

УДК 37.091.3

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.6.11>

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК КЛЮЧОВИЙ ІНСТРУМЕНТ У STEM-ОСВІТІ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

Серденко Т. В. – кандидат фізико-математичних наук,
старший викладач кафедри інженерії, технологій та професійної освіти
Мукачівського державного університету
ORCID ID: 0000-0002-1157-6115

Рейс Т. Т. – старший викладач кафедри інженерії, технологій та професійної освіти
Мукачівського державного університету
ORCID ID: 0000-0002-4917-3928

Панченко О. Д. – старший викладач кафедри інженерії,
технологій та професійної освіти Мукачівського державного університету
ORCID ID: 0009-0001-1497-7176

У статті розглядається важлива роль інформаційних технологій (ІТ) у трансформації STEM-освіти, яка є ключовим напрямом розвитку сучасної освіти. Окреслено вплив ІТ на якість, ефективність та доступність STEM-навчання, а також детально проаналізовано стан впровадження цих технологій як на міжнародному рівні, так і в Україні. Основну увагу приділено аналізу викликів і перспектив, що виникають у процесі інтеграції інноваційних підходів до навчання.

Автори наголошують на важливості використання хмарних обчислень, штучного інтелекту (ШІ), доповненої реальності (AR) та віртуальної реальності (VR) у навчальному процесі. Зазначено, що ці технології відкривають нові можливості для створення інтерактивного, адаптивного та персоналізованого середовища, яке не лише стимулює цікавість студентів, а й значно підвищує ефективність навчання. Зокрема, хмарні технології забезпечують доступ до потужних ресурсів і платформ, таких як онлайн-лабораторії, що дозволяють студентам і викладачам працювати над складними проектами, незалежно від географічного положення. Штучний інтелект допомагає розробляти адаптивні освітні програми, що підлаштовуються під індивідуальні потреби кожного студента, а AR і VR створюють можливості для глибшого засвоєння матеріалів через занурення у симульоване середовище.

Особливу увагу приділено адаптації міжнародного досвіду впровадження ІТ у STEM-освіту до умов України. Зокрема, розглядаються питання створення цифрових лабораторій, розробки та впровадження інноваційних освітніх платформ, а також необхідність удосконалення системи підготовки педагогів. Це включає навчання викладачів новим методикам використання ІТ у навчальному процесі та забезпечення їх сучасними цифровими інструментами.

У статті також підкреслено важливість стратегічного підходу до подолання цих викликів. Розглянуто проблеми, пов'язані з обмеженістю ресурсів, що впливають на доступність ІТ-рішень, та низькою підготовленістю багатьох викладачів до використання цифрових інструментів у роботі. Запропоновано низку рекомендацій для вдосконалення процесу інтеграції інформаційних технологій у STEM-освіту.

Ключові слова: STEM-освіта, інформаційні технології, хмарні обчислення, штучний інтелект, віртуальна реальність, цифрові лабораторії, персоналізоване навчання.

Serdenko T. V., Rejs T. T., Panchenko O. D. Information technologies as a key tool in STEM education: current state and prospects

The article examines the role of information technologies as a key tool in transforming STEM education (Science, Technology, Engineering, Mathematics) in the modern world. It analyzes the current state of IT implementation in STEM education at both the international and national levels, emphasizing the challenges and prospects for development. The article highlights the integration of innovative tools such as cloud computing, artificial intelligence (AI), augmented

and virtual reality (AR/VR), and digital laboratories into the educational process. These technologies enhance interactivity, personalization, and the overall efficiency of teaching and learning, ensuring better engagement and understanding among students.

A detailed review of international practices demonstrates how IT tools are successfully incorporated into STEM education in developed countries. These practices serve as benchmarks for adapting global experience to local contexts, including Ukrainian education. Particular attention is given to the potential of adaptive educational platforms powered by AI to analyze student progress, providing individualized recommendations and fostering self-directed learning. Furthermore, the study explores the possibilities of AR/VR technologies to create immersive environments for studying complex scientific phenomena, enabling practical learning without physical constraints.

