



УДК 373.5.016:514

[https://doi.org/10.52058/3041-1572-2026-5\(25\)-1228-1237](https://doi.org/10.52058/3041-1572-2026-5(25)-1228-1237)

Ярова Оксана Анатоліївна кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри вищої та прикладної математики, факультет фінансів та цифрових технологій, Державний податковий університет, м. Ірпінь, <https://orcid.org/0000-0002-0522-8368>

Терменжи Олександр Андрійович здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня, кафедра вищої та прикладної математики, факультет фінансів та цифрових технологій, Державний податковий університет, м. Ірпінь, <https://orcid.org/0009-0005-0792-0103>

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ДИДАКТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕМИ «КООРДИНАТИ І ВЕКТОРИ» ДЛЯ УЧНІВ 10 КЛАСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Анотація. У статті розглянуто особливості розроблення дидактичного забезпечення теми «Координати і вектори» для учнів 10 класу закладів загальної середньої освіти з використанням технологій штучного інтелекту. Проаналізовано можливості сучасних цифрових інструментів, зокрема GeoGebra [11], Desmos [10] та Kahoot! [13], у формуванні математичних компетентностей учнів, розвитку логічного та просторового мислення, а також підвищенні мотивації до навчання. Наведено приклади інтерактивних вправ і задач різного рівня складності з автоматизованою перевіркою та зворотним зв'язком, що дозволяє вчасно коригувати процес засвоєння тем та активізувати самостійний пошук рішень [7, 14].

Особлива увага приділена застосуванню візуалізаційних модулів та рекомендаційних систем навчання для підвищення наочності та персоналізації освітнього процесу [14]. Визначено основні проблемні аспекти впровадження цифрових технологій, серед яких ризик формалізації знань [2, 4, 8], недостатній рівень цифрової компетентності вчителя, нерівний доступ до технічних ресурсів та можливе перевантаження учнів [14].

Також висвітлено виклики цифровізації: від загрози механічного засвоєння знань до нерівності в технічному забезпеченні, необхідність гармонійного поєднання класичної методики з цифровими інноваціями для підготовки учнів до вищої школи [7, 9].

Ключові слова: дидактичне забезпечення, навчання математики, координати і вектори, технології штучного інтелекту, цифрові інструменти,



інтерактивні вправи, автоматизована перевірка знань, візуалізаційні модулі, персоналізація навчання, формування математичних компетентностей, розвиток просторового мислення, мотивування учнів, адаптивні системи навчання, GeoGebra, Desmos, Kahoot!, інноваційні підходи в освіті, методика навчання математики.

Yarova Oksana Anatolyivna PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Higher and Applied Mathematics, Faculty of Finance and Digital Technology, State Tax University, Irpin, <https://orcid.org/0000-0002-0522-8368>

Termenzhy Oleksandr Andriyovych a second-level (master's degree) higher education student, Department of Higher and Applied Mathematics, Faculty of Finance and Digital Technology, State Tax University, Irpin, <https://orcid.org/0009-0005-0792-0103>

FEATURES OF DESIGNING DIDACTIC MATERIALS FOR TEACHING “COORDINATES AND VECTORS” TO 10TH-GRADE STUDENTS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

Abstract. The article considers the features of developing didactic support for the topic "Coordinates and Vectors" for 10th grade students of secondary education institutions using artificial intelligence technologies. The possibilities of modern digital tools, in particular GeoGebra, Desmos and Kahoot!, in forming students' mathematical competencies, developing logical and spatial thinking, as well as increasing motivation for learning are analyzed. The paper presents examples of interactive exercises and problems of varying levels of difficulty with automated assessment and feedback, enabling timely adjustment of the learning process and fostering students' independent problem-solving.

Particular attention is paid to the use of visualization modules and recommender learning systems to increase the visibility and personalization of the educational process. The main problematic aspects of the implementation of digital technologies are identified, including the risk of formalization of knowledge, insufficient level of digital competence of teachers, unequal access to technical resources and possible overload of students. The challenges of digitalization are also highlighted: from the threat of mechanical assimilation of knowledge to inequality in technical support, the need for a harmonious combination of classical methods with digital innovations to prepare students for higher education.



Keywords: didactic materials, mathematics teaching, coordinates and vectors, artificial intelligence technologies, digital tools, interactive exercises, automated knowledge testing, visualization modules, personalization of learning, formation of mathematical competencies, development of spatial thinking, student motivation, adaptive learning systems, GeoGebra, Desmos, Kahoot!, innovative approaches in education, mathematics teaching methodology.

