ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

УДК 378.147:62

DOI https://doi.org/10.5281/zenodo.20438388

Формування інженерного мислення здобувачів вищої освіти в умовах інтегрованого викладання технічних дисциплін

Похлебіна Таїсія Іванівна,
кандидат технічних наук, доцент, в. о. завідувачки кафедри електроніки, транспортних технологій та логістики, Державний університет інтелектуальних технологій і звязку, 65023, м.Одеса, вул. Кузнечна, 1, Україна, https://orcid.org/0009-0006-3214-1627

Оляш Галина Іванівна,
старший викладач кафедри електроніки, транспортних технологій та логістики, Державний університет інтелектуальних технологій і звязку, 65023, м.Одеса, вул. Кузнечна, 1, Україна, https://orcid.org/0009-0002-7894-3298

Лимаренко Юрій Леонідович,
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електроніки, транспортних технологій та логістики, Державний університет інтелектуальних технологій і звязку, 65023, м.Одеса, вул. Кузнечна, 1, Україна.
https://orcid.org/0009-0008-8533-4769

Добровольська Світлана Василівна,
старший викладач кафедри електроніки, транспортних технологій та логістики, Державний університет інтелектуальних технологій і звязку, 65023, м.Одеса, вул. Кузнечна, 1, Україна, https://orcid.org/0000-0001-6897-9022

Прийнято: 12.05.2026 | Опубліковано: 30.05.2026

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

Анотація: ***Метою*** *статті є теоретико-емпіричне обґрунтування моделі формування інженерного мислення здобувачів вищої освіти та визначення ефективності сучасних педагогічних технологій у цьому процесі.* ***Методи****. У дослідженні застосовано комплекс загальнонаукових і педагогічних методів: теоретичний аналіз і узагальнення джерел для визначення сутності інженерного мислення; системний аналіз – для обґрунтування моделі його формування; моделювання – для розробки педагогічної системи; емпіричні методи (анкетування, кількісний і якісний аналіз) – для оцінювання ефективності освітніх технологій. Експериментальну базу становили здобувачі технічних спеціальностей.* ***Результати****. У статті уточнено сутність інженерного мислення як інтегративної здатності до аналізу, моделювання, проєктування та оптимізації технічних систем. Розроблено структурно-функціональну модель його формування (цільовий, змістовий, процесуальний, результативний компоненти). Обґрунтовано дидактичні принципи (міждисциплінарність, системність, практична спрямованість) і визначено ефективні методи та технології (проєктне навчання, кейс-метод, моделювання, інтегровані лабораторні роботи, flipped learning, VR/AR). Емпірично підтверджено їх високу результативність: 74,3% здобувачів оцінюють їх як більш ефективні порівняно з традиційними, зафіксовано позитивний вплив на мотивацію (65,7%) і практичну підготовку (до 88,6%). Доведено інтегративний характер формування інженерного мислення з домінуванням комплексного розвитку його компонентів.* ***Висновки****. Встановлено, що ефективність формування інженерного мислення забезпечується системним поєднанням міждисциплінарної інтеграції, практико-орієнтованих методів і технологій навчання. Підтверджено доцільність впровадження інтегрованих педагогічних моделей, орієнтованих на діяльнісний характер освітнього процесу. Результати дослідження засвідчують переваги сучасних освітніх технологій у підготовці майбутніх інженерів і можуть бути використані для вдосконалення змісту та організації технічної освіти.*

 ISSN: 2786-9458

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

***Ключові слова**: інженерне мислення, здобувачі вищої освіти, інтегроване навчання, педагогічна модель, проєктно-орієнтоване навчання, міждисциплінарна інтеграція.*

Formation of Engineering Thinking in Higher Education Students under Conditions of Integrated Teaching of Technical Disciplines

Taisiia Pokhlebina,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department of Electronics, Transport Technologies and Logistics, State University of Intelligent Technologies and Communications, 65023, Odessa, Kuznechna St., 1, Ukraine.
https://orcid.org/0009-0006-3214-1627

