УДК 378.147:004.9

В. Г. Пацукевич
І. М. Кобилянська

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ЯК СКЛАДОВА СУЧАСНИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. *Проаналізовано роль візуалізації навчального матеріалу в підготовці майбутніх інженерів, зокрема будівельників. Розкрито значення візуальних засобів для оптимізації когнітивного навантаження, розвитку просторового мислення, підвищення наочності та практичної спрямованості навчання. Окрему увагу приділено використанню BIM-технологій, доповненої і віртуальної реальності, інструментів штучного інтелекту, цифрових платформ і навчальних симуляцій. Обґрунтовано, що системне використання візуалізації сприяє підвищенню якості професійної підготовки майбутніх інженерів.*

Ключові слова: візуалізація, інженерна освіта, будівництво, цивільна інженерія, BIM-технології, доповнена реальність, когнітивне навантаження, просторове мислення.

Abstract. *The role of visualization of educational material in the training of future engineers, particularly civil engineers, has been analyzed. The significance of visual tools for optimizing cognitive load, developing spatial thinking, and enhancing the clarity and practical orientation of learning has been revealed. Particular attention has been paid to the use of BIM technologies, augmented and virtual reality, artificial intelligence tools, digital platforms, and educational simulations. It has been substantiated that the systematic use of visualization contributes to improving the quality of the professional training of future engineers.*

Keywords: visualization, engineering education, construction, civil engineering, BIM technologies, augmented reality, cognitive load, spatial thinking.

Вступ

Сучасна технічна освіта розвивається в умовах цифровізації, оновлення професійних стандартів і зростання вимог до компетентності випускників. Майбутній інженер має не лише засвоювати теоретичні знання, а й також уміти працювати з комплексною інформацією, аналізувати просторові зв'язки, інтерпретувати технічні дані та використовувати цифрові інструменти в професійній діяльності. За таких умов візуалізація навчального матеріалу стає важливим компонентом сучасних педагогічних технологій, оскільки забезпечує наочність, логічну структурованість і доступність складного змісту [1, 2].

Особливої ваги це набуває у підготовці майбутніх інженерів-будівельників. Вивчення конструкцій, інженерних систем, технології будівництва, проєктної документації та нормативної бази потребує розвиненого просторового мислення і вміння працювати з кресленнями, схемами, цифровими моделями та візуально насиченими середовищами [3, 4]. Саме тому традиційний текстоцентричний підхід не завжди забезпечує належний рівень засвоєння матеріалу, тоді як візуалізація дозволяє підвищити якість навчального процесу та наблизити його до реальної інженерної практики.

Метою роботи є визначення ролі візуалізації навчального матеріалу в системі сучасних педагогічних технологій і з'ясування її значення для підготовки майбутніх інженерів-будівельників.

Основна частина

Теоретичним підґрунтям ефективного використання візуалізації в освіті є теорія когнітивного навантаження Дж. Свеллера. Вона виходить із того, що результативність навчання залежить від способу подання матеріалу та рівня навантаження на робочу пам'ять здобувача освіти [5]. Для інженерних дисциплін це особливо важливо, адже вони пов'язані з вивченням багатокомпонентних систем, просторових залежностей і складних фізико-математичних процесів. За відсутності якісної візуальної підтримки студенти витрачають значні когнітивні ресурси на декодування форми подачі матеріалу, а не на його змістове осмислення.

Застосування схем, графіків, поетапних ілюстрацій, інтерактивних моделей, анімацій і цифрових симуляцій сприяє зменшенню надлишкового зовнішнього когнітивного навантаження та підвищує ефективність навчання [1, 5, 6]. Дослідження, пов'язані з використанням «eye-tracking» у цифровому

освітньому середовищі, підтверджують, що правильно організована візуальна подача полегшує сприйняття складної інженерної інформації [6]. Таким чином, візуалізація виконує не лише ілюстративну, а й дидактичну функцію, оптимізуючи пізнавальну діяльність студентів.

Не менш важливою є роль візуалізації у розвитку просторового мислення. Для майбутнього інженера-будівельника ця здатність є базовою, оскільки професійна діяльність пов'язана з аналізом об'ємних конструкцій, уявним перетворенням форм, співвідношенням елементів у просторі та прогнозуванням наслідків технічних рішень. Робота з планами, розрізами, фасадами, вузлами та 3D-моделями вимагає сформованих просторових навичок, які необхідно цілеспрямовано розвивати під час навчання [4, 7]. Регулярне використання цифрових моделей, візуалізованих алгоритмів та інтерактивних середовищ полегшує перехід від абстрактного знання до професійного розуміння об'єкта будівництва.