Актуальність дослідження

Глобальна цифровізація освітнього простору вимагає модернізації підходів до викладання точних наук. Впровадження інструментів ШІ створює умови для глибокої персоналізації та автоматизації моніторингу успішності [5].

Використання штучного інтелекту в освіті потребує науково обґрунтованого підходу, педагогічної рефлексії та чіткого усвідомлення меж його доцільності. Для вчителя математики важливо поєднувати цифрову компетентність із розумінням дидактичного потенціалу ШІ, його впливу на формування математичних компетентностей і академічної доброчесності, що зумовлює актуальність комплексного дослідження цієї проблеми.

Використання сервісів штучного інтелекту в освіті, зокрема у навчанні математики, активно досліджується сучасними українськими та зарубіжними науковцями і педагогами-практиками. У дослідженні зосереджено увагу на особливостях розроблення навчальних матеріалів для вивчення теми «Вектори та координати» у 10 класі, адже ця тема є фундаментальною складовою курсу геометрії 10 класу [4]. Вона забезпечує формування базових понять, необхідних для подальшого вивчення математичних дисциплін. Водночас складність цієї теми пов'язана з її абстрактністю, що потребує використання наочних і інтерактивних засобів навчання [1, 2].

Як зазначають Михайло Бурда, Зінаїда Слєпкань та Олександр Істер, ефективне навчання математики повинно ґрунтуватися на діяльнісному підході, розвитку логічного мислення та широкому використанні наочності [2, 4, 8]. Проте в реальній освітній практиці часто спостерігається формалізація знань, коли учні засвоюють алгоритми розв'язування задач без глибокого розуміння сутності математичних понять. Особливо це проявляється під час вивчення координат і векторів, які вимагають сформованого просторового мислення.

Мета, завдання, об'єкт і предмет дослідження

Мета роботи полягає у теоретичному аналізі та практичній розробці дидактичного контенту з використанням ШІ та графічних калькуляторів (GeoGebra, Desmos) для вивчення векторів і координат у 10 класі [10, 11].

Завдання дослідження проаналізувати методичні основи навчання теми, дослідити можливості цифрових технологій, розробити систему вправ і



завдань, визначити ефективність їх використання, виявити проблемні аспекти впровадження.

Об'єктом вивчення є функціонування та розвиток процесу навчання математики в загальноосвітньому просторі.

Предметом роботи є сукупність методів та прийомів використання цифрових освітніх ресурсів як дидактичної основи для вивчення координат і векторів.

Виклад основного матеріалу дослідження

У реальній освітній практиці часто спостерігається формалізація знань, коли учні засвоюють алгоритми розв'язування задач без глибокого розуміння сутності математичних понять [2, 4, 8]. Особливо це проявляється під час вивчення теми «Координати і вектори», яка вимагає сформованого просторового мислення, аналітичних навичок і здатності до моделювання. Учні можуть виконувати обчислення механічно, не усвідомлюючи логіку перетворень або взаємозв'язки між геометричними об'єктами, що суттєво знижує якість засвоєння матеріалу [3, 7, 8].

Використання ІІІ інструментів дозволяє подолати механічне обчислення та «бездумне» виконання вправ. Цифрові середовища забезпечують [10, 11, 13]: високий рівень візуалізації та динаміку об'єктів, потенціал для здійснення практичних математичних апробацій та моделювання, безперервний самоаналіз правильності виконання завдань через зворотний зв'язок, адаптацію контенту під можливості конкретного учня.

У дослідженні «Інтерактивна математика: штучний інтелект і дієві практики» Л. Роміцина [6] розглядає ключові аспекти застосування ІІІ в інтерактивному навчанні математики та наводить практичні кейси його ефективної інтеграції для підвищення якості освіти й оптимізації часу.

На особливу увагу заслуговує дослідження команди AI for Education та Student Achievement Partners (США), за результатами якого створено посібник «Guide to Integrating Generative AI for Deeper Math Learning» [12]. У ньому ІІІ розглядається як «партнер з мислення» для планування уроків з математики, персоналізації та аналізу помилок, із наголосом на використанні спеціалізованих інструментів для підтримки продуктивних пізнавальних труднощів і активності учнів.

