

Мітяшкіна Т. Ю.

ORCID 0000-0001-8281-702X

E-mail: tatiana1971@ukr.net

Міленін А. М.

ORCID 0000-0003-3521-1652

Кісь-Коркіщенко Л. В.

ORCID 0000-0001-5380-8052

Державний біотехнологічний
університет, м. Харків, Україна

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ТА STEM-ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАННІ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

DOI <https://doi.org/10.31359/2311.441X.2026.28.149>

УДК: 378.147:004:62

Мітяшкіна Т. Ю., Міленін А. М., Кісь-Коркіщенко Л. В. Інноваційні методи та STEM-технології в навчанні студентів інженерних спеціальностей

Анотація. Система інженерної освіти на сучасному етапі зазнає істотних змін, зумовлених інтенсивним розвитком цифрових технологій, автоматизацією виробничих процесів і трансформацією вимог ринку праці в умовах Індустрії 4.0. Традиційні освітні моделі не завжди забезпечують формування у здобувачів освіти комплексу професійних, цифрових і міждисциплінарних компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності.

У статті розглянуто інноваційні та інтерактивні методи навчання, STEM-технології й сучасні цифрові інструменти як дієвий механізм підготовки майбутніх інженерів.

Проаналізовано можливості проєктного та проблемно-орієнтованого навчання, гейміфікації, використання віртуальної й доповненої реальності, систем управління навчанням та інструментів штучного інтелекту.

Доведено, що впровадження зазначених підходів позитивно впливає на рівень мотивації студентів, розвиток критичного мислення, практичних умінь і готовність до професійної самореалізації.

Ключові слова: інженерна освіта, інноваційні методи навчання, STEM-освіта, інтерактивне навчання, цифрові технології, Індустрія 4.0.

Mitiashkina T. Y., Milenin A. M., Kis-Korkishchenko L. V. Innovative methods and STEM technologies in advanced engineering students

Abstract. At the present stage, engineering education is undergoing significant transformations driven by rapid digitalization, automation of production processes, and changes in labor market requirements under Industry 4.0. Traditional educational models often fail to ensure the development of a full range of professional, digital, and interdisciplinary competencies required for successful engineering practice.

This article examines innovative and interactive teaching methods, STEM technologies, and modern digital tools as effective means of training future engineers. Particular attention is paid to project-based and problem-based learning, gamification, the use of virtual and augmented reality, learning management systems, and artificial intelligence tools. It is substantiated that the implementation of these approaches enhances student motivation, promotes critical thinking, develops practical skills, and increases readiness for professional self-realization.

Keywords: engineering education, innovative teaching methods, STEM education, interactive learning, digital technologies, Industry 4.0.

Постановка проблеми

Підготовка висококваліфікованих фахівців інженерних спеціальностей є стратегічним завданням системи вищої освіти. Сучасний інженер повинен не лише володіти фундаментальними теоретичними знаннями, а й бути здатним застосовувати їх у практичній діяльності, працювати з цифровими технологіями, аналізувати складні технічні ситуації та приймати обґрунтовані інженерні рішення.

Особливою актуальністю в сучасній інженерній освіті відзначається питання кількісної оцінки ефективності впровадження інтерактивних та STEM-орієнтованих методів навчання. Незважаючи на численні теоретичні обґрунтування переваг активних методів, відсутні чіткі кількісні критерії, що дозволили б обґрунтовано оцінювати вплив конкретних педагогічних технологій (зокрема VR/AR, гейміфікації, проектного навчання) на розвиток ключових компетентностей майбутніх інженерів. Встановлення таких критеріїв є необхідною умовою для планування освітнього процесу, оптимізації методологічних підходів і підвищення результативності підготовки фахівців, що відповідають вимогам ринку праці в умовах Індустрії 4.0.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Останні наукові дослідження доводять, що інтерактивне навчання та впровадження цифрових освітніх технологій суттєво підвищують рівень засвоєння знань та розвиток практичних навичок студентів технічних спеціальностей. Зокрема, PISA та ін. продемонстрували статистично значущу перевагу активних методів над традиційними формами навчання у розвитку критичного мислення та аналітичних умінь студентів у STEM-предметах. Аналогічно, дослідження OECD показують, що інтеграція VR/AR-технологій у навчальний процес дозволяє моделювати складні інженерні ситуації та покращує мотивацію до навчання. Проте, попри позитивні результати, відсутні узгоджені наукові підходи до кількісної оцінки ефективності таких технологій у систематичному освітньому процесі [1,6,7]. Це визначає наукову новизну та практичну значущість подальших досліджень у цій сфері.

