

Heliyon, 10(4). DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e26315. [in English]

6. Tymenko, V., & Krykun, O. (2024). Formation and development of continuous education in design and textile technologies. *Fashion Industry*, (3). P. 51–58. DOI: 10.30857/2706-5898.2024.3.3. [in English]

7. Yingzhe, Z. (2025). Reform of Graduation Project Teaching in Fashion and Apparel Design Major Under Emerging Industry Trends. *Science Journal of Education*, 13(2). P. 49–61. DOI: 10.11648/j.sjedu.20251302.11. [in English]

8. Zhang, J., & West, R. E. (2020). Designing microlearning instruction for professional development through a competency-based approach. *TechTrends*, 64(2). P. 310–318. DOI: 10.1007/s11528-019-00449-4. [in English]

9. Zrigua, A. (2024). Rethinking the teaching of design in a competency-based approach: perspectives and challenges of a new pedagogical paradigm. *Designer l'Enseignement Enseigner le Design*, (1). P. 91–108. DOI: 10.71585/deed.i1.9. [in English]

10. Bilyk, V. V. (2015). Formuvannya proektualnoi kompetentnosti u maibutnikh inzheneriv-pedahohiv shveinoho profilu v protsesi profesiinoi pidgotovky [Formation of design competence in future teacher-engineers of the sewing profile]. (Dysertatsiia kandydata pedahohichnykh nauk: spets. 13.00.04). Khmelnytskyi natsionalnyi universytet. [in Ukrainian]

11. Kovalenko, O. E. (2007). Teoretychni zasady profesiinoi pedahohichnoi pidgotovky maibutnikh inzheneriv-pedahohiv v konteksti pryiednannya Ukrainy do Bolonskoho protsesu: monohrafiia [Theoretical foundations of professional pedagogical training of future teacher-engineers in the context of Ukraine's accession to the Bologna process. Monograph]. Kharkiv: UIPA. 162 s. [in Ukrainian]

12. Nychkalo, N. (2014). Rozvytok profesiinoi osvity v umovakh hlobalizatsiinykh ta intehratsiinykh protsesiv: monohrafiia [Development of professional education in the context of globalization and integration processes. Monograph]. K.: Vydavnytstvo NPU imeni M.P. Drahomanova. [in Ukrainian]

13. Podoliak, L. H., Yurchenko, V. I. (2008). Psykholohiia vyshchoi shkoly. Pidruchnyk. 2-e vyd [Psychology of higher education: textbook (2nd ed.)]. Kyiv: Karavela. 352 s. [in Ukrainian]

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

**ШВАРДАК Маріанна** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри педагогіки дошкільної, початкової освіти та освітнього менеджменту Мукачівського державного університету.

*Наукові інтереси:* інновації, освітній менеджмент, цифровізація, професійна освіта.

**КОЗАРЬ Оксана** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерії, технологій та професійної освіти Мукачівського державного університету.

*Наукові інтереси:* професійна освіта, фахові компетентності, інженерія, технології легкої промисловості, дизайн.

**МАТВІЙЧУК Світлана** – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інженерії, технологій та професійної освіти Мукачівського державного університету.

*Наукові інтереси:* проектування та матеріалознавство швейних виробів, забезпечення якості швейних виробів, професійна освіта, професійна підготовка.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**SHVARDAK Marianna Vasylyvna** – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Pedagogy of Preschool, Primary Education and Educational Management Mukachevo State University.

*Scientific interests:* innovations, educational management, digitalization, professional education.

**KOZAR Oksana Petrivna** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Engineering, Technologies and Professional Education Mukachevo State University.

*Scientific interests:* engineering, vocational education, professional competencies, light industry technologies, design.

**MATVIYCHUK Svitlana Salmanivna** – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Engineering, Technologies and Professional Education Mukachevo State University.

*Scientific interests:* design and materials science of sewing products, quality assurance of sewing products, vocational education, vocational training.