Заслуговує на увагу ґрунтовне дослідження «Огляд сервісів навчання математики на основі штучного інтелекту в підготовці майбутніх учителів» [3], виконане колективом учених під керівництвом П. Бельчева, у якому запропоновано розгорнуту систематизацію сервісів ІІІ (для роботи з текстом, візуалізації, відеоматеріалів, здійснення обчислень, організації навчання, розв'язання задач, реалізації оцінювання), необхідних для формування цифрових компетентностей майбутніх учителів математики (Рис.1).



Рис. 1 Систематизація ШІ інструментів за напрямками використання
(джерело: створено авторами на основі [3])

У цьому контексті цифрові середовища, такі як GeoGebra та Desmos, відкривають нові можливості для організації навчання учнів. Вони можуть не лише спостерігати математичні об'єкти, а й активно взаємодіяти з ними: змінювати координати точок, досліджувати властивості векторів, будувати залежності між величинами та експериментувати з параметрами. Таке навчання перетворює традиційні пасивні вправи на дослідницькі завдання, що стимулює критичне мислення та розвиток логічних умінь.

Наприклад, під час вивчення координатної площини доцільно використовувати інтерактивну вправу, у якій учень будує точку із заданими координатами та визначає її розташування відносно координатних чвертей. У середовищі GeoGebra це супроводжується миттєвим зворотним зв'язком, що дозволяє учню перевіряти правильність дій у реальному часі та коригувати помилки самостійно. Аналогічно, при роботі з векторами учні можуть будувати вектор за координатами його початку та кінця, визначати його довжину і напрям, змінювати параметри та спостерігати зміни на графіку. Це дозволяє формувати уявлення про геометричну природу векторів, їх властивості та зв'язки між об'єктами на площині [10, 11].

Важливим елементом дидактичного забезпечення є система задач різного рівня складності. Такий підхід забезпечує поступове формування навичок і дозволяє адаптувати навчання до індивідуальних можливостей учнів.

Для ефективного навчання пропонується багаторівнева система задач:

Базовий рівень: Знайдіть координати середини відрізка AB , якщо $A(2; 4), B(6; 8)$.

Середній рівень: Обчисліть координати вектора $\overline{AB}$ та його довжину, якщо $A(-1; 3), B(5; -1)$.

Достатній рівень: Доведіть, що точки $A(1; 2), B(3; 6), C(5; 10)$ лежать на одній прямій.

Високий рівень: У безвітряну погоду швидкість приземлення парашутиста дорівнює 4 м/с. Якими будуть модуль і напрям вектора швидкості його приземлення, якщо у горизонтальному напрямі віє вітер зі швидкістю 5 м/с (Рис. 2)?

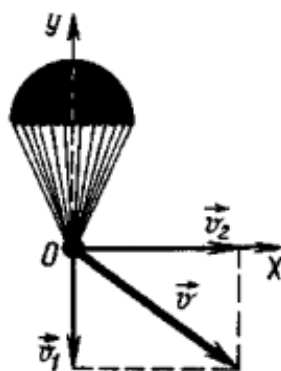


Рис. 2 Ілюстрація до задачі



У цифрових середовищах ці завдання можуть супроводжуватися автоматизованою перевіркою та підказками, що забезпечує індивідуалізацію навчання та дозволяє учню швидко виявляти й виправляти помилки.

Особливу роль відіграє візуалізація навчального матеріалу. Динамічні моделі дають можливість учням наочно спостерігати зміни геометричних об'єктів у залежності від змін параметрів. Це особливо важливо для формування просторового мислення – однієї з ключових компетентностей, необхідної для розв'язування складних задач у математиці та фізиці.

Разом із перевагами впровадження цифрових технологій слід враховувати й потенційні проблеми. Однією з ключових є ризик підміни глибокого розуміння механічними діями: учні можуть правильно виконати завдання в GeoGebra або Desmos, але не усвідомлювати логіку розв'язання.

Не менш важливою є недостатня підготовка вчителя до використання цифрових інструментів. Ефективна інтеграція технологій потребує не лише технічних умінь, а й методичної компетентності, інакше цифрові ресурси використовуються фрагментарно та формально, не забезпечуючи очікуваного результату.

Суттєвим викликом залишається нерівний доступ до технічних ресурсів, що обмежує можливості впровадження інновацій у різних закладах освіти. Крім того, надмірне використання цифрових платформ, зокрема Kahoot!, може призводити до фрагментарності знань, перевантаження учнів і зниження концентрації уваги.

