

**О.А. Кадубовський,**

кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
Донбаський державний педагогічний університет  
<https://orcid.org/0000-0003-2045-810X>

## **ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРІЇ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ**

У статті проаналізовано теоретичні та методичні засади впровадження технологій штучного інтелекту в освітній процес підготовки майбутніх учителів математики під час вивчення геометрії. Розглянуто можливості інтелектуальних систем для побудови динамічних 3D-моделей, автоматизації геометричних доведень та персоналізації навчання. Визначено ключові компоненти ШІ-компетентності педагога, зокрема здатність до верифікації згенерованого контенту та проектування адаптивних навчальних траєкторій. Наведено практичний кейс використання генеративного штучного інтелекту для розв'язування стереометричних задач. Доведено, що інтеграція інтелектуальних інструментів сприяє розвитку просторового мислення студентів та готує їх до виконання ролі фасилітатора у сучасному цифровому освітньому середовищі.

**Ключові слова:** штучний інтелект, навчання геометрії, майбутні вчителі математики, ШІ-компетентність, візуалізація, професійна підготовка.

**O.A. Kadubovskyi**

Donbas State Pedagogical University

## **THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING GEOMETRY TO FUTURE MATHEMATICS TEACHERS**

The article analyzes the theoretical and methodological foundations of integrating artificial intelligence technologies into the educational process of training future mathematics teachers during the study of geometry. The potential of intelligent systems for constructing dynamic 3D models, automating geometric proofs, and personalizing learning is examined. The key components of teachers' AI competence are identified, including the ability to verify AI-generated content and to design adaptive learning trajectories. A practical case of using generative artificial intelligence to solve stereometric problems is presented. It is demonstrated that the integration of intelligent tools contributes to the development of students' spatial thinking and prepares them to perform the role of a facilitator in a modern digital educational environment.

**Keywords:** artificial intelligence, geometry education, future mathematics teachers, AI competence, visualization, professional training.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Швидкий розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) глибоко трансформує всі сфери суспільного



життя, зокрема освіту. В умовах цифрової трансформації суспільства володіння цифровою та ІІІ-грамотністю стає необхідною умовою професійної успішності, що підтверджується національними дослідженнями [1]. Україна, де значний відсоток населення активно використовує інструменти ІІІ, потребує педагогів нового покоління, здатних не просто інтегрувати ці технології, а й критично оцінювати їхній потенціал та обмеження [1].

Геометрія, як навчальна дисципліна, традиційно вимагає високого рівня просторового мислення, навичок візуалізації та логічного доведення з дотриманням належного рівня математичної строгості. Саме тут ІІІ відкриває найбільш суттєві можливості для інновацій, пропонуючи інструменти для динамічного моделювання, автоматизованого розв'язання та персоналізованого навчання [4]. Проте, недостатня підготовка майбутніх учителів математики до ефективної роботи з інтелектуальними системами, є однією з ключових методологічних проблем [3].

Мета статті – здійснити теоретичний аналіз, обґрунтувати та представити методичні підходи до інтеграції інструментів штучного інтелекту у процес професійної підготовки майбутніх вчителів математики для навчання геометрії, а також окреслити необхідні компоненти їхньої ІІІ-компетентності.

Інтеграція ІІІ в освіту розглядається як інструмент, що забезпечує індивідуалізацію навчання, підвищує його ефективність та сприяє формуванню гнучкого мислення [6, 7]. Аналіз досліджень показує, що ІІІ-системи можуть виконувати різноманітні ролі: від інтелектуальних навчальних систем і віртуальних асистентів до інструментів для профілювання та прогнозування успішності студентів [6, 7].

Зокрема, генеративний ІІІ (ГІІІ) може бути успішно інтегрований у процес розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх педагогів [2]. Для вчителя математики це означає зміну ролі: від транслятора знань до фасилітатора, який використовує ІІІ для оптимізації рутинних завдань, аналізу навчальних досягнень та створення індивідуальних освітніх маршрутів [2].

Незважаючи на значний прогрес, використання ІІІ у математичній освіті, особливо у геометрії, супроводжується відповідними викликами. Дослідники наголошують, що впровадження ІІІ у навчальний процес потребує високого рівня цифрової компетентності педагогів, уміння працювати з інтелектуальними системами та проектувати методики навчання щодо їх застосування [3].