*Стаття надійшла до редакції 06.03.2026 р.*

*Стаття прийнята до друку 19.03.2026 р.*

УДК 37.091.33:004.8+004.77

DOI: 10.36550/2415-7988-2026-1-223-115-119

ISSN 2415–7988 (Print) ISSN 2521–1919 (Online)

**ШИШКІНА Марія** –

доктор педагогічних наук, старший дослідник, завідувач відділу хмаро орієнтованих систем і штучного інтелекту в освіті

Інституту цифровізації освіти НАПН України

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5569-2700>

e-mail: shyshkina@iitl.gov.ua

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВЧИТЕЛЯМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УМОВАХ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ОСВІТИ**

*Статтю присвячено аналізу ключових проблем, викликів і перспектив використання штучного інтелекту вчителями в умовах реалізації STEM-освіти. Актуальність дослідження зумовлена тенденцією до інтеграції сучасних інфраструктурних цифрових рішень і хмаро орієнтованих освітніх середовищ з технологіями штучного інтелекту, що стотно змінює зміст і методологію організації педагогічних систем. Особлива увага приділяється ролі вчителя у STEM-освіті як ключового суб'єкта педагогічно виваженого й безпечного впровадження ШІ. Метою статті є характеристика основних проблем, потенційних загроз і можливостей застосування штучного інтелекту в STEM-освіті, а також визначення перспективних напрямів його інтеграції з урахуванням сучасних освітніх і технологічних тенденцій. Методологічною основою дослідження є аналіз і узагальнення результатів сучасних вітчизняних і зарубіжних наукових публікацій, аналітичних звітів міжнародних організацій і концептуальних документів у сфері цифрової трансформації освіти та розвитку STEM-освіти. У статті систематизовано основні групи проблем, що постають перед учителями під час інтеграції штучного інтелекту в STEM-освітнє середовище, зокрема виокремлено методологічні; науково-методичні; психолого-педагогічні; організаційно-технологічні та етичні категорії. Показано, що активне запровадження цифрових технологій на основі ШІ саме по собі не гарантує ефективного і педагогічно виваженого результату, бо має поєднуватися з цілеспрямованим розвитком ШІ-орієнтованих компетентностей учителів, науково-методичної підтримки та методологічного супроводу. Обґрунтовано, що використання штучного інтелекту в STEM-освіті слід розглядати не лише як технологічну інновацію, а як суттєвий складник трансформації професійної діяльності педагога. Перспективи подальших*

досліджень пов'язані з розробленням і експериментальною перевіркою методик розвитку компетентності вчителів щодо використання штучного інтелекту в умовах STEM-освіти, а також з вивченням моделей інтеграції ШІ з урахуванням міждисциплінарності, етичних принципів і вимог до формування ключових компетентностей учнів.

**Ключові слова:** STEM-освіта, штучний інтелект, хмарні сервіси, цифрова компетентність, вчителі, професійний розвиток.

**SHYSHKINA Mariya –**

Doctor of Pedagogical Sciences, Senior Researcher,  
Chief of the Department of Cloud-Based Systems and Artificial  
Intelligence in Education  
of Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5569-2700>  
e-mail: [shyshkina@iitlt.gov.ua](mailto:shyshkina@iitlt.gov.ua)

## ANALYSIS OF TEACHERS' USE OF CLOUD SERVICES AS A PREREQUISITE FOR DEVELOPING ARTIFICIAL INTELLIGENCE COMPETENCE IN STEM EDUCATION

The article is devoted to the analysis of key problems, challenges, and prospects of using artificial intelligence by teachers in the context of STEM education implementation. The relevance of the study is determined by the growing trend toward integrating modern digital infrastructure solutions and cloud-oriented educational environments with artificial intelligence technologies, which significantly transforms the content and methodology of organizing pedagogical systems. Special attention is paid to the role of the teacher in STEM education as a key actor in the pedagogically sound and safe implementation of AI. The aim of the article is to characterize the main problems, potential risks, and opportunities associated with the use of artificial intelligence in STEM education, as well as to identify promising directions for its integration in view of current educational and technological trends. The methodological framework of the study is based on the analysis and generalization of the results of contemporary national and international scientific publications, analytical reports of international organizations, and conceptual documents in the field of digital transformation of education and STEM education development. The article describes the main groups of problems faced by teachers when integrating artificial intelligence into the STEM educational environment. In particular, methodological; methodical; psychological and pedagogical; organizational and technological; and ethical categories are distinguished. It is shown that the active implementation of AI-based digital technologies in itself does not guarantee effective and pedagogically sound outcomes, as it must be combined with the purposeful development of teachers' AI-oriented competencies, as well as with scientific and methodological support and appropriate methodological guidance. It is substantiated that the use of artificial intelligence in STEM education should be considered not only as a technological innovation but also as an essential component of the transformation of a teacher's professional activity. Prospects for further research are associated with the development and experimental validation of methodologies for enhancing teachers' competencies in the use of artificial intelligence within STEM education, as well as with the study of AI integration models that take into account interdisciplinarity, ethical principles, and the requirements for developing students' key competencies.