Окремий напрям становить візуальне структурування теоретичної інформації. У сучасній вищій школі для цього застосовуються інтелект-карти, денотатні графи, логічні схеми, діаграми причинно-наслідкових зв'язків та інші форми графічної організації знань [1, 2]. Для будівельних спеціальностей це особливо корисно під час опрацювання нормативних документів, класифікацій, технологічних послідовностей і функціональних зв'язків між конструктивними елементами. Візуальна організація матеріалу допомагає студентам швидше виділяти головне, бачити ієрархію понять і ефективніше організовувати самостійну роботу [2].

Важливе місце у професійній підготовці майбутніх інженерів посідають інформаційно-комунікаційні технології. Використання цифрових платформ, хмарних сервісів, інтерактивних навчальних середовищ і засобів дистанційної комунікації розширює можливості подання візуального контенту та робить його більш доступним для студентів [3]. Поєднання тексту, графіки, відео, анімації, моделей і тестових елементів створює багатоканальне освітнє середовище, у якому візуалізація виступає інструментом підвищення якості навчання.

Суттєвий потенціал має і використання інструментів штучного інтелекту. За даними сучасних досліджень, штучний інтелект у STEM-освіті може застосовуватися для адаптації навчального контенту, візуалізації складних фізичних процесів, автоматизації окремих обчислень і підтримки індивідуалізованого навчання [8]. У підготовці інженерів-будівельників це відкриває можливості для моделювання теплових режимів, аналізу мікроклімату приміщень, розподілу навантажень та інших технічних процесів у графічно доступній формі. У такому контексті візуалізація стає засобом поглиблення аналітичного розуміння матеріалу.

Підвищенню мотивації та практичної спрямованості навчання сприяє гейміфікація. Освітні ігри, професійно орієнтовані симуляції та інтерактивні сценарії прийняття рішень активізують пізнавальну діяльність студентів, дають змогу моделювати виробничі ситуації та формують досвід безпечного опрацювання професійних помилок [13-14]. Для майбутніх будівельників це може бути симуляція організації будівельного процесу, розподілу ресурсів, оцінювання ризиків, вибору технологічних рішень або контролю за виконанням проєкту. У результаті візуалізація працює не лише на пояснення, а й на формування прикладних професійних умінь.

Центральне місце в сучасній підготовці інженерів-будівельників посідає технологія Building Information Modeling. BIM є не просто інструментом тривимірного моделювання, а інтегрованим цифровим середовищем, у якому об'єднуються геометричні, конструктивні, технологічні, часові та вартісні характеристики об'єкта [4]. Використання BIM у навчальному процесі дозволяє формувати системне бачення споруди, розвивати навички виявлення колізій, координації проєктних рішень і розуміння життєвого циклу будівлі. Саме тому BIM-технології доцільно розглядати як одну з базових складових професійної підготовки сучасного інженера.

Перспективними є також технології доповненої та віртуальної реальності. Доповнена реальність дозволяє поєднувати реальний простір із цифровими об'єктами, тоді як віртуальна реальність створює повністю змодельоване середовище для навчальної взаємодії [7]. Для будівельної освіти це відкриває нові можливості в демонстрації конструкцій, інженерних систем, технологічних процесів і сценаріїв безпечної поведінки на будівельному майданчику [6, 7]. AR/VR-технології підвищують залученість студентів, посилюють наочність та дозволяють відтворити професійні ситуації, які складно або небезпечно моделювати в реальних умовах.

Результати узагальнення можливостей різних засобів візуалізації в підготовці майбутніх інженерів наведено в порівняльній таблиці 1.

Відтак, візуалізація навчального матеріалу в інженерній освіті має багаторівневий характер. Вона

виступає одночасно способом подання знань, інструментом розвитку професійного мислення, засобом оптимізації когнітивного навантаження та механізмом наближення навчального процесу до майбутньої фахової діяльності. Для галузі будівництва та цивільної інженерії її значення є особливо вагомим, оскільки сама професія передбачає роботу зі складними просторовими, технічними та цифровими системами.

Таблиця 1 – Еволюція засобів візуалізації в підготовці майбутніх інженерів

№ з/п	Покоління технологій	Основний інструмент	Рівень взаємодії	Педагогічний ефект
1	Традиційні	Паперові креслення, друковані схеми, плакати	Низький	Формують базове уявлення про об'єкт, але вимагають значних зусиль для просторової інтерпретації
2	Перехідні	Комп'ютерна графіка, базове 3D-моделювання	Середній	Полегшують сприйняття форми, сприяють розвитку просторового мислення
3	Сучасні	BIM-системи, цифрові освітні платформи	Високий	Забезпечують системне розуміння об'єкта, інтеграцію даних і наближення навчання до професійної практики
4	Інноваційні	AR/VR, ШІ, інтерактивні симуляції	Дуже високий	Створюють імерсивне навчальне середовище, підвищують залученість і дозволяють моделювати складні виробничі ситуації

Висновки

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що візуалізація навчального матеріалу є однією з ключових складових сучасних педагогічних технологій у підготовці майбутніх інженерів. Для будівельників її значення визначається не лише підвищенням наочності навчання, а й здатністю оптимізувати когнітивне навантаження, розвивати просторове мислення та формувати практично орієнтовані професійні компетентності [4, 5, 6].