The article also addresses the key challenges associated with IT integration in STEM education, including insufficient funding, inadequate teacher training, and uneven access to digital infrastructure across regions. Overcoming these barriers is essential for achieving the full potential of IT in transforming the educational landscape. The authors propose strategic approaches to address these issues, including government support, public-private partnerships, and international collaboration in the field of education.

The findings highlight the importance of creating a robust information educational environment that supports innovative teaching and learning practices, ultimately contributing to the preparation of highly skilled specialists capable of addressing global challenges. By leveraging the opportunities offered by information technologies, STEM education can be made more effective, inclusive, and future-ready.

Key words: information technologies, STEM education, cloud computing, artificial intelligence, augmented reality, virtual reality, digital laboratories, personalized learning, educational environment.

Постановка проблеми. Сучасний світ перебуває у стані стрімкої цифрової трансформації, що значно впливає на всі аспекти суспільного життя, зокрема на освіту. STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics) [1], яка спрямована на розвиток науково-технічних компетентностей, стає одним із ключових напрямів підготовки молодого покоління до викликів XXI століття. Інтеграція інформаційних технологій [2] у STEM-освіту відкриває нові можливості для підвищення ефективності навчального процесу, розвитку креативності, критичного мислення та міждисциплінарного підходу.

Використання таких технологій, як штучний інтелект, доповнена та віртуальна реальність, хмарні платформи, значно змінює традиційні підходи до навчання. Вони дозволяють створювати інтерактивні, персоналізовані та практично орієнтовані середовища, що сприяють глибшому розумінню складних концепцій у природничих і технічних науках. Водночас впровадження цих технологій супроводжується низкою викликів, зокрема фінансовими, технічними та педагогічними.

Мета дослідження. Метою цієї роботи є аналіз сучасного стану використання інформаційних технологій у STEM-освіті, дослідження міжнародного та українського досвіду, а також визначення перспектив розвитку цієї сфери. У статті розглядаються як теоретичні аспекти, так і практичні приклади впровадження інформаційних технологій, що базуються на аналізі сучасних досліджень та практик.

Стаття також акцентує увагу на викликах і можливостях, які створює цифрова трансформація освіти, пропонуючи рекомендації щодо подальшого впровадження IT-рішень у STEM-освіту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics) є міждисциплінарним підходом до навчання, який інтегрує знання з природничих наук, технологій, інженерії та математики для вирішення реальних проблем. Основною метою STEM-освіти є формування у студентів критичного мислення, творчих здібностей, практичних навичок і здатності працювати в команді. Цей підхід відповідає вимогам сучасного суспільства, яке стикається з постійними технічними викликами та швидким розвитком технологій [3].

В історичному контексті STEM-освіта виникла як відповідь на потребу у підвищенні конкурентоспроможності в науці й техніці. Вона набула популярності в середині XX століття, коли країни, такі як США, почали впроваджувати освітні програми, спрямовані на розвиток технологічних і наукових навичок у студентів [4]. Сьогодні STEM-освіта стала глобальним трендом, підтримуваним міжнародними організаціями, включаючи ЮНЕСКО та OECD.

STEM-освіта базується на декількох ключових принципах. Міждисциплінарність передбачає інтеграцію знань із кількох дисциплін для розв'язання комплексних проблем [5]. Практична орієнтованість акцентує увагу на навчанні через практичні завдання, проекти та дослідження [6]. Використання сучасних технологій, таких як віртуальні лабораторії, симуляції та хмарні платформи, допомагає зробити навчальний процес більш інноваційним і доступним.

Значення STEM-освіти для сучасного суспільства є багатограним. Вона сприяє підготовці висококваліфікованих фахівців, які здатні впроваджувати інновації у таких сферах, як медицина, енергетика, інформаційні технології та промисловість [7]. STEM-освіта також допомагає розв'язувати глобальні проблеми, включаючи зміну клімату, сталий розвиток і цифрову трансформацію [4].