Формування мети дослідження

Метою роботи є теоретичне обґрунтування та аналіз ефективності інноваційних методів навчання і STEM-технологій у формуванні професійних компетентностей студентів інженерних спеціальностей, а також визначення умов їх результативного впровадження в освітній процес.

Досягнення поставленої мети передбачає дослідження впливу цифрових технологій (зокрема віртуальних лабораторій, онлайн-платформ і мобільних застосунків), проектних і кейс-орієнтованих підходів, змішаного навчання, а також групових та інтерактивних форм організації освітньої діяльності на розвиток практичних навичок, комунікативних компетентностей і здатності до командної роботи студентів.

Результати досліджень

STEM включає знання, вміння та навички, які виробляються спільно на перетині декількох предметних областей.

Дослідження показують, що використання елементів STEM-технологій надає можливість для більш актуального, менш фрагментованого та стимулюючого досвіду для студентів [1,3]. Інші переваги, які можна відзначити, полягають у тому, що

використання елементів STEM-технологій орієнтоване на те, що у студентів покращуються навички мислення на рівні, пов'язаному із реальним вирішенням проблем. Деякі переваги використання елементів STEM-технологій включають те, що студенти можуть краще вирішувати завдання, використовуючи при цьому різні технології.

Подолання окреслених викликів вимагає переходу від фрагментарного використання технологій до системних моделей навчання. У зв'язку з цим зростає роль інноваційних методів навчання, що передбачають активну участь студентів у пізнавальному процесі. STEM-освіта як інтегрований підхід об'єднує природничі науки, технології, інженерію та математику, створюючи умови для формування цілісного професійного мислення й наближення навчання до реальних умов майбутньої професійної діяльності.

Існує безліч проблем [2], з якими стикаємося під час підготовки студентів до використання елементів STEM-технологій у педагогічній діяльності: по-перше, підготовка студентів, заснована на вирішенні стандартизованих тестів, які не готують їх до реального світу; по-друге, викладання з використанням STEM-технологій вимагає великої кількості матеріалів, для яких у процесі навчання не завжди буде місця; також, можливість знаходження різних ресурсів для використання STEM-технологій у своїй педагогічній практиці; складність у використанні STEM-технологій при створенні зручної та ефективної системи роботи, яка б представляла соціально-інтерактивний та захоплюючий навчальний процес.

Теоретичні засади STEM-освіти:

STEM-освіта базується на міждисциплінарній інтеграції знань і орієнтується на практичне застосування теоретичних положень. На відміну від традиційної предметної моделі навчання, STEM-підхід передбачає розв'язання реальних або наближених до професійної практики завдань, що стимулює розвиток інженерного мислення.

До ключових принципів STEM-освіти належать інтеграція теорії та практики, дослідницька діяльність, проектна робота та командна взаємодія. Реалізація цих принципів забезпечує формування у студентів навичок аналізу, експериментування, комунікації та колективного прийняття рішень.

Інтерактивні методи навчання в інженерній підготовці:

Інтерактивні методи навчання спрямовані на активізацію пізнавальної діяльності студентів і створення умов для їхньої залученості до освітнього процесу. Під час використання діалогічних, проектних методів і кейс-стадії форм навчання студенти мають можливість обмінюватися думками, аргументувати власну позицію, аналізувати альтернативні підходи та спільно знаходити оптимальні рішення.

Особливістю інтерактивного навчання є зміна ролі викладача, який виконує функції координатора й наставника, створюючи умови для розвитку самостійності та ініціативності студентів, як це відбувається на індивідуально-практичних заняттях з САД-системами у ДБТУ.