Сучасні технології штучного інтелекту дозволяють створювати рекомендаційні системи навчання, які аналізують помилки учнів і пропонують індивідуальні завдання. Це сприяє персоналізації навчання, однак надмірна автоматизація може знизити роль учителя та сформувати залежність учнів від підказок, що негативно впливає на розвиток самостійності та критичного мислення [6, 9].

Таким чином, цифрові інструменти і технології штучного інтелекту забезпечують новий рівень наочності, інтерактивності та персоналізації навчання математики, але їх ефективність залежить від методичної грамотності вчителя, рівня мотивації учнів та продуманого поєднання традиційних і інноваційних підходів.

Висновки

У статті показано, що розроблення дидактичного забезпечення теми «Координати і вектори» з використанням цифрових технологій і технологій штучного інтелекту є ефективним інструментом підвищення якості математичної освіти. Аналіз сучасних цифрових інструментів, таких як GeoGebra, Desmos та Kahoot!, показав їх здатність не лише підвищувати наочність навчального матеріалу, а й забезпечувати інтерактивність, динамічне моделювання, автоматизовану перевірку знань та персоналізацію навчання.



Розробка інтерактивних вправ та задач різного рівня складності дозволяє організувати навчання за принципом поступової складності і адаптувати його до індивідуальних потреб учнів. Візуалізаційні модулі і динамічні моделі допомагають учням краще зрозуміти геометричну природу векторів, напрямки, довжину та взаємозв'язки між об'єктами, що сприяє розвитку просторового мислення та аналітичних навичок.

Разом із перевагами впровадження цифрових технологій визначено проблемні аспекти: ризик формалізації знань [2, 4, 8], недостатній рівень цифрової компетентності вчителів [5], нерівний доступ до технічних ресурсів [13], можливе перевантаження учнів [10,11], та потенційне зниження самостійності учнів через надмірну автоматизацію навчального процесу [14].

Практична значущість дослідження полягає у створенні комплексного дидактичного забезпечення, що включає інтерактивні вправи, задачі з автоматизованою перевіркою та рекомендаційні системи, а також методичні рекомендації для ефективного використання цифрових платформ на уроках математики. Впровадження таких інструментів дозволяє поєднати традиційні та інноваційні методи навчання, забезпечуючи глибоке засвоєння математичних понять, розвиток критичного мислення та формування математичних компетентностей учнів.

Отже, комплексне застосування цифрових технологій і штучного інтелекту в навчанні теми «Координати і вектори» сприяє підвищенню мотивації та активності учнів; розвитку логічного та просторового мислення; формуванню навичок самоконтролю і самостійної роботи; ефективному поєднанню індивідуального та колективного навчання.

Подальші перспективи досліджень полягають у розробленні адаптивних навчальних систем та методичних рекомендацій, що забезпечують баланс між автоматизацією та розвитком самостійності, а також у визначенні ефективних моделей поєднання традиційних і цифрових підходів у шкільному курсі математики [1, 7].

Література

1. Баштан М.В., Терменжи Д.Є., Лосєва Н.М., Пузирьов В.Є., Ярова О.А. Математичні проєкти з професійним змістом: від теорії до практики упровадження в основній школі. «Вісник науки та освіти (Серія «Філологія», Серія «Педагогіка», Серія «Соціологія», Серія «Культура і мистецтво», Серія «Історія та археологія»): журнал. 2025. № 7(37) 2025. С. 936-954.
2. Бурда М. І. Методика навчання математики в школі. Київ : Освіта, 2011.
3. Бельчев П.В., Бельчев М.П., Бурцева О.Г. Огляд сервісів навчання математики на основі штучного інтелекту в підготовці майбутніх учителів URL: <https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series5.2024.99.01>
4. Істер О.С. Геометрія : підручник для 10 класу. Київ : Генеза, 2018.
5. Проект «Інструктивно-методичні рекомендації щодо ІІІ в ЗЗСО» Міністерство освіти і науки України. URL: <https://surl.li/xqbaan>