Попри очевидні переваги, впровадження STEM-освіти супроводжується низкою викликів. Одним із найбільших є недостатнє фінансування, що ускладнює закупівлю сучасного обладнання та створення цифрових лабораторій [8]. Іншою проблемою є недостатня підготовка педагогів, які не завжди мають необхідний рівень знань і навичок для реалізації STEM-освітніх програм.

Виклад основного матеріалу дослідження. В Україні STEM-освіта перебуває на етапі активного розвитку. Адаптація міжнародного досвіду до локальних умов є ключовим завданням для ефективного впровадження STEM-програм. Зокрема, важливим є впровадження інформаційних технологій, таких як хмарні сервіси, цифрові платформи та інтерактивні симуляції, які сприяють підвищенню доступності та якості освіти.

Інформаційні технології відіграють ключову роль у розвитку та впровадженні STEM-освіти, оскільки вони забезпечують нові можливості для інтерактивного та ефективного навчання. Використання сучасних технологій дозволяє створювати інноваційні освітні середовища, які сприяють розвитку критичного мислення, творчості та практичних навичок. Інтерактивні інструменти, такі як віртуальна та доповнена реальність (VR і AR), симулятори, хмарні платформи та цифрові лабораторії, відкривають нові горизонти для викладачів і студентів, роблячи навчання доступнішим, цікавим і практично орієнтованим [6].

Віртуальні середовища та доповнена реальність дозволяють студентам взаємодіяти з науковими концепціями у візуально привабливій і динамічній формі. Наприклад, VR-симуляції дозволяють проводити експерименти, які в реальних умовах були б небезпечними або надто дорогими [9, 10]. Такі технології особливо корисні для вивчення фізики, хімії та біології, де візуалізація складних явищ відіграє важливу роль у розумінні. Хмарні обчислення, у свою чергу, забезпечують спільну роботу студентів і викладачів у реальному часі, надаючи доступ до потужних аналітичних інструментів і баз даних, які можна використовувати для аналізу великих обсягів даних та моделювання складних систем.

Персоналізація навчального процесу є ще одним важливим аспектом, який стає можливим завдяки інформаційним технологіям. Використання штучного інтелекту (AI) дозволяє адаптувати навчальні матеріали до індивідуальних потреб кожного студента, аналізуючи їхній прогрес і пропонуючи відповідні завдання для

покращення результатів [5]. Це особливо актуально для STEM-дисциплін, де студенти часто стикаються з різними рівнями складності матеріалів.

Попри значні переваги, впровадження інформаційних технологій у STEM-освіту супроводжується викликами, зокрема пов'язаними з високою вартістю обладнання, необхідністю підвищення кваліфікації викладачів і забезпеченням доступу до інфраструктури у віддалених регіонах. Проте зусилля, спрямовані на подолання цих викликів, виправдовують себе, оскільки інформаційні технології сприяють підготовці висококваліфікованих фахівців, які здатні відповідати на виклики сучасного світу.

Міжнародний досвід впровадження інформаційних технологій у STEM-освіту демонструє широкий спектр інноваційних підходів, які значно змінюють методи навчання та взаємодії студентів із навчальним матеріалом. У багатьох країнах, таких як США, Великобританія та Сінгапур, впровадження сучасних ІТ-рішень стало важливим елементом освітньої політики. Одним із ключових напрямів є використання хмарних обчислень для створення інтерактивного середовища навчання. Хмарні платформи дозволяють забезпечити доступ до ресурсів і спільної роботи в реальному часі, що особливо важливо для проєктної роботи у STEM-дисциплінах [5].

Іншим важливим напрямом є застосування штучного інтелекту (AI) у STEM-освіті. AI-технології використовуються для персоналізації навчання, аналізу прогресу студентів і створення адаптивних освітніх платформ. У країнах Європи, зокрема в Нідерландах та Фінляндії, такі рішення дозволяють студентам працювати у власному темпі, отримуючи автоматизовані рекомендації для покращення результатів. Це значно підвищує ефективність навчання та сприяє розвитку самостійності у студентів.