Шкільний курс геометрії, зокрема дослідження у задачах на побудову, побудови перерізів, знаходження ГМТ площини і простору тощо, вимагають від учнів здатності переходити від двовимірних зображень до тривимірного розуміння об'єктів (просторове мислення), а також оперувати абстрактними поняттями. ІІІ-інструменти є незамінними для подолання цього бар'єру, особливо для майбутніх вчителів, яким необхідно освоїти ефективні методики подачі матеріалу.

Інтелектуальні системи можуть трансформувати статичні креслення на інтерактивні 3D-моделі, які студенти (зокрема майбутні вчителі математики) можуть обертати та маніпулювати ними у режимі реального часу [4]. Завдяки ГІІІ стає можливим створювати складні геометричні конструкції, необхідні для вивчення стереометрії та архітектурної геометрії.

Використання AI-рендерингових двигунів або платформ 3D-моделювання (наприклад, MyArchitectAI або Tripo AI) у навчальному процесі дозволяє студентам:

- створювати фотореалістичні зображення геометричних об'єктів на основі текстових або схематичних описів;
- миттєво візуалізувати наслідки зміни параметрів фігури (наприклад, як змінюється об'єм піраміди при зміні висоти або кута нахилу бічної грані);
- проводити інтерактивні демонстрації геометричних перетворень (трансляція, симетрія, гомотетія) у 3D-просторі.

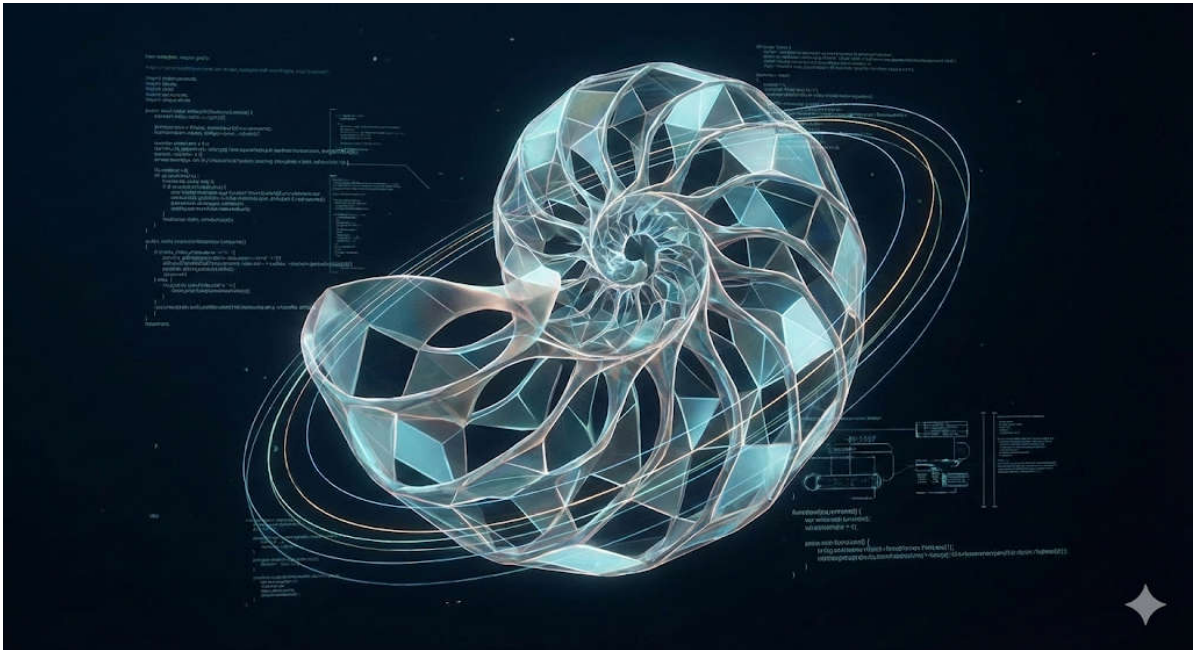


Рис.1. Ілюстративне зображення геометричної фігури створеної ШІ

Такий підхід суттєво підвищує ефективність для візуалізації, дозволяючи учням будувати динамічні концепції подібності, перетворюючи абстрактні геометричні концепти на інтерактивний досвід [5].

Такі інструменти ШІ, як AlphaGeometry, наприклад, демонструють здатність розв'язувати складні задачі з геометрії, поєднуючи предиктивну силу нейронної мовної моделі з механізмом символічного виведення [8]. Система здатна прогнозувати корисні додаткові геометричні побудови (точки, лінії, кола), необхідність у яких є традиційно складними для здобувачів освіти але ключовим етапом у процесі доведення багатьох геометричних тверджень.