**Key words:** STEM education, artificial intelligence, cloud services, digital literacy, teachers, professional development.

**Постановка та обґрунтування актуальності проблеми.** Стрімкий розвиток цифрових технологій зумовлює якісні зміни в організації освітнього процесу, трансформуючи як зміст, так і технології навчання, а також підходи до професійного розвитку вчителя. У цьому контексті STEM-освіта, що передбачає поєднання й інтеграцію освітніх підходів природничих наук, технологій, інженерії і математики – Science, Technology, Engineering, Mathematics, тобто тих предметних галузей, у яких цифрові інструменти використовуються зазвичай інтенсивніше, ніж в інших, для підтримувannya навчальної, дослідницької, проєктної діяльності є показовою. Саме STEM-освіта є тою сферою, де відбувається формування висококваліфікованих кадрів для розвитку і реалізації подальших етапів цифрової трансформації освіти.

Водночас останні дослідження свідчать, що інтеграція технологій штучного інтелекту в STEM-освіті супроводжується низкою ризиків і викликів, серед яких – некритичне використання автоматично згенерованого контенту, зниження рівня самостійної пізнавальної діяльності учнів, труднощі з дотриманням об'єктивності оцінювання навчальних досягнень, а також відсутність чітких етичних і методологічних орієнтирів. У цьому контексті особливої ваги набуває питання не лише виявлення потенційних переваг використання ШІ, а й аналізу можливих ризиків і викликів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Активне впровадження технологій штучного інтелекту в освітній процес уже сьогодні викликає гострі суспільні та професійні дискусії. Показовим є

резонансний випадок у США, де студенти низки закладів вищої освіти виступили з вимогою повернення коштів за навчання через те, що викладачі масово використовують ChatGPT для підготовки до занять і перевірки студентських робіт, що, на думку студентів, знижує якість освітніх послуг і девальвує роль викладача [6]. У цьому контексті ШІ в освіті постає як амбівалентне явище: з одного боку – як загроза деградації мислення, творчості та академічної доброчесності, з іншого – як інструмент персоналізації навчання, підвищення його ефективності та розвитку навичок мислення вищого рівня.

Водночас, результати останніх досліджень свідчать, що використання, наприклад, ChatGPT має виразний позитивний вплив на навчальні досягнення студентів, покращує їхнє сприйняття навчального процесу та сприяє розвитку навичок мислення вищого рівня [13]. Особливо значущим цей ефект виявився у STEM-дисциплінах, де принципову роль відіграє можливість поетапного аналізу завдань, індивідуалізованого зворотного зв'язку та моделювання складних процесів. Автори також зазначають, що оптимальний освітній ефект досягається за умови регулярного використання ШІ впродовж 4–8 тижнів, що підкреслює необхідність педагогічно виваженого, а не епізодичного впровадження таких інструментів.

У зв'язку з цим ключовим викликом стає підготовка вчителя, здатного ефективно інтегрувати штучний інтелект у середовище STEM-освіти [8]. Аналіз результатів досліджень останніх років також вказує на наявність значних викликів – від етичних і методичних до інфраструктурних і кадрових – під час

інтеграції ШІ в освітній процес [9-11]. Усе це зумовлює необхідність системного аналізу з метою виявлення ключових проблем і перспектив використання штучного інтелекту вчителями в умовах реалізації STEM-освіти.

**Мета статті.** Охарактеризувати ключові проблеми, перспективи і потенційні загрози застосування вчителями штучного інтелекту в STEM-освіті, а також визначити напрями педагогічно доцільної й безпечної інтеграції ШІ в освітній процес на основі аналізу наявного досвіду та результатів сучасних досліджень.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В умовах глобальної науково-технічної конкуренції та прискореного розвитку цифрових технологій підготовки фахівців у галузі STEM-освіти розглядається як один із ключових чинників інноваційного, економічного й технологічного розвитку держави. Для України це питання набуває особливої актуальності з огляду на необхідність повоєнного відновлення, забезпечення технологічного суверенітету та інтеграції у європейський і світовий науково-освітній простір. Саме в цьому контексті STEM-освіта поступово переходить від статусу освітньої інновації до стратегічного напрямку державної політики, що відображено в низці національних і міжнародних нормативних документів, зокрема в Національній стратегії розвитку штучного інтелекту в Україні (2021–2030), Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), Стратегії цифрового розвитку інноваційної діяльності України до 2030 року [1, 2], а також у міжнародних ініціативах, таких як Пекінський консенсус щодо штучного інтелекту та освіти (Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education), (UNESCO) та План дій цифрової освіти на 2021-2027 роки, ухвалений Європейською Комісією (Digital Education Action Plan 2021–2027, European Commission).

