

УДК 37.016:51]:004.8:159.9

Психологічні аспекти використання штучного інтелекту у навчанні математики: огляд закордонних публікацій

Андрій Матяш¹, Ганна Юрченко²¹Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського. E-mail: matyashandrey1987@gmail.com²Житомирський інститут ПрАТ "ВНЗ "МАУП"

Анотація

Штучний інтелект в освіті трансформує навчальні процеси та навчальну компетентність учнів. На думку багатьох зарубіжних вчених досягнення комп'ютерних технологій, зокрема штучного інтелекту (ШІ), дають можливість краще з'ясувати окремі навчальні проблеми учнів та надати їм індивідуальну підтримку для покращення результатів навчання з математики. Штучний інтелект можна використовувати для створення інтелектуальних систем навчання, які налаштовують матеріал під окремих учнів, що сприятиме підвищенню їхніх результатів навчання. Такі досягнення в галузі використання штучного інтелекту можуть позитивно вплинути на підвищення якості математичної освіти. Штучний інтелект має потенціал для покращення викладання та вивчення математики. Закордонні дослідники зауважують, що хоча методика навчання на основі ШІ пропонує численні переваги, важливо враховувати потенційні небезпеки та проблеми, пов'язані з її використанням в освіті. Існує потенційний ризик того, що вчителі можуть стати надмірно залежними від інформації, яка керується даними, що може призвести до недооцінки власного професійного судження та навичок спостереження. Існує також занепокоєння щодо конфіденційності та безпеки даних: збір та аналіз даних учнів викликає занепокоєння щодо конфіденційності та безпеки даних. Також існує ймовірність того, що вчителі або адміністратори можуть неправильно витлумачити дані, надані інструментами методики навчання на основі штучного інтелекту, що призведе до неправильних рішень або втручань, які можуть не відповідати справжнім інтересам учнів. Підсумовуючи огляд проаналізованих закордонних публікацій, у цій статті систематизовано конкретні рекомендації закордонних дослідників для вчителів математики.

Ключові слова: комп'ютерні технології, штучний інтелект, математична освіта, системи навчання

UDC 37.016:51]:004.8:159.9

Psychological aspects of using artificial intelligence in teaching mathematics: review of foreign publications

Andrii Matiash, Hanna Yurchenko²

¹Vinnitsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University. E-mail: matyashandrey1987@gmail.com

²Zhytomyr Institute of of PJSC "IAPM"

Abstract

Artificial intelligence in education is transforming learning processes and student competence. According to many foreign researchers, advancements in computer technologies, particularly artificial intelligence (AI), offer the opportunity to better understand individual learning problems and provide personalized support to improve mathematics learning outcomes. AI can be used to create intelligent learning systems that customize materials for individual students, which will help enhance their learning results. Such achievements in the use of AI can positively impact the quality of mathematics education. AI has the potential to improve the teaching and learning of mathematics. Foreign researchers note that while AI-based learning methodologies offer numerous advantages, it is important to consider the potential dangers and issues associated with their use in education. There is a potential risk that teachers may become overly reliant on data-driven information, which could lead to the undervaluation of their professional judgment and observational skills. There are also concerns about data privacy and security: the collection and analysis of student data raise issues of privacy and data security. Additionally, there is the possibility that teachers or administrators may misinterpret the data provided by AI-based learning tools, leading to incorrect decisions or interventions that may not align with the true interests of students. Summarizing the review of analyzed foreign publications, this article systematizes specific recommendations from foreign researchers for mathematics teachers.

Keywords: computer technologies, artificial intelligence, mathematics education, learning systems

Постановка проблеми у загальному вигляді. Нині проводиться багато досліджень щодо цифрових технологій та їх використання у навчанні. Останнім часом увага прикута до проблеми використання штучного інтелекту (ШІ). Штучний інтелект в освіті трансформує навчальні процеси та навчальну компетентність учнів. Нині в українській методичній науці активно дискутуються можливості та доцільність використання ШІ у навчанні в школі. ШІ може адаптуватися до індивідуальних навчальних потреб учнів. Аналізуючи прогрес, успішність і вподобання учнів, системи ШІ можуть надавати адаптований контент, рекомендувати додаткові ресурси та надавати відгуки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Компанія Factum Group Ukraine за підтримки МОН України провела дослідження про частоту використання ШІ українськими вчителями та учнями (2023). З'ясувалося, що в Україні 60% учнів вже використали сервіси штучного інтелекту для підготовки домашнього завдання, а 40% – у роботі на уроках (для виконання самостійних робіт). Дослідження показало, що школярі продемонстрували більш високий рівень поінформованості про ШІ та його використання в освітньому процесі, ніж вчителі. 91% опитаних школярів знають про ШІ-сервіси, а 85% хоча б раз їх використали, третина з них робить це мінімум щотижня. В окремих анкетах учні анонімно визнавали, що використовують інструменти ШІ для списування, переважно для підготовки завдань з гуманітарних дисциплін.

