



УДК 378.147:51:004.8

DOI <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2026-113-4>

МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ТРАДИЦІЙНУ МЕТОДИЧНУ СИСТЕМУ ВИКЛАДАННЯ ДИСКРЕТНОЇ МАТЕМАТИКИ У ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Саган Роман Валентинович,
здобувач освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії (PhD)
Херсонський державний університет
roman.sahan@university.kherson.ua
orcid.org/0009-0000-2658-1518

Анотація. У статті розглянуто, як інструменти штучного інтелекту (ШІ) можуть бути методично обґрунтовано інтегровані в навчання дискретної математики у закладі вищої освіти. Основна увага зосереджена на переході від поодиноких сценаріїв використання ШІ до системного рішення, у якому функції ШІ узгоджуються з цілями, змістом, методами та оцінюванням навчальних результатів. **Мета.** Обґрунтувати можливості інтеграції ШІ в традиційну методичну систему викладання дискретної математики у ЗВО шляхом узгодження функцій ШІ з темами курсу, типами завдань, регламентами використання та критеріями верифікації навчальних результатів. **Методи.** Здійснено аналіз та узагальнення наукових джерел, присвячених інтеграції ШІ в математичну освіту, використанню інтелектуальних навчальних систем у навчанні математики та застосуванню генеративного ШІ в освітньому оцінюванні. На основі опрацьованих джерел застосовано концептуально-методичне проєктування для розроблення матриці інтеграції ШІ за схемою «тема – функція ШІ – тип завдання – регламент – критерії оцінювання». **Результати.** Виявлено, що переважна частина сучасних публікацій описує інструментальні сценарії використання ШІ (пояснення, тренування, генерація завдань, зворотний зв'язок), однак недостатньо розкриває системні зміни в методичній системі як цілісності. Обґрунтовано доцільність трактування ШІ як структурної складової методичної системи викладання у вищій освіті з визначенням функцій ШІ як засобу навчання та пов'язаних ризиків. Запропоновано матрицю інтеграції ШІ для ключових тем дискретної математики з регламентами використання та критеріями верифікації міркувань. **Висновки.** Системна інтеграція ШІ в навчання дискретної математики має передбачати не просто використання інструментів, а чіткі правила застосування та процедури верифікації навчальних результатів. Найчутливішим компонентом є оцінювання: у дискретній математиці пріоритетом має бути перевірка коректності міркувань і доказів, а не лише правильності відповіді. Перспективою є емпірична перевірка запропонованої матриці та уточнення рубрик оцінювання доказових завдань.

Ключові слова: дискретна математика; методична система; штучний інтелект; генеративний ШІ; вища освіта; оцінювання; верифікація міркувань; академічна доброчесність.

THE POSSIBILITIES OF INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE TRADITIONAL METHODOLOGICAL SYSTEM OF TEACHING DISCRETE MATHEMATICS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Sahan Roman Valentynovych,
PhD candidate
Kherson State University
roman.sahan@university.kherson.ua
orcid.org/0009-0000-2658-1518

Abstract. This article examines how artificial intelligence (AI) tools can be methodically integrated into teaching discrete mathematics in higher education. The focus is on moving from isolated AI-use scenarios to a systemic approach in which AI functions are aligned with learning goals, content, teaching methods, and assessment of learning outcomes.

Purpose. To substantiate the possibilities of integrating AI into the traditional methodological system of teaching discrete mathematics in higher education by aligning AI functions with course topics, task types, usage regulations, and criteria for verifying learning outcomes.

Methods. The study analyses and synthesises scholarly sources on AI integration in mathematics education, the use of intelligent tutoring systems in mathematics learning, and the application of generative AI in educational assessment. Based on the reviewed literature, a conceptual and methodological design approach is used to develop an AI integration matrix following the scheme “topic – function – task – regulation – verification”.