Значна увага приділяється інтеграції STEM-освіти в глобальний контекст через використання міжнародних онлайн-платформ. Наприклад, Coursera, Khan Academy та Labster надають доступ до курсів і симуляцій від провідних університетів, забезпечуючи навчальні матеріали високої якості. Це особливо важливо для країн із обмеженими ресурсами, оскільки дозволяє викладачам і студентам використовувати передові ІТ-рішення без значних фінансових витрат [3].

Міжнародний досвід впровадження інформаційних технологій у STEM-освіту демонструє широкий потенціал для модернізації навчального процесу. Інноваційні рішення, такі як хмарні обчислення, доповнена реальність, штучний інтелект і глобальні платформи, сприяють підвищенню якості освіти, роблять її доступнішою та інтерактивнішою. Вивчення цього досвіду є важливим для адаптації найкращих практик до локальних умов, зокрема в Україні, що забезпечить ефективну інтеграцію STEM-освіти в глобальний освітній простір.

Перспективи впровадження інформаційних технологій (ІТ) у STEM-освіту в Україні є багатограними та обіцяють значний прогрес у підготовці студентів до викликів сучасного світу. Зважаючи на зростаючу потребу в інноваційних підходах до навчання, ІТ стають основою трансформації освітнього процесу. Україна має унікальні можливості для інтеграції передових технологій у STEM-освіту, зокрема через використання хмарних платформ, віртуальних лабораторій, штучного інтелекту (AI) та інших цифрових інструментів.

Одним із ключових напрямів є розвиток хмарних платформ для спільної роботи студентів і викладачів. Хмарні технології дозволяють інтегрувати ресурси, надавати доступ до навчальних матеріалів у реальному часі та спростувати управління навчальним процесом. Такі рішення особливо актуальні для забезпечення доступу до якісної освіти у віддалених регіонах, що може зменшити освітню нерівність.

Використання AI у STEM-освіті дозволяє персоналізувати навчальний процес. Адаптивні освітні платформи можуть аналізувати прогрес студентів, визначати їхні сильні та слабкі сторони й автоматично підбирати завдання відповідно до їхнього рівня підготовки. Це сприяє підвищенню ефективності навчання та дозволяє викладачам приділяти більше уваги індивідуальним потребам студентів.

Ще одним важливим аспектом є розвиток цифрових лабораторій, які можуть забезпечити доступ до сучасного обладнання та симуляцій для студентів, незалежно від матеріальних ресурсів навчальних закладів. В Україні вже існують ініціативи щодо створення таких лабораторій, але для їхнього масового впровадження необхідна державна підтримка та міжнародна співпраця [8].

Важливим завданням залишається підготовка викладачів до використання IT у STEM-освіті. Необхідно впроваджувати програми підвищення кваліфікації педагогів, орієнтовані на роботу з сучасними технологіями. Зокрема, слід приділити увагу методикам інтеграції цифрових інструментів у навчальний процес і розробці проектно-орієнтованого підходу до викладання STEM-дисциплін.

Попри перспективи, впровадження IT у STEM-освіту в Україні стикається з низкою викликів. Серед них можна виділити недостатнє фінансування, відсутність доступу до сучасного обладнання у багатьох регіонах, а також брак підготовлених фахівців. Проте успішний досвід інших країн свідчить, що ці перешкоди можна подолати завдяки ефективному управлінню, залученню міжнародних партнерів і впровадженню державних програм підтримки STEM-освіти.

Перспективи впровадження IT у STEM-освіту в Україні залежать від активної участі держави, міжнародного співробітництва та зусиль освітніх установ. Інформаційні технології можуть стати потужним інструментом для модернізації освіти, що підвищить її якість, доступність та ефективність, водночас забезпечуючи підготовку студентів до викликів сучасного світу.

Розвиток інформаційних технологій (IT) у STEM-освіті відкриває широкі можливості для трансформації навчального процесу, але водночас супроводжується низкою викликів, які необхідно подолати для ефективного впровадження цих технологій.

Одним із найбільших викликів є фінансування. Висока вартість сучасного обладнання, програмного забезпечення та створення цифрових лабораторій ускладнює їх доступність для навчальних закладів, особливо в регіонах із обмеженими ресурсами. Крім того, впровадження IT вимагає значних інвестицій у підтримку інфраструктури, наприклад, забезпечення високошвидкісного інтернету та оновлення технічних засобів.

