В. В. у статті (Шишкіна & Коваленко, 2024) описують хід та результати досліджень, проведених в Інституті цифровізації освіти НАПН України, щодо використання штучного інтелекту в середній освіті. Методичні рекомендації (Коваленко & Мар'єнко, 2024) розкривають питання використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.

У публікації (Jančařík et al., 2022) розглядається асистент штучного інтелекту для навчання математики. Генеративні інструменти штучного інтелекту та концептуальні знання у розв'язуванні задач з хімії описані у (Daher et al., 2023). Автори Foltýnek T., Bjelobaba S., Glendinning I., Khan Z. R., Santos R., Pavletic P., Kravjar, J. обґрунтовують рекомендації ENAI щодо етичного використання штучного інтелекту в освіті (Foltýnek et al., 2023).

З урахуванням визначення методичних засад використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів актуальним залишається подальше теоретичне та експериментальне дослідження цього процесу. Необхідним є уточнення ефективних підходів, удосконалення методичних основ та визначення оптимальних шляхів впровадження ГШІ в освітню діяльність, враховуючи його педагогічний потенціал та інноваційний характер.

**Мета статті.** Визначити методичні засади використання вчителями сервісів генеративного штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів.

## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети дослідження було використано комплекс методів, а саме: аналіз, систематизація, узагальнення наукових джерел, аналіз наукових публікацій вітчизняних і закордонних вчених, нормативно-правових документів, узагальнення власного досвіду та ін. На основі прогностичного підходу було визначено шляхи подальших наукових досліджень щодо використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

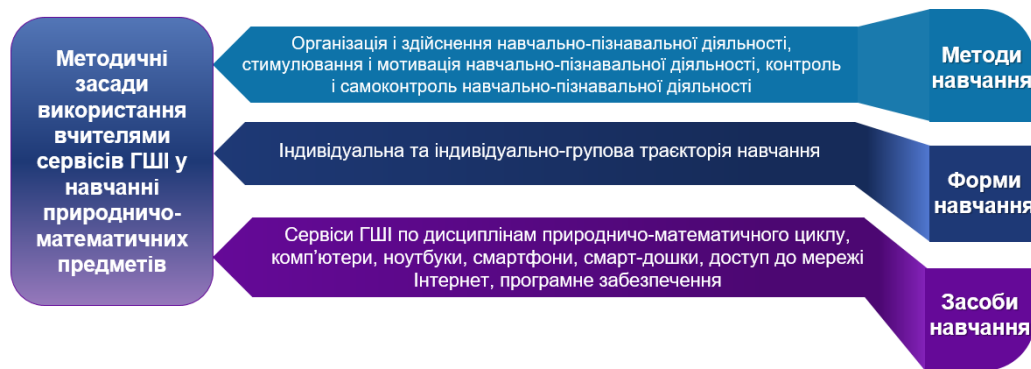
Для нашого дослідження важливим є визначення методичних засад використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів. Ґрунтуючись на попередньому дослідженні авторів (Коваленко & Мар'єнко, 2024), ми вважаємо, що методичні засади використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів складаються з таких компонентів:

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

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

3. *Засоби навчання.* До засобів навчання відносимо сервіси ГШІ по дисциплінам природничо-математичного циклу, комп'ютери, ноутбуки, смартфони, смарт-дошки, доступ до мережі Інтернет, програмне забезпечення (Коваленко & Мар'єнко, 2024).

На рис. 1 схематично зображені основні компоненти методичних засад використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів.



**Рис. 1. Методичні засади використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів**

*Джерело: авторське формулювання ґрунтуючись на основі дослідження (Коваленко & Мар'єнко, 2024).*

У методичних рекомендаціях (Коваленко & Мар'єнко, 2024) зазначено, що використання ГШІ в навчанні природничо-математичних дисциплін дозволяє реалізувати принципи персоналізованого навчання. Алгоритми аналізують відповіді учнів і пропонують індивідуальні завдання відповідно до рівня їх підготовки. Це особливо важливо для таких предметів, як математика, фізика, хімія та біологія, де засвоєння матеріалу потребує системного підходу та поступового ускладнення задач. Також ГШІ може автоматично виявляти прогалини у знаннях і рекомендувати відповідні навчальні ресурси для їх усунення, забезпечуючи гнучке та ефективне навчання.