Results. The findings show that most recent studies describe local AI-use practices, while systemic models that transform the methodological system as a whole are relatively limited. The paper argues for viewing AI as a structural component of the methodological system in higher education. An AI integration matrix is proposed for key discrete mathematics topics (logic, proof methods, combinatorics, recurrences/recursion, graphs, number theory, formal languages/automata), including permissible modes of AI use and criteria for verifying reasoning. **Conclusions.** Systemic AI integration in teaching discrete mathematics should involve not only the use of tools but also clear rules and verification procedures for learning outcomes. Assessment is the most sensitive component: in discrete mathematics, priority should be given to verifying the correctness of reasoning and proofs rather than only the final answer.

Keywords: *discrete mathematics; methodological system; artificial intelligence; generative AI; higher education; assessment; verification of reasoning; academic integrity.*

Вступ. Інтеграція штучного інтелекту (ШІ) в освіту розглядається як ресурс модернізації навчання у вищій школі через персоналізацію, оперативний зворотний зв'язок, підтримку самонавчання й аналіз навчальних даних. В публікаціях українських дослідників наголошується, що ШІ впливає не лише на методику викладання, а й на організаційні та управлінські практики закладу вищої освіти; водночас підкреслюються ризики якості, етики та інституційної готовності до впровадження (Гуревич, 2024; Наливайко, 2023; Співаковський, 2023).

У міжнародних наукових публікаціях, пов'язаних з математичною освітою фіксується протиріччя: на тлі зростання кількості робіт про використання ШІ домінують інструментальні сценарії (пояснення, тренування, генерація завдань, зворотний зв'язок), однак системні моделі інтеграції, які реконфігурують цілі-методи-оцінювання як цілісну методичну систему, представлені слабше (Panqueban, Huincahue, 2024; Nguyen, Pham, 2025; Pepin, Buchholtz, Salinas-Hernández, 2025).

Для дисципліни «Дискретна математика» проблема загострюється предметною специфікою: навчальні результати мають формально-доказовий і алгоритмічний характер, де валідним результатом є не лише відповідь, але й коректність міркувань, тобто показ того, як саме отримано цей результат (пояснення кроків розв'язання, доведення, чому це правильно, і демонстрація того, як працює алгоритм).

За відсутності регламентів використання ШІ зростають ризики підміни мислення «готовою відповіддю» та деформації оцінювання (Співаковський, 2023). Продуктивною є позиція, за якої ШІ розглядається як структурна складова методичної системи викладання у вищій освіті з визначенням функцій ШІ як засобу навчання та пов'язаних ризиків (Саган, Блах, 2025).

Мета статті – обґрунтувати можливості інтеграції ШІ в традиційну методичну систему викладання дискретної математики у ЗВО шляхом узгодження функцій ШІ з темами курсу, типами завдань, регламентами використання та критеріями верифікації навчальних результатів.

Теоретичне обґрунтування проблеми. Традиційно у дидактиці методична система розуміється як взаємоузгоджений комплекс

цілей, змісту, методів, засобів, форм організації та оцінювання, який забезпечує досягнення результатів навчання. Тому інтеграція ШІ, якщо вона претендує на модернізацію навчання, має бути описана як зміни в компонентах системи та їхніх зв'язках – насамперед у логіці постановки цілей, характері навчальних дій студентів, процедурах верифікації та оцінювання, а також у розподілі ролей між учасниками освітнього процесу.

Систематичний огляд тенденцій інтеграції ШІ в математичну освіту (2015–2025) показує, що досліджень стає більше, але більшість із них описує окремі випадки використання ШІ, а не цілісні підходи, які змінюють методичну систему навчання в цілому (Nguyen, Pham, 2025). Так, більшою мірою, такі дослідження узагальнюють сценарії підтримки розуміння понять, самонавчання, персоналізації та оцінювання, однак підкреслюють потребу чітких правил і обмежень, без яких інструментальне використання не гарантує педагогічної керованості (Panqueban, Huincahue, 2024; Pepin, Buchholtz, Salinas-Hernández, 2025). Для дискретної математики ключовим є перенесення акценту з «отримати відповідь» на «побудувати й перевірити міркування».