Іншим важливим викликом є недостатня підготовка викладачів до роботи з сучасними технологіями. Викладачі часто не мають необхідних навичок для ефективного використання IT у навчальному процесі, що знижує ефективність інтеграції технологій у STEM-освіту. Для подолання цієї проблеми потрібні спеціальні програми підвищення кваліфікації, спрямовані на розвиток цифрових компетенцій педагогів [8].

Ще одним викликом є нерівномірний доступ до технологій, зумовлений регіональними та соціальними відмінностями. У сільських та віддалених районах студенти часто не мають доступу до сучасного обладнання або якісного інтернету. Це створює значний розрив у можливостях навчання між містом і селом.

Таким чином, IT у STEM-освіті є потужним інструментом, який здатен змінити підхід до навчання, зробивши його більш ефективним, інтерактивним і доступним. Проте для реалізації всього потенціалу цих технологій необхідно вирішити

проблеми фінансування, забезпечення доступу до ресурсів і підготовки викладачів. Лише за умови подолання цих викликів ІТ можуть повною мірою розкрити свої можливості у розвитку STEM-освіти, сприяючи підготовці висококваліфікованих фахівців для вирішення глобальних проблем сучасного

Висновки. Інтеграція інформаційних технологій у STEM-освіту є потужним інструментом, який трансформує традиційні підходи до навчання, роблячи їх більш інтерактивними, персоналізованими та практично орієнтованими. Сучасні технології, такі як хмарні платформи, штучний інтелект, доповнена та віртуальна реальність, пропонують нові можливості для студентів і викладачів, сприяючи формуванню критичного мислення, творчості та практичних навичок.

Міжнародний досвід свідчить, що використання ІТ у STEM-освіті дозволяє вирішувати складні завдання, інтегрувати міждисциплінарні знання та підвищувати зацікавленість студентів у науці, технологіях, інженерії та математиці. У країнах, які активно впроваджують ці технології, спостерігається зростання якості освіти, покращення результатів навчання та підвищення конкурентоспроможності випускників на глобальному ринку праці.

Водночас, впровадження ІТ у STEM-освіту стикається з низкою викликів, таких як недостатнє фінансування, нерівномірний доступ до ресурсів, низький рівень цифрової підготовки викладачів та технічна інфраструктура. У випадку України ці виклики є особливо актуальними, проте їх подолання можливе завдяки державній підтримці, міжнародній співпраці та залученню бізнесу до освітніх ініціатив.

Розвиток ІТ у STEM-освіті відкриває перспективи для створення інноваційних освітніх моделей, що сприятимуть не лише ефективному засвоєнню знань, але й розвитку навичок, необхідних для вирішення сучасних глобальних викликів. Важливими кроками у цьому напрямі є створення цифрових лабораторій, інтеграція адаптивних платформ для персоналізованого навчання, впровадження хмарних технологій для дистанційної освіти та підготовка викладачів до використання інноваційних рішень.

Таким чином, ІТ є ключовим елементом STEM-освіти, який допомагає адаптувати її до потреб сучасного суспільства та ринку праці. Для реалізації всього потенціалу цих технологій необхідно забезпечити стратегічний підхід до їх впровадження, що дозволить підготувати молоде покоління до викликів цифрового майбутнього та сприятиме розвитку інноваційної економіки.

СПИСОК ВИКОРСИТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мізюк В., Новак Г. Генезис поняття та ідей STEM-освіти в Україні та зарубіжжі: історичний аспект. *Науковий вісник Ізмайльського державного гуманітарного університету*. 2022. № 57. С. 87.
2. Бабійчук І. М., Косовець О. В., Соє О. В. Огляд дефініцій понять «Цифрові технології» та «Інформаційне освітнє середовище». *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2022. Вип. 1 (130). С. 13–18.
3. Chai C. S., Wang Q. Technology-enhanced STEM (science, technology, engineering, and mathematics) education. *Asia-Pacific Education Researcher*. 2015. Т. 24, № 4. С. 631–640.
4. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2017. Т. 2, № 12. С. 9–14.
5. Ma Y., Chen W. The application of AI technologies in STEM education: A systematic review. *International Journal of STEM Education*. 2022. Т. 9, № 1. С. Article 7.
6. Lee V. R., Drake J. R. Examining the use of emerging technologies in schools: A comprehensive study. *Educational Technology Research and Development*. 2023. Т. 71, № 2. С. 150–170.