Projector Creative & Tech Institute та Мала академія наук України провели всеукраїнське дослідження (2023) з метою отримати дані про використання штучного інтелекту в українських школах та дослідити перспективи його подальшого залучення в освітній процес на різних рівнях. В опитуванні, яке тривало протягом вересня-жовтня 2023 року, взяли участь більше 3000 українців. Серед них 1747 учителів та 1443 школярі (учні 8-11 класів).

Загалом 76% опитаних учителів хоча б раз користувалися ШІ, половина з них мала позитивний досвід взаємодії. 37% учителів так чи інакше вже залучали школярів до використання ШІ, а 49% планують зробити це в майбутньому. Проте у багатьох виникають побоювання щодо того, чи варто рекомендувати подібні інструменти учням. Думки щодо застосування штучного інтелекту серед учителів різняться. Педагоги розуміють користь новітньої технології, але бачать і можливі проблеми. Зокрема вони хвилюються, що використання ШІ може обмежити розвиток учнів, призвести до списувань, неетичного використання тощо. Крім того, освітяни самі не до кінця розуміють, як працює ШІ, а отже – хвилюються щодо взаємодії із недостатньо вивченою технологією.

Українські дослідники в галузі методики навчання математики О. І. Матяш, В. В. Риндюк, О. Б. Панасенко, А. С. Горяшин аналізували закордонний досвід навчання математики з використанням цифрових навчальних платформ (Матяш & Риндюк, 2023; Матяш, Панасенко & Горяшин, 2023).

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми. На нашу думку, обмін науково обгрунтованою інформацією є найкращим способом допомогти вчителям математики приймати свідомі рішення щодо використання ІІІ у навчанні математики. Загальновідомо, що досвід використання ІІІ у навчанні в окремих країнах світу є значно більшим, ніж в Україні, й активно нині висвітлюється в закордонних публікаціях. Оскільки кількість відповідних публікацій є значною, то увагу зосередимо на огляді закордонних публікацій щодо окремих психологічних аспектів використання ІІІ у навчанні математики.

Мета даної статті – здійснити огляд закордонних публікацій щодо використання ІІІ у навчанні математики з метою сприяння доступу до інформації, яка дозволить вчителям і керівникам освіти усвідомлювати плюси та мінуси різних застосувань штучного інтелекту в навчанні математики та окремі психологічні аспекти таких застосувань.

Виклад основного матеріалу. В закордонних публікаціях прослідковується думка, що штучний інтелект все частіше використовується в освіті для покращення результатів навчання учнів (Ahmad, Rahmat, Mubarik, Alam & Hyder, 2021; Paek & Kim, 2021; Pedro, Subosa, Rivas & Valverde, 2019). Також закордонні дослідники розглядають штучний інтелект як розв'язання проблеми нестачі підготовлених вчителів і ресурсів, а також як засіб максимізації потенціалу освіти (Zhang & Aslan, 2021; Zawacki, Marín, Bond & Gouverneur, 2019). Емпіричні дослідження додатково підтвердили ці гіпотези, продемонструвавши позитивний вплив ІІІ на успішність учнів (Rittle & Koedinger, 2009; Gonzalez, Cozar, Villena & Merino, 2019). Окрім впливу на результати навчання, ІІІ також має важливе значення для сталого розвитку суспільства. У документах ЮНЕСКО проголошується, що забезпечення «інклюзивної та справедливої якісної освіти та сприяння можливостям навчання протягом усього життя для всіх» є необхідним для сталого розвитку, і ІІІ може допомогти досягти цього (Pedro, Subosa, Rivas & Valverde, 2019).