Дискретна математика відрізняється високою часткою формальних визначень, доказових міркувань і алгоритмічних процедур, де навчальні дії студента повинні бути прозорими та відтворюваними. Тому загальні рекомендації на кшталт «використовувати ШІ для пояснення або тренування» потребують дисциплінарного уточнення: які функції допустимо делегувати ШІ (пояснення кроку, генерація варіантів, первинний формувальний фідбек), а які мають підлягати обов'язковій перевірці (коректність доведення, строгість обґрунтувань, покрокове виконання алгоритму, валідність контрприкладів).

До масового поширення генеративних моделей значний пласт досліджень ШІ в математиці стосувався інтелектуальних навчальних систем (ITS). Систематичний огляд емпіричних досліджень ITS у математичній освіті (2003–2023) показує, що адаптивність і персоналізований зворотний зв'язок залежать від методичного дизайну: типів завдань, моделі помилок, рівнів



підказок, умов використання та контексту навчання (Son, 2024). Це є методично важливим висновком для сучасних генеративних моделей: педагогічний ефект виникає не автоматично, а через якісний дизайн навчальної підтримки й контролю.

Також загострюється проблема валідності оцінювання: студент може подавати результат, сформований інструментом, а викладач – не мати надійної процедури відокремлення «розуміння» від «генерації відповіді». Оглядові дослідження про використання генеративного ШІ в оцінюванні показують такі ризики: оцінка може бути неточною або несправедливою, виникають етичні питання, не всі мають однаковий доступ до інструментів ШІ, тому потрібно переглядати, які саме завдання давати студентам і за якими критеріями їх оцінювати (Zhao, 2024). Натомість запропоновані підходи до оцінювання із використанням ШІ у вищій освіті підкреслюють, що потрібні чіткі правила використання, прозорість (щоб було зрозуміло, як і для чого застосовано ШІ), розподіл відповідальності між викладачем і студентом та процедури перевірки того, що результати навчання справді досягнуті (Співаковський, 2023; Ilieva, 2025). Для дискретної математики це означає: контролювати слід передусім процес міркування: доведення, кроки алгоритму, інваріанти та пояснення вибору методу.

Підхід, за якого ШІ розглядається як структурна складова методичної системи у вищій освіті, дозволяє узгодити інструменти з цілями курсу та визначити функції ШІ як засобу навчання разом із ризиками (Саган, Блах, 2025). Така рамка спрощує проектування специфічних

регламентів використання та критеріїв верифікації, що є критичним для доказово-алгоритмічних тем дискретної математики.

Методологія та методи. Стаття має оглядово-аналітичний і концептуально-проектувальний характер. Застосовано: контент-аналіз оглядових праць щодо інтеграції ШІ в математичну освіту, а також оглядів з ITS і ШІ-оцінювання; концептуально-проектувальний метод для побудови матриці інтеграції ШІ у викладання дискретної математики, яка встановлює відповідність між темами курсу, функціями ШІ, типами навчальних завдань, правилами використання та критеріями перевірки (верифікації) навчальних результатів.

Результати та дискусії. Оглядові джерела демонструють, що інтеграція ШІ в математиці часто реалізується як набір практик, орієнтованих на інструмент (генерація завдань, пояснення, тренування, фідбек), але методична цілісність – узгодження цілей, навчальних дій і оцінювання – потребує додаткового опису (Nguyen, Pham, 2025; Panqueban, Huincahue, 2024). Для дискретної математики це означає, що системна інтеграція має починатися з визначення того, що вважається валідним розв'язанням і як саме воно верифікується в навчальних і контрольних ситуаціях.