Для майбутнього вчителя це означає можливість:

- аналізувати алгоритми, які використовує ШІ для пошуку доведень, з метою розуміння та навчання евристичних стратегій;
- використовувати ШІ для генерації альтернативних способів доведення одного твердження, порівнюючи їхню логічну чистоту та обґрунтованість;
- застосовувати динамічні геометричні середовища (наприклад, GeoGebra), що інтегрують елементи ШІ, для створення інтерактивних візуалізацій етапів доведення [4].

Успішна інтеграція ШІ в освітній процес, перш за все, залежить від рівня підготовки педагогічних кадрів [4]. Тому професійна підготовка сучасних та

майбутніх вчителів математики повинна включати формування специфічної ІІІ-компетентності, яка охоплює методичні, етичні та технологічні аспекти.

Майбутній учитель має бути готовий до використання ІІІ як засобу:

- персоналізації навчання: ІІІ-системи, аналізуючи дані про навчальні досягнення студента, можуть формувати індивідуальні адаптовані маршрути навчання та пропонувати завдання, що відповідають його рівню та стилю [7];
- автоматизованого оцінювання та зворотного зв'язку: ІІІ може забезпечити миттєвий зворотний зв'язок щодо правильності геометричних розв'язків та конструкцій [4]; замість затримки, характерної для традиційних методів, система негайно вказує на помилки та пропонує пояснення.

Для розвитку цієї компетентності, у навчальних планах підготовки майбутніх вчителів математики необхідно передбачити модулі, що включають:

- проектування уроків геометрії з використанням адаптивних навчальних систем;
- навички розробки промтів для генеративних моделей, орієнтованих на створення дидактичних матеріалів (наприклад, задач за заданими параметрами, ілюстрацій до складних теорем).

Оскільки генеративні моделі ІІІ іноді можуть генерувати помилкові або методично некоректні розв'язання (явище "галюцинацій"), які призводять до неправильних або неповних розв'язків, то ключовим компонентом підготовки здобувачів вищої освіти за предметною спеціальністю «А4.04 Середня освіта (Математика)» є формування критичного мислення та скептицизму щодо результатів використання ІІІ [9].

Майбутні педагоги повинні вміти:

- верифікувати результати: застосовувати власні глибокі знання геометрії для швидкої оцінки достовірності та обґрунтованості розв'язку, запропонованого ІІІ;
- навчати критичності: вчити учнів використовувати ІІІ не для отримання фінальної відповіді, а як інструмент для перевірки, дослідження та пошуку альтернативних підходів;
- дотримуватися етичних норм: розуміти правові та етичні аспекти, пов'язані з конфіденційністю освітніх даних студентів та академічною доброчесністю [3].



Рис. 2 Цикл використання ШІ в освіті

Розглянемо розробку практичного заняття для майбутніх вчителів математики на прикладі теми «Площа бічної поверхні піраміди».

Завдання для студента: *створити методичний кейс для учнів 11 класу, використовуючи ШІ-інструменти для розв'язання задачі.*

Задача: Знайти площу бічної поверхні правильної чотирикутної піраміди, якщо сторона основи  $a = 6$  см, а бічне ребро  $l = 5$  см.

Етап 1. Візуалізація (ШІ-інструмент: Тріпо AI/Adobe Firefly з 3D-функціоналом):

- Студент використовує текстовий промпт для ШІ-генератора: «Створити 3D-модель правильної чотирикутної піраміди зі стороною основи 6 см та бічним ребром 5 см. Показати апофему та її розташування».
- Методична цінність: ШІ миттєво генерує візуалізацію, яка допомагає учням зрозуміти розташування елементів піраміди, що є вкрай важливим для розуміння можливості застосування теореми Піфагора.

Етап 2. Розв'язання та верифікація (ШІ-інструмент: Wolfram Alpha/ChatGPT-4):

- Студент формулює завдання ШІ-асистенту з вимогою надати покрокове розв'язання.
- Розв'язання: (синтезовано ШІ, верифіковано студентом).

1. Знаходимо половину довжини сторони основи:

$$b = a/2 = 6/2 = 3 \text{ см.}$$

2. За допомогою теореми Піфагора знаходимо апофему  $h_a$  піраміди (відповідну висоту бічної грані):

$$h_a^2 = l^2 - b^2 = 5^2 - 3^2 = 25 - 9 = 16. \text{ Звідки } h_a = 4 \text{ см.}$$

3. Знаходимо периметр основи  $P_{осн}$  :  $P_{осн} = 4 \cdot a = 4 \cdot 6 = 24$  см.