На думку китайських вчених Yaping Qiu, Junjie Pan та Asniza Ishak (2022): досягнення комп'ютерних технологій, зокрема штучного інтелекту (ІІІ), дають можливість краще з'ясувати окремі навчальні проблеми учнів та надати їм індивідуальну підтримку для покращення результатів навчання з математики. Автори наголошують, що ІІІ може відігравати різні ролі в освіті, в тому числі інноваційний лектор, стажер, навчальний пристрій і компаньйон, а також радник з розробки індивідуальної освітньої траєкторії. ІІІ алгоритми працюють як мозок робототехніки, дозволяючи роботам діяти як віртуальні персональні помічники в комп'ютеризованому світі. Інструктор – це вчитель, а функції штучного інтелекту обмежуються наданням допомоги вчителям у прийнятті найкращих педагогічних рішень.

Hermie V. Inoferio, Marcelino Espartero, Masnona Asiri, Michelle Damin, Jason V. Chavez (2024) опублікували результати дослідження про боротьбу з математичною тривогою та браком впевненості за допомогою навчання з використанням ІІІ. Мета цього дослідження

полягала в тому, щоб розвинути початкове розуміння того, як моделі штучного інтелекту допомагають учням справлятися з математичною тривогою та відсутністю впевненості в навчанні математики. За результатами дослідження встановлено зв'язок між тим, що відчувають учні, коли використовують штучний інтелект, і тим, яку він їм приносить користь. Авторський аналіз показав, що учні нині звертаються до моделей штучного інтелекту як до механізму подолання, щоб полегшити математичні тривоги та підвищити впевненість у собі. Ці моделі штучного інтелекту функціонують як «наставники» та «математичні компаньйони», які пропонують покрокові пояснення та персоналізовану підтримку. Їх здатність до адаптації та індивідуальний підхід роблять математику більш доступною для учнів, з потенціалом зменшити тривогу та покращити загальну успішність навчання. Крім того, використання моделей штучного інтелекту заохочує почуття незалежності, мотивуючи учнів активно брати участь у самостійному навчанні. Отримані результати відкривають нові питання щодо використання моделей ШІ для підвищення самоефективності та впевненості учнів у вивченні математики. Існує також можливість побудувати навчання за допомогою штучного інтелекту з акцентом на психологічні втручання та поведінкові взаємозв'язки, що впливають на успішність учнів.

Доктор Samia Kazi із British University в Дубаї стверджує, що як вчителі, ми витрачаємо значну кількість часу на те, щоб спостерігати за дітьми, відстежувати прогрес і планувати відповідні для розвитку заходи, які допомагають навчанню наших учнів. У власних публікаціях Samia Kazi (2023) розмірковує, як ми можемо використовувати штучний інтелект, щоб допомогти заощадити час на адміністративній роботі та, таким чином, зосередитися на більш значущій діяльності, наприклад, налагоджувати глибші особистісні зв'язки з учнями. Samia Kazi зауважує, що мета полягає не в тому, щоб замінити людський чинник, який є надважливим для навчання, а радше в тому, щоб підтримати та посилити його. Методика навчання з використанням штучного інтелекту може надавати вчителям корисну інформацію для підтримки навчання та розвитку окремих учнів. Використовуючи потужність методики навчання на основі штучного інтелекту, вчителі можуть отримати глибше розуміння унікального навчального шляху кожного учня, дозволяючи їм надавати персоналізовану підтримку та оптимізувати навчання для досягнення максимального ефекту. До позитивних аспектів методики навчання на основі штучного інтелекту Samia Kazi відносить: можливість визначення сильних і слабких сторін у навчально-пізнавальній діяльності учнів; відстеження прогресу з плином часу (тижні, місяці, тощо); персоналізація викладання та навчального досвіду. Ґрунтуючись на ідеях, наданих інструментом штучного інтелекту, вчитель може адаптувати свої інструкції та навчальну діяльність відповідно до унікальних потреб конкретних учнів. Наприклад, створити більше можливостей практикувати навички вербального спілкування в невеликих групах.