Як приклад системної інтеграції пропонується матриця відповідностей: тема – функція ШІ – тип завдання – регламент використання – критерії оцінювання (табл. 1). Функціональна рамка спирається на підхід «ШІ як структурна складова методичної системи» (Саган, Блах, 2025) та узгоджується з міжнародною вимогою до системності інтеграції (Nguyen, Pham, 2025; Pepin, Buchholtz, Salinas-Hernández, 2025).

Таблиця 1

Модель інтеграції ШІ в традиційну методичну систему викладання дискретної математики (приклад)

Тема дискретної математики	Функція ШІ	Тип завдання	Регламент використання	Оцінювання
1	2	3	4	5
Логіка	пояснення, тренаж, формувальний фідбек	перетворення формул, таблиці істинності, квантори	дозволено: «поясни крок», «дай ще приклад»; заборонено: «готова відповідь без обґрунтування»	оцінюється ланцюжок міркувань і правила перетворень
Доведення	тьютор, «критик доведення», діагностика помилок	індукція, від супротивного, контрприклад	ШІ після власної спроби: виявлення слабких місць; студент перевіряє / виправляє	рубрика: структура доведення, коректність кроків, відсутність «стрибків», валідність контрприкладу
Комбіна-торика	генерація варіантів, пояснення, тренаж	підрахунок, принцип Діріхле	дозволено: генерація варіантів; обов'язково: класифікація задачі та обґрунтування методу	оцінюється вибір методу, обґрунтування, крайові випадки
Рекурсії / рекурентності	адаптивна підказка, персоналізований фідбек	рекурентності, інваріанти	дозволено: «натяк наступного кроку»; заборонено: повне рішення без спроби	оцінюється самостійність виведення й пояснення інваріанта; контрольні – нові параметри



Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
Графи	візуалізація, симуляція, покрокове виконання алгоритмів	шляхи / цикли, властивості	дозволено: візуалізація/симуляція; обов'язково: показ кроків алгоритму	оцінюється покрокове виконання алгоритмів, інваріанти алгоритму, аргументація коректності
Теорія чисел	тренаж, перевірка кроків, фідбек	НСД, модульна арифметика	тренування з ШІ; контрольні – ручний запис кроків і пояснення	оцінюються кроки алгоритму та пояснення застосованих властивостей

Матриця виконує роль методичного «перекладача» між можливостями ШІ і традиційною методичною системою: вона задає, які саме функції ШІ підсилюють навчання в конкретній темі та які процедури контролю гарантують верифікацію міркувань.

Найвищі ризики пов'язані з оцінюванням і доброчесністю. Огляди ШІ-оцінювання акцентують ризики валідності й справедливості та потребу зміни дизайну завдань (Zhao, 2024; Udias, 2024), а також потребу регламентів і прозорості (Мар'єнко, Коваленко, 2023; Ilieva, 2025). У межах підходу «ШІ як структурна складова методичної системи» ризики мають бути вбудовані в дизайн навчання як обов'язковий компонент (Саган, Блах, 2025). Тому пропонуються такі методичні запобіжники:

- контроль спрямовується на доведення, а не на результат;
- домовленість про дозволені та заборонені дії ШІ, наприклад, «поясни крок»- дозволено; «зроби повністю» без власної спроби – заборонено;
- розробка завдань на перенесення знань, наприклад, введення нових умов або параметрів, що зменшують ефект шаблонізації;
- комбінування форм контролю, які передбачають письмові обґрунтування, усний захист ключових кроків у доказових темах;
- керована адаптивність, наприклад, через підказки за рівнями (натяк, частковий крок, повний розбір лише після спроби), що узгоджується з висновками досліджень ITS про залежність ефекту від дизайну підтримки (Son, 2024).