Крім того автори (Коваленко & Мар'єнко, 2024), значну увагу в методичних рекомендаціях приділяють використанню інтерактивних платформ та віртуальних лабораторій, що базуються на ГШІ. Такі технології дають змогу учням самостійно проводити експерименти, моделювати фізичні й хімічні процеси, вивчати структури біологічних організмів у віртуальному просторі. Це сприяє формуванню дослідницьких навичок та розвитку критичного мислення. Водночас автори наголошують на важливості балансу між використанням сервісів ГШІ та традиційними методами навчання, адже роль учителя залишається ключовою у процесі навчання природничо-математичних дисциплін, навіть за умов активного впровадження ГШІ.

На нашу думку стрімкий розвиток технологій ГШІ відкриває нові перспективи для освіти, зокрема в удосконаленні освітніх практик, підвищенні його ефективності освітнього процесу та забезпеченні індивідуального підходу до кожного учня. Водночас інтеграція сервісів ГШІ у навчання ставить перед педагогами ряд важливих питань, що стосуються інклюзивності, академічної доброчесності, ролі вчителя та етичного використання технологій ГШІ тощо.

Тому під час добору та впровадження сервісів ГШІ необхідно враховувати ряд принципових положень:

1. *Інклюзивність та доступність сервісів ГШІ.* Використання сервісів ГШІ має бути спрямоване на створення рівних можливостей для всіх учнів, незалежно від їх фізіологічних особливостей, когнітивних можливостей та потреб. Це зможе передбачити адаптацію цифрових інструментів для учнів з особливими освітніми потребами, що сприятиме забезпеченню інклюзивного освітнього середовища.

2. *Сервіси ГШІ лише як допоміжні інструменти.* Сервіси ГШІ не повинні замінювати традиційні методи навчання, а мають слугувати помічниками для вчителя і учня. Основні знання, уміння та навички мають формуватися через безпосередню роботу в класі, активну взаємодію з учителем, самостійну діяльність учнів та глибоке занурення в навчальний матеріал.

3. *Етичне використання сервісів ГШІ.* Навчання учнів правилам доброчесності у контексті використання ГШІ є надзвичайно важливим. Вони мають усвідомлювати відповідальність за доброчесне використання цифрових технологій, уникати некоректного застосування ГШІ для допомоги у підготовці домашніх завдань та розуміти можливі обмеження цих технологій. Також, питання конфіденційності даних учнів, запобігання можливим упередженням у відповідях ГШІ та контроль над якістю інформації є важливим. Заклади освіти повинні розробляти політики відповідального використання ГШІ, щоб уникнути ризиків, пов'язаних із надмірною автоматизацією навчання та зниженням ролі критичного мислення.

4. *Роль вчителя в освітньому процесі залишається ключовою.* Незважаючи на підвищений інтерес до використання сервісів ГШІ, вчитель має залишатися ключовою фігурою у освітньому процесі. Його завдання полягає у підтримці, мотивації та супроводі учнів у процесі їх навчання, забезпеченні розвитку критичного мислення та формуванні навичок самостійної роботи (Коваленко & Мар'єнко, 2024).

Ми вважаємо, що одним із важливих аспектів використання сервісів ГШІ у освітньому процесі є підготовка педагогів до роботи з ГШІ. Вчителі повинні отримати відповідні знання, уміння та навички для ефективного використання технологій ГШІ у освітньому процесі, зокрема у навчанні природничо-математичних предметів. Це включає здатність адаптувати навчальні матеріали, контролювати використання ГШІ учнями та формувати у них розуміння обмежень та можливостей ГШІ.

Зміни в освітніх програмах також можуть сприяти більш ефективному використанню ГШІ. Розвиток цифрової компетентності, критичного мислення та навичок роботи з даними допоможе учням використовувати технології ГШІ не лише для отримання знань, а й для їх аналізу та творчого застосування. Заклади освіти мають розглядати ГШІ не як заміну традиційним методам навчання, а як один з цифрових інструментів, що доповнює та збагачує освітній процес.

Також, важливим є залучення учнів до процесу впровадження та використання ГШІ у освітній процес, їх зворотна реакція допоможе розробникам технологій і педагогам вдосконалювати навчальні платформи, враховуючи реальні потреби користувачів. Створення інтерактивних середовищ, де учні можуть експериментувати з сервісами ГШІ,

аналізувати їх можливості, сприятиме формуванню активного, самостійного підходу до навчання та ефективному засвоєнню навчального матеріалу.

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

За результатами проведеного дослідження ми дійшли певних висновків. Використання ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів відкриває широкі можливості для персоналізації освітнього процесу, покращення візуалізації матеріалу та підвищення мотивації учнів. Дослідження підтверджують позитивний вплив ГШІ на навчання, особливо у STEM-дисциплінах, проте його впровадження потребує науково обґрунтованих методичних підходів.