До найбільш перспективних інструментів сучасної інженерної освіти належать BIM-технології, цифрові платформи, інтерактивні симуляції, засоби доповненої і віртуальної реальності, а також інструменти штучного інтелекту [3, 4, 7, 8-12]. Їх системне впровадження у навчальний процес сприяє підготовці фахівців, здатних працювати в цифровому професійному середовищі, ефективно аналізувати складні технічні об'єкти та приймати обґрунтовані інженерні рішення.

Отже, подальший розвиток вищої технічної освіти має бути пов'язаний із послідовним розширенням практик візуалізації, оновленням навчально-методичного забезпечення та підвищенням цифрової готовності викладачів. Саме системне використання візуалізації забезпечує підвищення якості професійної підготовки майбутніх інженерів і відповідає актуальним потребам сучасної будівельної галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безуглий Д. С. Прийоми візуального подання навчальної інформації. *Фізико-математична освіта*. 2014. № 2(3). С. 7–15.
2. Касярум С. О., Гринько Ю. М., Драгоненко Е. С., Ключко Р. В. Візуалізація навчальної інформації в організації самостійної роботи курсантів: теоретичні основи, прийоми та програмне забезпечення. Національний університет цивільного захисту України. 2025. URL: http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/26607. (дата звернення: 07.03.2026).
3. Ставицький П. В., Слободяник Д. С., Кобилянська І. М. Застосування сучасних інформаційних технологій при навчанні студентів технічним дисциплінам. Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Використання інноваційних технологій в процесі підготовки фахівців». Вінниця, 2017.
4. Авраменко А., Малевич М. Впровадження BIM-технологій в архітектурній освіті. Матеріали науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (27–28 березня 2023 р., м. Дніпро). Дніпро, 2023. С. 26–32.
5. Paas F., Renkl A., Sweller J. Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*. 2003. Vol. 38, No. 1. P. 1–4.
6. Khan R., Vernooij J., Salvatori D., Hierck B. P. Assessing Cognitive Load Using EEG and Eye-Tracking in 3-D Learning Environments: A Systematic Review. *Multimodal Technol. Interact*. 2025. Vol. 9. Art. 99. 72 p.
7. Велущак М. Я., Гарачковський О. І., Василенко О. В. Використання доповненої реальності в освітньому процесі закладів вищої освіти України. *Академічні візії*. 2025. Вип. 42.
8. Кузьменко О., Кобилянська І. М. Використання ШІ в навчанні фізико-технічних дисциплін в контексті STEM. *Педагогіка безпеки*. 2024. Т. 9, № 2. С. 64–69. DOI: 10.31649/2524-1079-2024-9-2-064-069.
9. Дембіцька С., Кобилянський О. Формування професійної компетентності майбутніх фахівців з

професійної освіти засобами цифрових технологій. *Педагогіка безпеки*, 2023, 8(1-2), 01–07. https://doi.org/10.31649/2524-1079-2023-8-1-001-007.

10. Кузьменко О., Кобилянський О., Дембіцька С. Інноваційні засоби формування професійної культури майбутніх фахівців технічних спеціальностей. *Педагогіка безпеки*, 2022, 7(1-2), 01–07. https://doi.org/10.31649/2524-1079-2022-7-1-001-007.

11. Kobylianskyi O., Stavnycha T., Dembitska S., Kobylianska I., Miastkovska M. Innovative Learning Technologies in the Process of Training Specialists of Engineering Specialties in the Conditions of Digitalization of Higher Education. In: Auer, M.E., Cukierman, U.R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds) Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2024, vol. 911. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53382-2_1.

12. Miastkovska M., Dembitska S., Puhach V., Kobylianska I., Kobylianskyi O. Improving the Efficiency of Students' Independent Work During Blended Learning in Technical Universities. In: Auer, M.E., Cukierman, U.R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds) Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2024, vol. 899. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_21.

13. Dembitska S., Kobylianska I., Kobylianskyi O., Puhach V. Psychological and didactic fundamentals of modern educational technologies of visualization. *Педевтологія*, 2023, 1, 36-43.

14. Ставнича Н., Кобилянська І. Проєктування освітніх ігор як шлях до самовиховання та самовдосконалення здобувачів вищої освіти. *Педагогіка безпеки*. 2023. Т. 8, № 1. С. 44–50. DOI: 10.31649/2524-1079-2023-8-1-044-050.

Пацукевич Владислав Геннадійович – аспірант групи G19-25a, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vladislav.patsukevich@gmail.com;

Кобилянська Ірина Миколаївна – канд. пед. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: irishakobilanska@gmail.com.

Vladyslav G. Patsukevych **–** postgraduate student of group G19-25a, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: vladislav.patsukevich@gmail.com;

Iryna M. Kobylianska – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. Email: irishakobilanska@gmail.com.