Хоча методика навчання на основі ІІІ пропонує численні переваги, зауважує Samia Kazi, важливо враховувати потенційні небезпеки та проблеми, пов'язані з її використанням в освіті. Існує потенційний ризик того, що вчителі можуть стати надмірно залежними від інформації, яка керується даними, що може призвести до недооцінки власного професійного судження та навичок спостереження. Кваліфіковані та досвідчені педагоги володіють гострою здатністю спостерігати та розрізняти аспекти, які нелегко піддати кількісній оцінці або зафіксувати на папері. Досвідчені вчителі мають унікальну здатність відчувати та читати між рядків, здатність, яку не можуть відтворити машини.

Існує також занепокоєння щодо конфіденційності та безпеки даних: збір та аналіз даних учнів викликає занепокоєння щодо конфіденційності та безпеки даних. Хто має доступ до цієї інформації? Чи конфіденційна інформація захищена? Як ми можемо уникнути можливих порушень або неправильного використання даних? Також існує ймовірність того, що вчителі або адміністратори можуть неправильно витлумачити дані, надані інструментами методики навчання на основі штучного інтелекту, що призведе до неправильних рішень або втручань, які можуть не відповідати справжнім інтересам учнів.

Yousef Wardat, Mohammad A. Tashtoush, Rommel Alali (2024) стверджують, що успішне впровадження ІІІ у навчання залежить від методичних переконань вчителів, які організовують освітній процес. Вказані дослідники вивчали сприйняття вчителями математики реалізованих систем і програм ІІІ в школах Емірату Абу-Дабі. У дослідженні було задіяно 580 вчителів математики із державних і приватних шкіл у трьох освітніх регіонах Абу-Дабі. Результати показали, що штучний інтелект можна використовувати як освітній інструмент для полегшення навчання та підвищення ефективності навчання учнів шляхом включення систем і програм ІІІ в навчальні програми. Як стверджують дослідники, використання програм ІІІ підвищило мотивацію до навчання, заохочуючи конкуренцію та активність серед учнів з врахуванням їхніх відмінностей. Результати дослідження також показали найбільш критичні проблеми, з якими стикаються вчителі математики при застосуванні систем і програм ІІІ. Найпомітнішою з яких була необхідність докладати більше зусиль під час використання різних систем і програм ІІІ, ніж при традиційному навчанні. Ще однією проблемою було подолання тиску щодо заборони використання штучного інтелекту у навчанні. Крім того, результати дослідження не виявили статистично значущих відмінностей у поглядах вчителів математики щодо важливості використання систем і застосувань штучного інтелекту в навчанні. Однак, виявлено статистично значущі відмінності в проблемах вчителів математики при застосуванні систем і додатків ІІІ відповідно до освітньої кваліфікації вчителя.

Підсумовуючи огляд проаналізованих нами закордонних публікацій, систематизуємо конкретні рекомендації закордонних дослідників для вчителів математики та керівників шкіл:

- досліджуйте інструменти ШІ та цікавтеся ефективним досвідом використання ШІ у навчанні математики;
- налаштуйте Google Alerts, щоб бути в курсі останніх розробок у інструментах методики навчання на основі ШІ;
- організовуйте регулярні зустрічі вчителів-практиків та науковців-дослідників для обговорення потенційних переваг та проблем використання ШІ у навчанні учнів математики;
- впровадьте системи моніторингу використання ШІ у своєму навчальному закладі, щоб переконатися, що вчителі та учні дотримуються ключових рекомендацій та етичних практик під час використання інструментів ШІ;
- створіть чітку та детальну внутрішню політику для вашої школи, вирішуючи такі питання, як конфіденційність даних, відповідальне використання інструментів ШІ та збалансований підхід, який поєднує рекомендації використання ШІ з досвідом і підготовкою вчителів;
- заохочуйте педагогів записуватися на курси чи семінари, присвячені методиці навчання за допомогою ШІ в математичній підготовці учнів.
- регулярно оцінюйте ефективність інструментів методики навчання на основі ШІ у вашому навчальному закладі;
- збирайте відгуки вчителів, учнів та батьків, щоб визначити сфери покращення використання ШІ у навчанні учнів математики.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Штучний інтелект має потенціал для покращення викладання та вивчення математики. Штучний інтелект можна використовувати для створення інтелектуальних систем навчання, які налаштовують матеріал під окремих учнів, що сприятиме підвищенню їхніх результатів навчання. Такі досягнення в галузі використання штучного інтелекту можуть позитивно вплинути на підвищення якості математичної освіти. На основі огляду закордонних публікацій можемо стверджувати, що актуальним є пошук відповідей на питання:

Як вчителі можуть збалансувати використання у навчанні штучного інтелекту із традиційною ефективною методикою навчання математики та власними методичними переконаннями?