Разом із тим, стрімкий розвиток технологій штучного інтелекту супроводжується й суттєвими викликами. Аналітичні звіти міжнародних організацій, зокрема Світового економічного форуму, свідчать, що ШІ є однією з ключових технологій, які трансформують ринок праці, структуру професій та вимоги до кваліфікації фахівців. Очікується, що вже в найближчі роки значна частина освітніх і STEM-орієнтованих професій потребуватиме базового або поглибленого розуміння принципів роботи ШІ [3]. Це актуалізує проблему підготовки педагогів, які здатні не лише користуватися цифровими інструментами, а й усвідомлювати їхні обмеження, ризики та етичні аспекти застосування.

Сучасні дослідження та педагогічні спостереження дозволяють виокремити кілька груп проблем, що становлять ключові виклики для учителя в умовах STEM-освіти.

#### *1. Методологічні проблеми інтеграції ШІ в STEM-освіту.*

Специфікою контексту STEM-освіти є тенденція до конвергенції технологій створення хмаро орієнтованих освітніх середовищ та штучного інтелекту, це виявляється у формуванні і поширенні хмаро орієнтованих інтелектуалізованих систем. У зв'язку з цим відбуваються глибинні зміни цифрової освітньої парадигми. Сучасні підходи у STEM-освіті дедалі більше орієнтуються на побудову відкритих, гнучких і адаптивних освітніх систем, у яких учні працюють з

реальними даними, цифровими інструментами та інтелектуальними середовищами. Роль учителя в такій системі дедалі трансформується: він перестає бути єдиним джерелом знань і набуває функцій фасилітатора, наставника та проєктувальника освітніх сценаріїв. Це потребує переосмислення базових дидактичних принципів STEM-освіти, зокрема співвідношення між керованістю навчального процесу та автономією учнів.

#### *2. Науково-методичні проблеми використання ШІ в STEM-освіті.*

Як показують результати досліджень [3], навіть серед педагогів, які позитивно ставляться до використання ШІ, значна частина не має ясного уявлення про те, як ефективно інтегрувати ці інструменти в навчальний процес. Для STEM-освіти це є особливо суттєвим, бо вчитель не лише застосовує готові інтелектуальні системи, а й має формувати в учнів уявлення про технологічні основи їх побудови.

Суттєвою проблемою є трансформація методик навчання. Традиційні підходи, орієнтовані на відтворення знань або стандартні алгоритми розв'язання завдань, в умовах активного використання ШІ втрачають ефективність. У науковій літературі наразі відсутня єдність щодо кращих методичних рішень: одні дослідники акцентують увагу на творчих і відкритих завданнях, інші – на контролі процесу використання ШІ учнями [3]. Водночас саме STEM-освіта має потенціал для подолання цієї суперечності через орієнтацію на практичний результат – розв'язану задачу, працюючу модель, програму або пристрій. Це створює підґрунтя для розроблення методик, у яких використання ШІ розглядається як інструмент підтримки формування і розвитку інженерного мислення, а не як загроза уніфікації навчальної діяльності.

#### *3. Етичні та соціально-педагогічні проблеми.*

Інтеграція ШІ в освітній процес також породжує низку етичних та соціально-педагогічних викликів. Зокрема, це стосується питань академічної доброчесності, залежності від використання технологій та ризику зниження якості мислення учнів. Ті, хто вчать, часто використовують ШІ для швидкого отримання відповідей чи готових рішень, що може стимулювати «шаблонне» мислення і знижувати мотивацію до самостійної роботи. Учителю може стикатися з тим, що використання ШІ може негативно впливати на пізнавальну активність учнів і таким чином послаблювати розвиток критичного мислення – однієї з базових компетентностей STEM-освіти.

Етичні проблеми пов'язані з питаннями академічної доброчесності, відповідальності за результати роботи інтелектуалізованих систем, прозорості алгоритмів і захисту персональних даних. Використання ШІ потребує розуміння меж його застосування, критичної оцінки результатів і усвідомлення відповідальності за прийняті рішення.