Однією з основних проблем є відсутність чітких методичних рекомендацій, що врегульовані на законодавчому рівні, щодо впровадження ГШІ у освітній процес. Недостатня обізнаність педагогів про можливості та обмеження ГШІ ускладнює його ефективне використання. Важливо також враховувати дидактичні принципи та адаптувати ГШІ до рівня підготовки учнів різних вікових груп.

Використання ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів має ґрунтуватися на поєднанні традиційних методів навчання та цифрових технологій. Серед важливих аспектів – розробка методів організації навчально-пізнавальної діяльності, інтерактивного навчання та використання адаптивних освітніх платформ.

Інтеграція ГШІ у освітній процес потребує дотримання етичних принципів, зокрема академічної доброчесності, прозорості алгоритмів та захисту персональних даних учнів. Необхідно забезпечити контроль якості контенту, що генерується ШІ, та запобігати поширенню упередженої або неточної інформації.

Незважаючи на розвиток технологій, учитель має залишатися центральною фігурою в освітньому процесі. Завдання вчителя полягає у підтримці, мотивації та формуванні критичного мислення учнів. Вчителі мають бути підготовлені до роботи з ГШІ, отримуючи відповідні знання, уміння та навички для ефективного використання цих сервісів.

Впровадження ГШІ потребує підвищення цифрової компетентності педагогів, зокрема щодо використання ГШІ в освітньому процесі, створення навчальних програм та курсів, спрямованих на розвиток навичок роботи з ГШІ. Заклади освіти повинні розглядати сервіси ГШІ не як заміну традиційним методам навчання, а як цифрові інструменти, що доповнюють та розширюють можливості освітнього процесу.

Подальші дослідження плануємо спрямувати на розробку методичних рекомендацій щодо впровадження ГШІ у навчання природничо-математичних дисциплін.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Daher, W., Diab, H., & Rayan, A. (2023). Artificial intelligence generative tools and conceptual knowledge in problem solving in chemistry. *Information*, 14(7), 409. <https://doi.org/10.3390/info14070409>
2. European Commission. (2024). *AI Act*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>
3. Foltyniek, T., Bjelobaba, S., Glendinning, I., Khan, Z. R., Santos, R., Pavletic, P., & Kravjar, J. (2023). ENAI recommendations on the ethical use of artificial intelligence in education. *International Journal for Educational Integrity*, 19, 12. <https://doi.org/10.1007/s40979-023-00133-4>
4. Jančařík, A., Jarmila, N., & Michal, J. (2022). Artificial intelligence assistant for mathematics education. In P. Fotaris & A. Blake (Eds.), *ECEL 2022*, 21 (pp. 143–148). Academic Conferences International Limited. <https://doi.org/10.34190/ecel.21.1.783>
5. Lytvynova, S. H., Vodopian, N. I., & Sysoeva, O. I. (2023). Artificial intelligence in secondary education: An innovative teacher's tool to ensure individualised learning for students. In *International Conference on New Media Pedagogy* (pp. 393–412). Cham: Springer Nature Switzerland.
6. Marienko, M. V., Semerikov, S. O., & Markova, O. M. (2023). Artificial intelligence literacy in secondary education: Methodological approaches and challenges. In *Proceedings of the 11th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2023)*, Kryvyi Rih, Ukraine, December 22, 2023 (Vol. 3679, pp. 87–97). CEUR Workshop Proceedings. Retrieved from <https://ceur-ws.org/Vol-3679/>
7. Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>
8. Коваленко, В. В., & Мар'єнко, М. В. (Ред.). (2024). *Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти: методичні рекомендації*. ІЦО НАПН України. <https://doi.org/10.33407/lib.NAES.id/eprint/743886>
9. Мар'єнко, М., & Коваленко, В. (2023). Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. *Фізико-математична освіта*, 38(1), 48–53. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007>
10. Міністерство освіти і науки України. (2020). *Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки*. <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/rizne/2020/09/25/rozvitku-vishchoi-osviti-v-ukraini-02-10-2020.pdf>
11. Міністерство освіти і науки України. (2024). *Проект інструктивно-методичних рекомендацій щодо запровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах загальної середньої освіти*. <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/news/2024/05/21/instruktyvno-metodychni-rekomendatsiyi.shchodo.SHI.v.ZZSO-22.05.2024.pdf>
12. Шишкіна, М. П., & Коваленко, В. В. (2024). Про хід та результати досліджень, проведених в Інституті цифровізації освіти НАПН України, щодо використання штучного інтелекту в середній освіті: за матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії Національної академії педагогічних наук України, 17 жовтня 2024 р. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*, 6(2), 1–6. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6217>