Halyna Oliash,
Senior Lecturer, Department of Electronics, Transport Technologies and Logistics, State University of Intelligent Technologies and Communications, 65023, Odessa, Kuznechna St., 1, Ukraine, https://orcid.org/0009-0002-7894-3298

Yurii Lymarenko,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Electronics, Transport Technologies and Logistics, State University of Intelligent Technologies and Communications, 65023, Odessa, Kuznechna St., 1, Ukraine, https://orcid.org/0009-0008-8533-4769

Svitlana Dobrovolska,
Senior Lecturer, Department of Electronics, Transport Technologies and Logistics, State University of Intelligent Technologies and Communications, 65023, Odessa, Kuznechna St., 1, Ukraine, https://orcid.org/0000-0001-6897-9022

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

Abstract: ***The purpose*** *of the article is to theoretically and empirically substantiate the model of engineering thinking formation of higher education students and determine the effectiveness of modern pedagogical technologies in this process.* ***Methods.*** *The study used a complex of general scientific and pedagogical methods: theoretical analysis and generalization of sources to determine the essence of engineering thinking; system analysis - to substantiate the model of its formation; modeling - to develop a pedagogical system; empirical methods (questionnaire, quantitative and qualitative analysis) - to assess the effectiveness of educational technologies. The experimental base was made up of students of technical specialties.* ***Results.*** *The article clarifies the essence of engineering thinking as an integrative ability to analyze, model, design, and optimize technical systems. A structural-functional model (target, content, procedural, and evaluative components) is developed. Didactic principles (interdisciplinarity, systematicity, practical orientation) are substantiated, and effective methods and technologies (project learning, case method, modeling, integrated laboratory work, flipped learning, VR/AR) are identified. Their effectiveness is empirically confirmed: 74.3% of respondents rate them as more effective compared to traditional ones, with a positive impact on motivation (65.7%) and practical training (up to 88.6%). The integrative nature of engineering thinking formation with the dominance of the comprehensive development of its components is proven.* ***Conclusions.*** *It is established that the effectiveness of the formation of engineering thinking is ensured by a systematic combination of interdisciplinary integration, practice-oriented methods and digital learning technologies. The feasibility of implementing integrated pedagogical models focused on the activity-based nature of the educational process is confirmed. The results of the study demonstrate the advantages of modern educational technologies in the training of future engineers and can be used to improve the content and organization of technical education.*

Keywords: *engineering thinking, higher education students, integrated learning, pedagogical model, project-based learning, interdisciplinary integration.*

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

Постановка проблеми. У сучасних умовах цифровізації та стрімкого розвитку інженерних технологій зростає потреба у фахівцях, здатних до системного аналізу, моделювання та проєктування складних технічних об'єктів. Це актуалізує проблему формування інженерного мислення як ключової складової професійної підготовки здобувачів вищої освіти технічного профілю.

Незважаючи на значну кількість наукових досліджень, питання цілісного підходу до формування інженерного мислення залишаються недостатньо вирішеними, зокрема щодо інтеграції його структурних компонентів та комплексного використання сучасних педагогічних технологій. Існуючі підходи часто мають фрагментарний характер і не забезпечують системного розвитку інженерного мислення як інтегративної когнітивно-проєктної здатності. У зв'язку з цим виникає необхідність теоретичного обґрунтування та емпіричної перевірки ефективної моделі формування інженерного мислення у здобувачів вищої освіти з урахуванням сучасних освітніх технологій і міждисциплінарної інтеграції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні наукові підходи (І. Водовозов, С. Доценко та ін.) розглядають інженерне мислення як інтегративне когнітивно-проєктне утворення, що забезпечує здатність до аналізу, моделювання, проєктування та оптимізації технічних систем [1, p. 4]. Його структура визначається як багаторівнева і включає аналітичний, системний і проєктний компоненти [2, с. 7].