4. Знаходимо площу бічної поверхні:

$$S_{\text{бічн}} = \frac{1}{2} \cdot P_{\text{осн}} \cdot h_a = \frac{1}{2} \cdot 24 \cdot 4 = 48 \text{ см}.$$

- Методична цінність: майбутній учитель критично оцінює коректність отриманих формул і пояснень, зосереджуючись на педагогічній доцільності представлених кроків.

Етап 3. Створення адаптивного завдання (ШІ-інструмент: Google Forms/Moodle з інтеграцією ШІ-оцінювання):

- Студент використовує ШІ для генерації 5 варіацій цієї задачі з різними вхідними даними та різним рівнем складності (наприклад, знайти об'єм, якщо відома висота, або знайти бічне ребро, якщо відома площа).
- Методична цінність: демонструється здатність використовувати ШІ для автоматичної генерації контенту, що дозволяє швидко створити індивідуальні завдання для різних груп учнів.

**Висновки.** Використання штучного інтелекту у процесі навчання геометрії майбутніх вчителів математики є невідворотним і методологічно виправданим кроком у контексті сучасної цифрової освіти. ШІ-інструменти кардинально змінюють підхід до викладання геометрії, забезпечуючи потужні засоби для 3D-візуалізації, динамічного моделювання та персоналізації навчального процесу, що є критично важливим для розвитку просторового та аналітичного мислення студентів.

Професійна підготовка майбутніх педагогів повинна виходити за рамки простого ознайомлення з технологіями. Необхідне цілеспрямоване формування ШІ-компетентності, яка передбачає здатність до критичного аналізу, верифікації результатів ШІ та інтеграції цих інструментів для створення адаптивних і ефективних методичних кейсів. Майбутній вчитель математики повинен стати компетентним фасилітатором, що керує освітнім процесом за допомогою інтелектуальних систем, розуміючи їхні переваги та етичні обмеження.

Подальші дослідження можуть бути пов'язані, наприклад, з розробкою валідованих діагностичних методик для оцінювання рівня ШІ-компетентності майбутніх вчителів математики та емпіричною перевіркою ефективності навчальних програм, що базуються на інтеграції генеративних моделей ШІ у викладання геометричних дисциплін.

#### Список використаних джерел

1. Міністерство цифрової трансформації України. (2025). Дослідження цифрової та ШІ-грамотності в Україні 2025. (Звіт).
2. Литвинова, С., Носенко, Ю., Осадча, К., Пінчук, О., Рашевська, Н., & Сухіх, А. (2025). КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ІНТЕГРАЦІЇ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРОЦЕС РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ РІВНЯ БАЗОВОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ. Фізико-математична освіта, 40(5), 44–52.  
<https://doi.org/10.31110/fmo2025.v40i5-06>



3. Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Breazeal, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019). A year in K-12 AI education. *AI Magazine*, 40(4), 88-90. <https://doi.org/10.1609/aimag.v40i4.5289>
4. Orazali, G., Mekebayev, N., Issayeva, G., Sony, S. D., & Güvercin, S. (2025). Technology Integration in Geometry Instruction: SEM Analysis of Pre-Service Mathematics Teachers' Perspectives and Experiences. *Journal Of Curriculum Studies Research*, 7(2), 272–295. <https://doi.org/10.46303/jcsr.2025.21>
5. Dockendorff, M., & Solar, H. (2018). ICT integration in mathematics classrooms: Effects on students' mathematical proficiency. *ZDM – Mathematics Education*, 50(5), 791–805. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0951-z>
6. Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021). Roles and Research Trends of Artificial Intelligence in Mathematics Education: A Bibliometric Mapping Analysis and Systematic Review. *Mathematics*, 9(6), 584. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
7. Zhang, K., & Aslan, S. (2021). AI in Mathematics Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9(1), 164–180. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1260>
8. Trinh, T. H., Wu, Y., Le, Q. V., He, H., & Luong, T. (2024). Solving olympiad geometry without human demonstrations. *Nature*, 625(7995), 476–482. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06747-5>
9. National Council of Teachers of Mathematics. (2024). Artificial Intelligence and Mathematics Teaching. <https://www.nctm.org/standards-and-positions/Position-Statements/Artificial-Intelligence-and-Mathematics-Teaching/>

Прийнято до редакції: 19.11.2025

Прийнято до друку: 30.11.2025

Опубліковано: 29.12.2025