## REFERENCES (TRANSLATED AND transliterated)

1. Daher, W., Diab, H., & Rayan, A. (2023). Artificial intelligence generative tools and conceptual knowledge in problem solving in chemistry. *Information*, 14(7), 409. <https://doi.org/10.3390/info14070409>
2. European Commission. (2024). *AI Act*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>
3. Foltyniek, T., Bjelobaba, S., Glendinning, I., Khan, Z. R., Santos, R., Pavletic, P., & Kravjar, J. (2023). ENAI recommendations on the ethical use of artificial intelligence in education. *International Journal for Educational Integrity*, 19, 12. <https://doi.org/10.1007/s40979-023-00133-4>
4. Jančařík, A., Jarmila, N., & Michal, J. (2022). Artificial intelligence assistant for mathematics education. In P. Fotaris & A. Blake (Eds.), *ECEL 2022*, 21 (pp. 143–148). Academic Conferences International Limited. <https://doi.org/10.34190/ecel.21.1.783>
5. Lytvynova, S. H., Vodopian, N. I., & Sysoeva, O. I. (2023). Artificial intelligence in secondary education: An innovative teacher's tool to ensure individualised learning for students. In *International Conference on New Media Pedagogy* (pp. 393–412). Cham: Springer Nature Switzerland.

6. Marienko, M. V., Semerikov, S. O., & Markova, O. M. (2023). Artificial intelligence literacy in secondary education: Methodological approaches and challenges. In *Proceedings of the 11th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2023)*, Kryvyi Rih, Ukraine, December 22, 2023 (Vol. 3679, pp. 87–97). CEUR Workshop Proceedings. Retrieved from <https://ceur-ws.org/Vol-3679/>
7. Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>
8. Kovalenko, V. V., & Marienko, M. V. (Ed.). (2024). *Vykorystannia vchyteliamy servisiv shtuchnoho intelektu u navchanni pryrodnycho-matematychnykh predmetiv u zakladakh zahalnoi serednoi osvity: metodychni rekomendatsii* [Methodological Recommendations on the Use of Artificial Intelligence Services by Teachers in Teaching Natural and Mathematical Sciences in General Secondary Education Institutions]. ITsO NAPN Ukrainy. <https://doi.org/10.33407/lib.NAES.id/eprint/743886> (in Ukrainian).
9. Marienko, M., & Kovalenko, V. (2023). Shtuchnyi intelekt ta vidkryta nauka v osviti [Artificial Intelligence and Open Science in Education]. *Fyzyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(1), 48–53. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007> (in Ukrainian).
10. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. (2024). *Proiekt instruktyvno-metodychnykh rekomendatsii shchodo zaprovadzhennia ta vykorystannia tekhnologii shtuchnoho intelektu v zakladakh zahalnoi serednoi osvity* [Project of Instructional and Methodological Recommendations on the Implementation and Use of Artificial Intelligence Technologies in General Secondary Education Institutions]. <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/news/2024/05/21/Instruktyvno.-metodychni.rekomendatsiyi.shchodo.SHI.v.ZZSO-22.05.2024.pdf> (in Ukrainian).
11. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. (2020). *Stratehiia rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2021–2031 roky* [Strategy for the Development of Higher Education in Ukraine for 2021–2031]. <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/rizne/2020/09/25/rozvitku-vishchoi-osviti-v-ukraini-02-10-2020.pdf> (in Ukrainian).
12. Shyshkina, M. P., & Kovalenko, V. V. (2024). Pro khid ta rezultaty doslidzhen, provedenykh v Instytuti tsyfrovizatsii osvity NAPN Ukrainy, shchodo vykorystannia shtuchnoho intelektu v serednii osviti: za materialamy naukovoi dopovidi na zasidanni Prezydii Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy, 17 zhovtnia 2024 r. [Progress and Results of Research Conducted at the Institute of Digitalization of Education of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine on the Use of Artificial Intelligence in Secondary Education: Based on the Scientific Report at the Meeting of the Presidium of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, October 17, 2024]. *Visnyk Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy – Herald of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine*, 6(2), 1–6. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6217> (in Ukrainian).

| Матеріал надійшов до редакції: 14.02.2025 р. | Прийнято до друку: 06.04.2025 р. | Опубліковано: 27.06.2025 р. |



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.