#### *4. Організаційно-інфраструктурні проблеми.*

Не менш важливою є група організаційно-інфраструктурних проблем, що безпосередньо впливають на здатність учителя інтегрувати ШІ у навчальний процес. До них належать обмежений доступ до сучасних технологій, нестача якісного інтернет-зв'язку в окремих закладах освіти, брак належної технічної підтримки та ресурсів. Ці фактори

створюють так званий «цифровий розрив» між потенційними можливостями використання технологій і реальною практичною спроможністю до їх застосування в освітньому процесі.

Організаційні бар'єри також можуть полягати недостатній системній підтримці з боку адміністрації та керівних структур освіти, а також у недостатній увазі до організації науково-методичного супроводу професійного розвитку вчителів.

Організаційно-технологічні проблеми охоплюють питання матеріально-технічного забезпечення, доступу до інтелектуальних інструментів, інтеграції ІІІ в наявну цифрову інфраструктуру закладів освіти. Для STEM-освіти ці проблеми ускладнюються необхідністю поєднання програмних, апаратних і мережних рішень, а також забезпечення безперервної роботи з даними й моделями.

Важливою проблемою є також організація навчального процесу в умовах використання ІІІ: визначення місця інтелектуальних інструментів у структурі занять, форм контролю та оцінювання результатів навчання, а також забезпечення педагогічної доцільності їх використання.

#### 5. Психолого-педагогічні та соціо-культурні проблеми.

Окремою групою викликів є психолого-педагогічні та культурні аспекти, що проявляються у ставленні вчителів до використання ІІІ – від побоювання втратити професійну значущість до страху перед новизною та технологічною невизначеністю.

Психолого-педагогічний вимір проблеми пов'язаний із процесами професійної адаптації вчителів і учнів до нових умов навчальної діяльності. Активне впровадження штучного інтелекту може супроводжуватися відчуттям втрати контролю над навчальним процесом, зниженням упевненості у власній професійній спроможності та зростанням когнітивного навантаження.

Для STEM-освіти ці проблеми мають подвійний характер. З одного боку, технічна спрямованість навчання та орієнтація на результат можуть зменшувати тривожність, пов'язану з використанням ІІІ. З іншого – високі вимоги до точності, логічності та відповідальності результатів посилюють страх помилок і невизначеності. У цьому контексті важливою педагогічною проблемою є формування позитивного ставлення до ІІІ як до інструменту підтримки, а не конкурента професійної діяльності вчителя.

**Висновки та перспективи подальших розвідок напрямку.** Отже, у результаті визначено п'ять ключових груп проблем щодо використання ІІІ в STEM-освіті. Методологічні проблеми охоплюють слабе усвідомлення педагогами концептуальних підходів впровадження ІІІ, що пов'язані із радикальною зміною освітньої парадигми, трансформацією ролі вчителя, реалізацією принципів відкритої науки та освіти на новому рівні завдяки високо-технологічній інфраструктурі та проривним цифровим технологіям. Науково-методичні проблеми виникають через брак науково-методичного супроводу ефективного використання інструментів ІІІ, відсутність навчальних матеріалів нового типу, орієнтованих на використання ІІІ і практичних сценаріїв інтеграції, методик використання інтелектуалізованих цифрових технологій, а також фрагментарність впровадження цифрових рішень у навчальні предмети і дисципліни. Етичні та

соціально-педагогічні проблеми пов'язані з питаннями академічної доброчесності, залежності від технологій та ризику зниження якості мислення учнів. Організаційно-інфраструктурні проблеми охоплюють обмежений доступ учасників освітнього процесу до сучасних технологій, брак належної технічної і технологічної підтримки та недостатню системну підтримку з боку адміністрації, а також брак якісних програм підвищення кваліфікації педагогів щодо застосування ІІІ. Психолого-педагогічні проблеми пов'язані не лише з усвідомленням технологічних змін і пошуком нових підходів або побоюванням втрати професійної значущості, а й із потребою педагогів адаптуватися до нового цифрового суспільства, де високі технології формують нові способи мислення, навчання та соціальної взаємодії.

У результаті виконано систематизацію та класифікацію проблем у зазначених групах, що дозволяє окреслити базу для розробки методик та практичних підходів підвищення компетентності вчителів у сфері ІІІ. Отримані результати слугуватимуть основою для подальшого визначення способів вирішення проблем та апробації інструментів інтеграції ІІІ в STEM-освіту.

#### СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): розпорядження Кабінету Міністрів України № 960-р від 5 серпня 2020 р. Київ, Україна. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80> (дата звернення: 09.02.2026).
2. Про схвалення Стратегії цифрового розвитку інноваційної діяльності України на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025–2027 роках: розпорядження Кабінету Міністрів України № 1351-р від 31 грудня 2024 р. Київ, Україна. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1351-2024-%D1%80#Text> (дата звернення: 09.02.2026).
3. Проектування відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів : методичний посібник / В. М. Барладим, А. В. Бруяк, М. А. Бугаєнко, О. О. Гриб'юк, В. В. Коваленко, М. В. Мар'єнко, В. В. Осадчий, С. О. Семеріков, С. М. Тукало, М. П. Шишкіна, А. В. Яцишин ; за ред. М. П. Шишкіної, В. В. Коваленко. Київ : ІЦО НАПН України, 2025. 180 с. ISBN 978-617-8330-49-1. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/746977> (дата звернення: 09.02.2026).
4. AI in STEM Teacher Education: Inquiry into Capabilities of an Emerging Technology. *International Journal of Technology in Education and Science*. 2025. Vol. 9, № 4. P. 597–618. DOI : 10.46328/ijtes.5105.
5. Alkubaisi M. Exploring teachers' perceptions of integrating artificial intelligence (AI) in STEM education using the TPACK framework: an exploratory case study. *Discover Artificial Intelligence*. 2025. Vol. 5. P. 266. DOI: 10.1007/s44163-025-00522-3.
6. Hill K. The professors are using ChatGPT, and some students aren't happy about it. *The New York Times*. 2025. URL : <https://www.nytimes.com/2025/05/14/technology/chatgpt-college-professors.html> (дата звернення: 09.02.2026).
7. Li S., Zeng C., Liu H. et al. A meta-analysis of AI-enabled personalized STEM education in schools. *International Journal of STEM Education*. 2025. Vol. 12. P. 58. DOI: 10.1186/s40594-025-00566-y.
8. Ng D. T. K., Leung J., Su J., Ng R., Chu S. Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world. *Educational Technology Research and Development*. 2023. Vol. 71. P. 137–161. DOI: 10.1007/s11423-023-10203-6.
9. Ren X., Wu M. L. Examining teaching competencies and challenges while integrating artificial intelligence in higher

education. *TechTrends*. 2025. Vol. 69. P. 519–538. DOI: 10.1007/s11528-025-01055-3.

10. Tan X., Cheng G., Ling M. H. Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: a systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2025. Vol. 8. P. 100355. DOI: 10.1016/j.caeai.2024.100355.

11. Utami I. Q. et al. Teacher's acceptance toward cloud-based learning technology in Covid-19 pandemic era. *Journal of Computers in Education*. 2022. Vol. 9, № 4. P. 571–586. DOI: 10.1007/40692-021-00214-8.

12. Vera J. L. d., Castulo N. J., Sebial S. C. L. et al. Integrating AI in STEM education: exploring future STEM competencies of pre-service science teachers in the Philippines. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*. 2025. Vol. 7. P. 22. DOI: 10.1186/s43031-025-00143-x.

13. Wang J., Fan W. The effect of ChatGPT on students' learning performance, learning perception, and higher-order thinking: insights from a meta-analysis. *Humanities and Social Sciences Communications*. 2025. Vol. 12. № 1. P. 1–21.

14. World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2023. Cologny/Geneva, Switzerland: World Economic Forum. 2023. URL: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf) (дата звернення: 09.02.2026).

#### REFERENCES

1. Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) [On approval of the Concept for the development of natural and mathematical education (STEM education)]. (2020). Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy № 960-r vid 5 serpnia 2020 r. Kyiv, Ukraina. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80> (data zvernennia: 09.02.2026). [in Ukrainian]

2. Pro skhvalennia Stratehii tsyfrovoho rozvytku innovatsiinoi diialnosti Ukrainy na period do 2030 roku ta zatverdzhennia operatsiinoho planu zakhodiv z yii realizatsii u 2025–2027 rokakh [On approval of the Strategy for digital development of innovative activity of Ukraine until 2030 and approval of the operational action plan for its implementation in 2025–2027]. (2024). rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy № 1351-r vid 31 hrudnia 2024 r. Kyiv, Ukraina. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1351-2024-%D1%80#Text> (data zvernennia: 09.02.2026). [in Ukrainian]