7. Zhang L., Zhu X. A summary research of the current status, hot spots, and trends in STEM education. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer, 2023.

8. Олефіренко Н. В., Андрієвська В. М., Носова В. В. Світовий досвід запровадження STEM-технологій в освіту. *Фізико-математична освіта*. 2020. Т. 3, № 25. С. 15–20.

9. Литвинова С. Г. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2020. Вип. 55. С. 46–62.

10. Вербівський Д. Інноваційні технології в закладі вищої освіти. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2023. № 2 (53). С. 30–33.

REFERENCES:

1. Mizyuk, V., & Novak, H. (2022). Henezys poniattia ta idei STEM-osvity v Ukraini ta zarubizhzi: Istorychnyi aspekt [Genesis of the concept and ideas of STEM education in Ukraine and abroad: Historical aspect]. *Naukovyi Visnyk Izmailskoho Derzhavnoho Humanitarnoho Universytetu*, (57), 87. [in Ukrainian].

2. Babiychuk, I. M., Kosovets, O. V., & Soya, O. V. (2022). Ohliad definitsii poniat "tsyfrovii tekhnolohii" ta "informatsiine osvितnie seredovyshche" [Overview of definitions of "digital technologies" and "informational educational environment"]. *Visnyk Kremenchut'skoho Natsionalnoho Universytetu Imeni Mykhaila Ostrohrad'skoho*, 1(130), 13–18. [in Ukrainian].

3. Chai, C. S., & Wang, Q. (2015). Technology-enhanced STEM (science, technology, engineering, and mathematics) education. *Asia-Pacific Education Researcher*, 24(4), 631–640.

4. Balyk, N. R., & Shmyger, H. P. (2017). Pidkhody ta osoblyvosti suchasnoi STEM-osvity [Approaches and features of modern STEM education]. *Fizyko-Matematychna Osvita*, 2(12), 9–14.

5. Ma, Y., & Chen, W. (2022). The application of AI technologies in STEM education: A systematic review. *International Journal of STEM Education*, 9(1), Article 7.

6. Lee, V. R., & Drake, J. R. (2023). Examining the use of emerging technologies in schools: A comprehensive study. *Educational Technology Research and Development*, 71(2), 150–170.

7. Zhang, L., & Zhu, X. (2023). A summary research of the current status, hot spots, and trends in STEM education. In L. Li (Ed.), *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer.

8. Olefirenko, N. V., Andriievska, V. M., & Nosova, V. V. (2020). Svitovyi dosvid zaprovadzhennia STEM-tekhnologii v osvitu [Global experience in implementing STEM technologies in education]. *Fizyko-Matematychna Osvita*, 3(25), 15–20. [in Ukrainian].

9. Lytvynova, S. G. (2020). Kontseptualni pidkhody do vykorystannia zasobiv dopovnenoї realnosti v osvितnomu protsesi [Conceptual approaches to the use of augmented reality in the educational process]. *Suchasni Informatsiini Tekhnolohii ta Innovatsiini Metodyky Navchannia u Pidhotovtsi Fakhivtsiv: Metodolohiia, Teoriia, Dosvid, Problemy*, (55), 46–62. [in Ukrainian].

10. Verbivskiy, D. (2023). Innovatsiini tekhnolohii v zakladi vyshchoi osvity [Innovative technologies in higher education institutions]. *Naukovyi Visnyk Uzhhorod'skoho Universytetu. Serii: Pedagogika. Sotsialna Robota*, 2(53), 30–33. [in Ukrainian].