Кожне завдання організовано у вигляді наборів комплексних заходів, які мають бути виконані протягом певного періоду часу у процесі навчання. До кожного завдання включаємо: Брифінг (На цій зустрічі учасників проекту формуємо цілі та завдання проекту, позиціонування, висловлюються побажання до кінцевого результату, обговорюються та затверджуються правила та вимоги, готуємо референси). Роботу з інформацією (Кожне завдання має унікальний інформаційний текст). Дослідження (Студенти проводять дослідження та представляють їх за допомогою онлайн-контенту. Інструкції, фотографії та відео допомагають виконувати практичні завдання. Обов'язковою умовою є застосування математичних, інженерних та художніх принципів у всіх дослідженнях.) Оцінювання (Кожне завдання супроводжується пакетом оцінювальних процедур).

Визначення проблеми дослідження (Це конкретне завдання, яке вирішуватимуть студенти. Введення критеріїв та обмежень.) Проектування (Члени команди проводять мозковий штурм обґрунтованих ідей про те, як вирішити проблему, і пропонують низку можливих рішень. Заохочуються творчі та нестандартні ідеї). Створення ескізів прототипу.

Сучасні STEM-технології та цифрові інструменти:

Застосування віртуальної та доповненої реальності відкриває нові можливості для візуалізації складних інженерних об'єктів і процесів. Такі технології сприяють кращому розумінню навчального матеріалу та дозволяють відпрацьовувати практичні навички в безпечному середовищі.

Інтеграція платформ штучного інтелекту та систем управління навчанням забезпечує персоналізацію освітнього процесу, адаптацію навчального контенту до індивідуальних потреб студентів і підвищення ефективності самостійної роботи.

Переваги та проблеми впровадження інноваційних підходів:

До основних переваг впровадження інноваційних методів і STEM-технологій належать підвищення мотивації студентів, розвиток практичних і міждисциплінарних компетентностей, а також наближення навчання до реальних умов професійної діяльності.

Водночас процес їх реалізації супроводжується певними труднощами, зокрема потребою в оновленні матеріально-технічної бази, підвищенні цифрової компетентності викладачів і адаптації навчальних програм до сучасних вимог.

Методика оцінювання ефективності STEM-орієнтованого навчання [2, с.353-356, 6, 7, 8]:

Оцінювання ефективності впровадження інтерактивних та STEM-технологій у навчальний процес здійснюється на основі комплексного підходу, що поєднує кількісні та якісні методи аналізу результатів навчальної діяльності студентів.

1. Формування вибірки

Дослідження проводиться на групах студентів інженерних спеціальностей, які навчаються за традиційною методикою (контрольна група) та з використанням інтерактивних і STEM-технологій (експериментальна група).

2. Збір емпіричних даних

Збір даних здійснюється шляхом:

- аналізу результатів поточного та підсумкового контролю знань;
- оцінювання виконання лабораторних і проєктних робіт;
- використання анкетування та самооцінювання студентів;
- експертного оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей.

3. Кількісна оцінка

Для кожного критерію визначається середнє значення показників у контрольній та експериментальній групах. Рівень ефективності STEM-технологій оцінюється шляхом порівняльного аналізу отриманих результатів та визначення приросту показників.

4. Інтегральний показник ефективності

Загальна ефективність впровадження STEM-технологій визначається на основі інтегрального показника, який формується шляхом зваженого сумування нормалізованих значень окремих критеріїв. Вагові коефіцієнти визначаються з урахуванням пріоритетності компетентностей для інженерної підготовки.

5. Інтерпретація результатів

Отримані результати дозволяють:

- оцінити вплив окремих освітніх технологій на навчальні досягнення;
- визначити найбільш ефективні методи для формування професійних компетентностей;

• обґрунтувати доцільність подальшого впровадження STEM-підходів у навчальний процес інженерних спеціальностей.