Висновки. Огляд сучасної літератури показує, що попри активне впровадження ШІ в математичну освіту, системні моделі інтеграції в компоненти методичної системи часто описані недостатньо. Врахування досвіду досліджень ITS підсилює методичний аргумент про те, що адаптивність і персоналізація є результатом педагогічного дизайну, а не автоматичною властивістю ШІ-інструмента. Дослідження щодо ШІ-оцінювання у вищій освіті підтверджують, що оцінювання є найуразливішим компонентом, який потребує регламентів, прозорості та процедур верифікації. Трактують ШІ як структурної складової методичної системи дозволяє операціоналізувати його функції

як засобу навчання та поєднати їх із ризиками й методичними запобіжниками. Запропонована матриця інтеграції ШІ для дискретної математики задає керовану модель модернізації традиційної методичної системи через зв'язок між темою, функцією ШІ, типом завдання, регламентом і критеріями оцінювання.

Перспективи подальших досліджень пов'язуємо з емпіричною апробацією матриці в реальному курсі та уточненням рубрик оцінювання доказових завдань за умов регламентованого використання ШІ.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гуревич Р., Коношевський Л., Коношевський О., Воевода А., Люльчак С. Інтеграція штучного інтелекту в сферу освіти: проблеми, виклики, загрози, перспективи. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2024. 72. С. 170–186. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-170-186>
2. Мар'єнко М., Коваленко В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. *Фізико-математична освіта*. 2023. Вип. 38, № 1. С. 48–53. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-007
3. Наливайко О. О. Перспективи використання нейронних мереж у вищій освіті України. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2023. Т. 97, № 5. С. 1–17. DOI: 10.33407/itlt.v97i5.5322
4. Саган О. В., Блах В. С. Штучний інтелект як структурна складова методичної системи викладання освітньої компоненти у вищій освіті. *Педагогічні науки: збірник наукових праць*. 2025. Вип. 112. С. 20–25. DOI: 10.32999/ksu2413-1865/2025-112-3
5. Співаковський О. В., Омельчук С. А., Кобець В. В., Валько Н. В., Мальчикова Д. С. Інституційна політика щодо штучного інтелекту в університетському навчанні, викладанні та дослідженнях. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2023. Т. 97, № 5. С. 181–202. DOI: 10.33407/itlt.v97i5.5395
6. Ilieva G., Yankova T., Ruseva M., Kabaivanov S. A framework for generative AI-driven assessment in higher education. *Information*. 2025. Vol. 16, No. 6. Art. 472. <https://doi.org/10.3390/info16060472>
7. Nguyen, D. T., & Pham, Q. V. The evolving landscape of AI integration in mathematics education: A systematic review of trends (2015–2025). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2025. T. 21, № 10. em2714. DOI: 10.29333/ejmste/17078



8. Panqueban D., Huincahue M. Artificial intelligence in mathematics education: a systematic review. *Uniciencia*. 2024. Vol. 38(1). pp. 1–17. <https://dx.doi.org/10.15359/ru.38-1.20>

9. Pepin B., Buchholtz N., Salinas-Hernández U. A scoping survey of ChatGPT in mathematics education. *Digital Experiences in Mathematics Education*. 2025. Vol. 11. PP. 9–41. DOI: 10.1007/s40751-025-00172-1

10. Pepin B., Buchholtz N., Salinas-Hernández U. Mathematics education in the era of ChatGPT: investigating its meaning and use for school and university education-editorial to special issue. *Digital Experiences in Mathematics Education*. 2025. Vol. 11. P. 1–8. DOI: 10.1007/s40751-025-00173-0

11. Son T. Intelligent tutoring systems in mathematics education: a systematic review (2003–2023). *Computers*. 2024. Vol. 13, No. 10. Art. 270.