3. Barladym, V. M., Bruiak, A. V., Buhaienko, M. A., Hrybiuk, O. O., Kovalenko, V. V., Marienko, M. V., Osadchy, V. V., Semerikov, S. O., Tukalo, S. M., Shyshkina, M. P., & Yatsyshyn, A. V. (2025). Proiektuvannia vidkrytoho osvitnoho seredovyshcha z elementamy shtuchnoho intelektu dlia profesiinoho rozvytku vchyteliv [Designing an open educational environment with artificial intelligence elements for teachers' professional development]. Kyiv: Institute of Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine. [in Ukrainian]

4. AI in STEM Teacher Education: Inquiry into Capabilities of an Emerging Technology. (2025). *International Journal of Technology in Education and Science*. 9(4). P. 597–618. DOI: <https://doi.org/10.46328/ijtes.5105> [in English]

5. Alkubaisi, M. (2025). Exploring teachers' perceptions of integrating artificial intelligence (AI) in STEM education using the TPACK framework: an exploratory case study. *Discover Artificial Intelligence*. 5. P. 266. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44163-025-00522-3>

6. Hill, K. (2025). The professors are using ChatGPT, and some students aren't happy about it. *The New York Times*. URL: <https://www.nytimes.com/2025/05/14/technology/chatgpt-college-professors.html> [in English]

7. Li, S., Zeng, C., Liu, H., et al. (2025). A meta-analysis of AI-enabled personalized STEM education in schools. *International Journal of STEM Education*, 12. P. 58. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00566-y> [in English]

8. Ng, D. T. K., Leung, J., Su, J., Ng, R., & Chu, S. (2023). Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world. *Educational Technology Research and Development*. 71. P. 137–161. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10203-6> [in English]

9. Ren, X., & Wu, M. L. (2025). Examining teaching competencies and challenges while integrating artificial intelligence in higher education. *TechTrends*. 69. P. 519–538. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11528-025-01055-3> [in English]

10. Tan, X., Cheng, G., & Ling, M. H. (2025). Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: a systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 8. 100355. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100355> [in English]

11. Utami, I. Q., et al. (2022). Teacher's acceptance toward cloud-based learning technology in Covid-19 pandemic era. *Journal of Computers in Education*. 9(4). P. 571–586. DOI: <https://doi.org/10.1007/40692-021-00214-8> [in English]

12. Vera, J. L. d., Castulo, N. J., Sebial, S. C. L., et al. (2025). Integrating AI in STEM education: exploring future STEM competencies of pre-service science teachers in the Philippines. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*. 7. P. 22. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43031-025-00143-x> [in English]

13. Wang, J., & Fan, W. (2025). The effect of ChatGPT on students' learning performance, learning perception, and higher-order thinking: insights from a meta-analysis. *Humanities and Social Sciences Communications*. 12(1). P. 1–21. [in English]

14. World Economic Forum. (2023). The Future of Jobs Report 2023. Cologny/Geneva: World Economic Forum. URL: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf)

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**ШИШКІНА Марія** – доктор педагогічних наук, старший дослідник, завідувач відділу хмаро орієнтованих систем і штучного інтелекту в освіті Інституту цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України.

**Наукові інтереси:** проблема використання сервісів штучного інтелекту в підвищенні кваліфікації вчителів.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**SHYSHKINA Mariya** – Doctor of Pedagogical Sciences, Senior Researcher, Chief of Cloud-Based Systems and Artificial Intelligence in Education of Institute for Digitalisation of Education of National Academy of Educational Sciences of Ukraine.

**Scientific interests:** the problem of using artificial intelligence services in improving the qualifications of teachers.

Стаття надійшла до редакції 07.03.2026 р.

Стаття прийнята до друку 20.03.2026 р.

УДК 378.147:811.111:69-051

DOI: 10.36550/2415-7988-2026-1-223-119-125

ISSN 2415–7988 (Print) ISSN 2521–1919 (Online)

АНДРОЩУК Катерина –

аспірант кафедри педагогіки та освітнього менеджменту

Вінницького державного педагогічного університету

імені Михайла Коцюбинського

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3738-8566>

e-mail: [katja11landros4uk@gmail.com](mailto:katja11landros4uk@gmail.com)