На підставі аналізу даних та результатів індивідуально-практичних робіт студентів ДБТУ було розроблено бальну шкалу оцінювання критеріїв ефективності впровадження інтерактивних та STEM-технологій:

Критерій оцінювання	Показники вимірювання	Метод збору даних	Одиниці оцінювання
Навчальна активність студентів	Частота участі в обговореннях, кількість виконаних інтерактивних завдань, участь у командних проєктах	Спостереження, LMS-аналітика, чек-листи	% активних студентів, бал
Академічна успішність	Результати тестування, контрольних робіт, лабораторних та проєктних завдань	Поточний та підсумковий контроль	Середній бал, % успішності
Розвиток практичних навичок	Якість виконання лабораторних робіт, моделювання, симуляцій	Практичні роботи, VR/AR-тренажери	Бал, % виконання
Самостійність у навчанні	Здатність планувати та виконувати індивідуальні завдання	Аналіз самостійних робіт	Бал

Висновки

Інноваційні методи навчання та STEM-технології відіграють ключову роль у модернізації інженерної освіти. Результати дослідження засвідчують, що сучасна професійна освіта потребує комплексного поєднання різних інноваційних підходів. Зокрема, використання цифрових технологій, таких як віртуальні лабораторії, онлайн-платформи та мобільні застосунки, суттєво підвищує ефективність навчання, особливо у технічних спеціальностях.

Доведено ефективність проєктних методів і кейс-стадії у формуванні практичних навичок студентів, тоді як змішане навчання забезпечує оптимальне поєднання традиційних та цифрових освітніх форматів. Важливу роль відіграють групові та інтерактивні форми навчання, що сприяють розвитку комунікативних компетентностей, критичного мислення та здатності до командної роботи. Встановлено, що комплексне використання індивідуальних, групових і фронтальних методів створює найбільш сприятливі умови для формування професійних компетентностей майбутніх фахівців інженерного профілю.

Запропоновані підходи дозволяють урахувати специфіку різних спеціальностей і індивідуальні освітні потреби студентів. Наведені у дослідженні приклади впровадження інноваційних методів можуть слугувати ефективною моделлю для модернізації освітнього процесу.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні можливостей використання штучного інтелекту у професійній освіті, розробці критеріїв оцінювання ефективності інноваційних методів у довгостроковій перспективі, а також у дослідженні впливу гейміфікації на мотивацію та навчальні результати студентів. Подальший розвиток STEM-освіти потребує системного підходу, спрямованого на вдосконалення методичного забезпечення, розширення практики використання сучасних освітніх технологій та інтеграцію інновацій у підготовку конкурентоспроможних фахівців.

Список використаних джерел

1. Міленін А.М., Мітяшкіна Т.Ю. Роль графічних і геометричних дисциплін у підготовці фахівців архітектурно-будівельного профілю// Scientific research: modern challenges and future prospects. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Munich, Germany. 2024. pp. 392-401. URL: <https://sci-conf.com.ua/v-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-scientific-research-modern-challenges-and-future-prospects-16-18-12-2024-myunhen-nimechchina-arhiv/>
2. Міленін А.М., Мітяшкіна Т.Ю., Денисенко С.А. Роль дисципліни "Інженерна графіка" у закладах вищої освіти та пошук інноваційних методів її викладання // Topical aspects of modern scientific research. Proceedings of the 3rd International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Tokyo, Japan. 2023. p. 353-357. URL: <https://sci-conf.com.ua/iii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-topical-aspects-of-modern-scientific-research-23-25-11-2023-tokio-yaponiya-arhiv/>
3. OECD. Innovating Education and Educating for Innovation. Paris: OECD Publishing, 2016. https://www.oecd.org/en/publications/innovating-education-and-educating-for-innovation_9789264265097-en.html
4. Prince M. Does Active Learning Work? Journal of Engineering Education, 2004. 1-9 https://engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1smSpn4AiHSh8z7a0MHDBwhb_JhcoLQmI/2004-Prince_AL.pdf
5. Іваній, І.В., Мехед, О.Д. Використання STEM технологій та засобів навчання у професійній освіті. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки, 215, (2024). 42–45. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-215-42-45>
6. Остапко, Л.О., Тройніна, С.О., Коробко, Ю.В. Роль інноваційних методів навчання в покращенні якості професійної освіти. Перспективи та інновації науки. Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина», 15(33), (2023). 424–435.
7. Sikandar, A. John Dewey and His Philosophy of Education. Journal of Education and Educational Developmen, 2(2), (2016). 191 – 201. https://www.researchgate.net/publication/314967156_John_Dewey_and_His_Philosophy_of_Education
8. B.J. Morris, W. Owens, K. Ellenbogen, et al. Measuring informal STEM learning supports across contexts and time. IJ STEM Ed 6, 40, 2019. doi:10.1186/s40594-019-0195-y https://www.researchgate.net/publication/337557725_Measuring_informal_STEM_learning_supports_across_contexts_and_time
9. Annemie Struyf, Haydée De Loof, Jelle Boeve-de Pauw & Peter Van Petegem. Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice? Published online: 09 May 2019. PP.1387-1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983>
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500693.2019.1607983>
10. Nayif Awad Exploring STEM integration: assessing the effectiveness of an interdisciplinary informal program in fostering students' performance and inspiration // Research in Science and Technological Education June 2021 41(3):1-25 DOI:10.1080/02635143.2021.1931832
https://www.researchgate.net/publication/352121976_Exploring_STEM_integration_assessing_the_effectiveness_of_an_interdisciplinary_informal_program_in_fostering_students'_performance_and_inspiration