12. Udías A., Alonso-Ayuso A., Alfaro C., Algar M. J., Cuesta M., Fernández-Isabel A., Gómez J., Lancho C., Cano E. L., Martín de Diego I., & Ortega F. ChatGPT's performance in university admissions tests in mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. 2024. 19(4), em0795. <https://doi.org/10.29333/iejme/15517>

13. Zhao Jian, Chapman Elaine, G.P. Sabet Peyman. Generative AI and Educational Assessments: A Systematic Review. *Education Research and Perspectives*. 2024. Vol. 51. P. 124–155. <https://doi.org/10.70953/ERPv51.2412006>

REFERENCES:

1. Hurevych, R., Konoshevskiy, L., Konoshevskiy, O., Voievoda, A., & Liulchak, S. (2024). Intehratsiia shchuchnoho intelektu v sferu osvity: problemy, vyklyky, zahrozy, perspektyvy [Integration of artificial intelligence in education: Problems, challenges, threats, prospects]. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*, (72), 170–186. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-170-186> [in Ukrainian].

2. 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].

3. Nalyvaiko, O. O. (2023). Perspektyvy vykorystannia neironnykh merezh u vyshchii osviti Ukrainy [Prospects for using neural networks in higher education of Ukraine]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia (Information Technologies and Learning Tools)*, 97(5), 1–17. <https://doi.org/10.33407/itlt.v97i5.5322> [in Ukrainian].

4. Sahan, O. V., & Blakh, V. S. (2025). Shtuchnyi intelekt yak strukturna skladova metodychnoi systemy

vykladannia osvitnoi komponenty u vyshchii osviti [Artificial intelligence as a structural component of the methodological system of teaching an educational component in higher education]. *Pedahohichni nauky: zbirnyk naukovykh prats (Pedagogical Sciences: Collection of Scientific Papers)*, (112), 20–25. <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2025-112-3> [in Ukrainian].

5. Spivakovskiy, O. V., Omelchuk, S. A., Kobets, V. V., Valko, N. V., & Malchykova, D. S. (2023). Instytutsiina polityka shchodo shchuchnoho intelektu v universytetskomu navchanni, vykladanni ta doslidzhenniakh [Institutional policy on artificial intelligence in university learning, teaching, and research]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia (Information Technologies and Learning Tools)*, 97(5), 181–202. <https://doi.org/10.33407/itlt.v97i5.5395> [in Ukrainian].

6. Ilieva, G., Yankova, T., Ruseva, M., & Kabaivanov, S. (2025). A framework for generative AI-driven assessment in higher education. *Information*, 16(6), 472. <https://doi.org/10.3390/info16060472>

7. Nguyen, D. T., & Pham, Q. V. (2025). The evolving landscape of AI integration in mathematics education: A systematic review of trends (2015–2025). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(10), em2714. <https://doi.org/10.29333/ejmste/17078>

8. Panqueban, D., & Huincahue, M. (2024). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic review. *Uniciencia*, 38(1), 1–17. <https://doi.org/10.15359/ru.38-1.20>

9. Pepin, B., Buchholtz, N., & Salinas-Hernández, U. (2025). A scoping survey of ChatGPT in mathematics education. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 11, 9–41. <https://doi.org/10.1007/s40751-025-00172-1>

10. Pepin, B., Buchholtz, N., & Salinas-Hernández, U. (2025). Mathematics education in the era of ChatGPT: Investigating its meaning and use for school and university education – Editorial to special issue. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 11, 1–8. <https://doi.org/10.1007/s40751-025-00173-0>

11. Son, T. (2024). Intelligent tutoring systems in mathematics education: A systematic review (2003–2023). *Computers*, 13(10), 270.

12. Udías, A., Alonso-Ayuso, A., Alfaro, C., Algar, M. J., Cuesta, M., Fernández-Isabel, A., Gómez, J., Lancho, C., Cano, E. L., Martín de Diego, I., & Ortega, F. (2024). ChatGPT's performance in university admissions tests in mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(4), em0795. <https://doi.org/10.29333/iejme/15517>

13. Zhao, J., Chapman, E., & Sabet, P. G. P. (2024). Generative AI and educational assessments: A systematic review. *Education Research and Perspectives*, 51, 124–155. <https://doi.org/10.70953/ERPv51.2412006>