6. Роміцина Л. Інтерактивна математика: штучний інтелект і дієві практики Педагогічна Житомирщина № 2 (38), 2025 URL: <https://surli.li/slwjol>
7. Семко М.М., Ярова О.А., Скасків Л.В. Основні поняття сучасної алгебри. Університет ДФС України. Ірпінь, 2020. 128 с. (Серія «На допомогу студенту УДФСУ»; т. 81).
8. Слєпкань З. І. Методика навчання математики. Київ: Вища школа, 2006.
9. Ярова О. А., Терменжи Д. Є., Нічишина В. В. Порівняльний аналіз ефективності традиційних і сучасних методів навчання геометрії та алгебри в основній школі. Педагогічна Академія: наукові записки, (8) 2025
10. Desmos : офіційний сайт. URL: <https://www.desmos.com>
11. GeoGebra : офіційний сайт. URL: <https://www.geogebra.org>
12. Guide to Integrating Generative AI for Deeper Math Learning (2025) AI for Education, Student Achievement Partners URL: <https://surli.cc/feyril>
13. Kahoot! : офіційний сайт. URL: <https://kahoot.com>
14. Van Vaerenbergh S., Pérez-Suay A. Artificial Intelligence in Mathematics Education. 2021.

References

1. Bashtan M.V., Termenzhy D.Ye., Losyeva N.M., Puzyrov V.Ye., Yarova O.A. (2025) Matematychni proiekty z profesiinym zmistom: vid teorii do praktyky uprovadzhennia v osnovnii shkoli [Mathematical projects with professional content: from theory to implementation practice in basic school]. Visnyk nauky ta osvity (Seriia «Filolohiia», Seriia «Pedahohika», Seriia «Sotsiolohiia», Seriia «Kultura i mystetstvo», Seriia «Istoriia ta arkheolohiia»): zhurnal. 2025. No. 7(37). P. 936–954. (in Ukrainian)
2. Burda M.I. (2011) Metodyka navchannia matematyky v shkoli [Methods of teaching mathematics at school]. Kyiv: Osvita, 2011. (in Ukrainian)
3. Bielchev P.V., Bielchev M.P., Burtseva O.H. (2025) Ohliad servisiv navchannia matematyky na osnovi shtuchnoho intelektu v pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv [Review of AI-based mathematics learning services in pre-service teacher training]. Available at: <https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series5.2024.99.01> (in Ukrainian)
4. Ister O.S. (2018) Heometriia: pidruchnyk dlia 10 klasu [Geometry: textbook for grade 10]. Kyiv: Heneza, 2018. (in Ukrainian)
5. Proekt «Instruktyvno-metodychni rekomendatsii shchodo ShI v ZZSO» Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy [Project “Instructional and methodological recommendations on AI in general secondary education institutions”]. Available at: <https://surli.li/xqbaan> (in Ukrainian)
6. Romitsyna L. (2025) Interaktyvna matematyka: shtuchnyi intelekt i diievi praktyky [Interactive mathematics: artificial intelligence and effective practices]. Pedahohichna Zhytomyrshchyna. 2025. No. 2(38). Available at: <https://surli.li/slwjol> (in Ukrainian)
7. Semko M.M., Yarova O.A., Skaskiv L.V. (2020) Osnovni poniattia suchasnoi alhebry [Basic concepts of modern algebra]. Universytet DFS Ukrainy. Irpin, 2020. 128 p. (Seriia «Na dopomohu studentu UDFSU»; Vol. 81). (in Ukrainian)
8. Sliiepan Z.I. (2006) Metodyka navchannia matematyky [Methodology of teaching mathematics]. Kyiv: Vyshcha shkola, 2006. (in Ukrainian)
9. Yarova O.A., Termenzhy D.Ye., Nychyshyna V.V. (2025) Porivnialnyi analiz efektyvnosti tradytsiinykh i suchasnykh metodiv navchannia heometrii ta alhebry v osnovnii shkoli [Comparative analysis of the effectiveness of traditional and modern methods of teaching geometry and algebra in basic school]. Pedahohichna Akademiia: naukovy zapysky. 2025. No. 8. (in Ukrainian)



5(25)
2026

СУСПІЛЬСТВО ТА
НАЦІОНАЛЬНІ
ІНТЕРЕСИ

ISSN 3041-1572 Online

10. Desmos: official site. Available at: <https://www.desmos.com>
11. GeoGebra: official site. Available at: <https://www.geogebra.org>
12. Guide to Integrating Generative AI for Deeper Math Learning. (2025). AI for Education; Student Achievement Partners. Available at: <https://surli.cc/feyril>
13. Kahoot!: official site. Available at: <https://kahoot.com>
14. Van Vaerenbergh S., Pérez-Suay A. (2021) Artificial Intelligence in Mathematics Education. 2021.

Дата першого надходження статті до видання: 16.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.05.2026