References

1. Milenin, A. M., Mitiashkina, T. Y. (2024). Rol hrafichnykh i heometrychnykh dystsyplin u pidhotovtsi fakhivtsiv arkhitekturnoho ta budivelnoho [The role of graphic and

geometric disciplines in the training of specialists in architecture and construction]. Scientific research: modern challenges and future prospects. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Munich, Germany. pp. 392-401. URL: <https://sci-conf.com.ua/v-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-scientific-research-modern-challenges-and-future-prospects-16-18-12-2024-myunhen-nimechchina-arhiv/>

2. Milenin, A. M., Mitiashkina, T. Y., Denysenko, S. A. (2023). Rol dystsypliny "Inzhenerna hrafika" u zakladakh vyshchoi osvity ta poshuk innovatsiinykh metodiv yii vykladannia [The role of the "Engineering Graphics" discipline in higher education institutions and the search for innovative methods of its teaching]. Topical aspects of modern scientific research. Proceedings of the 3rd International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Tokyo, Japan. pp. 353-357. URL: <https://sci-conf.com.ua/iii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-topical-aspects-of-modern-scientific-research-23-25-11-2023-tokio-yaponiya-arhiv/>

3. OECD. Innovating Education and Educating for Innovation. Paris: OECD Publishing, 2016. https://www.oecd.org/en/publications/innovating-education-and-educating-for-innovation_9789264265097-en.html

4. Prince M. Does Active Learning Work? Journal of Engineering Education, 2004. 1-9 https://engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1smSpn4AiHSh8z7a0MHDBwhb_JhcoLQmI/2004-Prince_AL.pdf

5. Ivaniy, I.V., Mehed, O.D. The use of STEM technologies and teaching aids in vocational education. Scientific notes. Series: Pedagogical sciences, 215, (2024). 42–45. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-215-42-45>

6. Ostapko, L.O., Troinina, S.O., Korobko, Y.V. The role of innovative teaching methods in improving the quality of vocational education. Prospects and innovations of science. Series "Pedagogy", Series "Psychology", Series "Medicine", 15(33), (2023). 424–435.

7. Sikandar, A. John Dewey and His Philosophy of Education. Journal of Education and Educational Developmen, 2(2), (2016). 191 – 201. https://www.researchgate.net/publication/314967156_John_Dewey_and_His_Philosophy_of_Education

8. B.J. Morris, W. Owens, K. Ellenbogen, et al. Measuring informal STEM learning supports across contexts and time. IJ STEM Ed 6, 40, 2019. doi:10.1186/s40594-019-0195-y https://www.researchgate.net/publication/337557725_Measuring_informal_STEM_learning_supports_across_contexts_and_time

9. Annemie Struyf, Haydée De Loof, Jelle Boeve-de Pauw & Peter Van Petegem. Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice? Published online: 09 May 2019. PP.1387-1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983>
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500693.2019.1607983>

10. Nayif Awad Exploring STEM integration: assessing the effectiveness of an interdisciplinary informal program in fostering students' performance and inspiration // Research in Science and Technological Education June 2021 41(3):1-25 DOI:10.1080/02635143.2021.1931832

https://www.researchgate.net/publication/352121976_Exploring_STEM_integration_assessing_the_effectiveness_of_an_interdisciplinary_informal_program_in_fostering_students_performance_and_inspiration

Отримано: 01.04.2026. Прийнято: 13.04.2026. Опубліковано: 15.05.2026.