Які заходи слід вжити для забезпечення конфіденційності та безпеки даних учнів під час використання інструментів навчання на основі ШІ?

Як навчити вчителів математики ефективно інтерпретувати та використовувати дані, надані аналітичними інструментами навчання на основі ШІ, для прийняття обґрунтованих педагогічних рішень?

Список використаних джерел / References

- Perspectives on the use of artificial intelligence in school education. (2023). *Na Urok*.
<https://naurok.com.ua/post/perspektivi-vikoristannya-shtuchnogo-intelektu-v-shkilniy-osviti>
- How many schoolchildren use AI in their studies: the answer of the Ministry of Education and Science (2023). Analytical portal "Slovo i Dilo". [https://www.slovoidilo.ua/2023/12/20/novyna/suspilstvo/skilky-shkolyariv-vykorystovuyut-shi-navchannya-vidpovid-mon#:~:text="](https://www.slovoidilo.ua/2023/12/20/novyna/suspilstvo/skilky-shkolyariv-vykorystovuyut-shi-navchannya-vidpovid-mon#:~:text=)
- Matiash, O., & Ryndiuk, V. (2023). Teaching mathematics with the use of digital learning platforms: analysis of foreign experience. *Physical and Mathematical Education*, 38(3), 43-49. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-3-006>
- Matiash, O., Panasenko, O., Horiashyn, A. (2023). Learning platforms in the training of future mathematics teachers: analysis of foreign experience. *ScienceRise: Pedagogical Education*, 4 (55), 9-14. <http://doi.org/10.15587/2519-4984.2023.284676>
- Ahmad, S.F, Rahmat, M.K., Mubarik, M.S., Alam, M.M., & Hyder S.I. (2021). Artificial intelligence and its role in education. *Sustainability*, 13, 12902. <http://doi.org/10.3390/su132212902>
- S. Paek, & N. Kim. (2021). Analysis of worldwide research trends on the impact of artificial intelligence in education. *Sustainability*, 13, 7941. <https://doi.org/10.3390/su13147941>
- F. Pedro, M. Subosa, A. Rivas, P. Valverde (2019). Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development. UNESCO. 46 p. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>
- K. Zhang, A. Aslan, (2021). AI technologies for education: Recent research & future directions, *Compu. Edu.* vol. 2, pp. 100025. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100025>
- O. Zawacki, V. Marín, M. Bond, F. Gouverneur (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 16, 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- B. Rittle, K. Koedinger (2009). Iterating between lessons on concepts and procedures can improve mathematics knowledge, *Brit. J. Educ. Psychol.*, vol. 79, 483-500. <https://doi.org/10.1348/000709908x398106>
- J. Gonzalez, R. Cozar, R. Villena, J. Merino (2019). The development of mental rotation abilities through robotics-based instruction: An experience mediated by gender, *Brit. J. Educ. Technol.*, vol. 50, 3198-3213. <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/bjet.12726>
- Yaping Qiu, Junjie Pan, and Nor Asniza Ishak (2022). Effectiveness of Artificial Intelligence (AI) in Improving Pupils' Deep Learning in Primary School Mathematics Teaching in Fujian Province. *Computational Intelligence and Neuroscience*, Volume 2022(1). <https://doi.org/10.1155/2022/1362996>
- Hermie V. Inoferio, Marcelino Espartero, Masnona Asiri, Michelle Damin, Jason V. Chavez (2024). Coping with math anxiety and lack of confidence through AI-assisted Learning. *Environment and Social Psychology*. Vol 9(5). <https://doi.org/10.54517/esp.v9i5.2228>
- Samia Kazi. (2023). AI-Powered Learning Analytics Are Shaping Early Childhood Education and Instruction. <https://ceinternational1892.org/article/how-ai-powered-learning-analytics-are-shaping-early-childhood-education-and-instruction/>
- Yousef Wardat, Mohammad A. Tashtoush, Rommel Alali. (2024). Artificial Intelligence in Education: Mathematics Teachers' Perspectives, Practices and Challenges. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics* 5(1), 60-77. <https://doi.org/10.52866/ijcsm.2024.05.01.004>