У дослідженні Л. Вороновської підкреслюється практико-орієнтований характер інженерного мислення та ефективність його формування через проєктну діяльність, робототехніку та кейс-методи, які забезпечують розвиток навичок моделювання, технічної творчості та розв'язання інженерних задач [3, с. 94]. І. Ільченко, Х. Бахтіярова та ін. зауважують, що інтегровані навчальні підходи сприяють розвитку системного мислення та здатності аналізувати складні технічні процеси [4, с. 283].

 ISSN: 2786-9458

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

О. Дубасенюк вважає, що інженерне мислення також трактується як динамічне явище, що забезпечує адаптацію до невизначених умов професійної діяльності та реалізується через поєднання дивергентних і конвергентних стратегій у процесі проєктування [5, с. 76]. За К. Сімарро та Д. Кусо, його формування ґрунтується на інтеграції теоретичних знань і практичної діяльності у процесі розв'язання професійно орієнтованих задач [6, p. 192].

На думку С. Кирилащук, важливим є міждисциплінарний підхід, що поєднує педагогічні, психологічні та технічні компоненти підготовки та забезпечує цілісність розвитку професійного мислення [7, с. 9].

Науковці (А. Абдуррахман, В. Олійник, Л. Петренко, О. Табінська та ін.) приділяють значну увагу використанню цифрових технологій (комп'ютерного моделювання, симуляційних середовищ, VR/AR, цифрових освітніх платформ) у технічній освіті, підкреслюючи їхню роль у підвищенні рівня практичної підготовки здобувачів [8, p. 4]; [9, с. 133]. Застосування таких технологій забезпечує візуалізацію складних технічних процесів, сприяє формуванню системного мислення, розвитку навичок аналізу та моделювання, а також створює умови для наближення освітнього процесу до реальних інженерних практик [10, с. 228]; [11, с. 466].

Отже, аналіз наукових підходів свідчить про багатовимірність і міждисциплінарний характер інженерного мислення, а також про різноманітність засобів і технологій його формування. Водночас узагальнення результатів досліджень дозволяє виявити низку аспектів, що залишаються недостатньо опрацьованими.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми Попри значну увагу дослідників, залишаються недостатньо розробленими питання цілісного розуміння структури інженерного мислення як інтегративної когнітивно-проєктної системи, що поєднує аналітичний, системний і проєктний компоненти. Також потребує опрацювання комплексне застосування сучасних

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

педагогічних технологій (проєктного навчання, кейс-методу, VR/AR, flipped learning) у їх взаємодії, а не ізольовано, та інтеграція цифрових засобів у традиційні дидактичні системи. Недостатньо досліджено й узгодження освітніх програм технічного профілю щодо єдиної логіки формування інженерного мислення як наскрізної компетентності, що зумовлює необхідність розробки цілісної педагогічної моделі.

Формулювання цілей статті (постановка завдання) Метою статті є теоретико-емпіричне обґрунтування моделі формування інженерного мислення здобувачів вищої освіти та визначення ефективності сучасних педагогічних технологій у цьому процесі.

Завдання дослідження полягають в аналізі сучасних підходів до трактування інженерного мислення, уточненні його структури, обґрунтуванні дидактичних принципів, систематизації засобів, методів і технологій його формування, розробки педагогічної моделі та оцінюванні ефективності сучасних освітніх технологій за результатами емпіричного дослідження з визначенням їх впливу на розвиток структурних компонентів інженерного мислення.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасній науковій літературі інженерне мислення розглядається як інтегративна когнітивно-проєктна система, що забезпечує розв’язання інженерних задач в умовах невизначеності та багатофакторності. Дослідники (Л. Вороновська, С. Доценко, С. Кирилащук, О. Табінська та ін.) підкреслюють його зв’язок із процесом інженерного проєктування, який поєднує дивергентні та конвергентні стратегії мислення і базується на системному підході до розв’язання проблем.

У працях Л. Дж. Енгліш інженерне мислення визначається як результат інтеграції STEM-дисциплін і здатності застосовувати наукові та математичні знання для розв’язання реальних задач [12, p. 9]. Емпіричні дослідження (І. Водовозов та С. Кирилащук) уточнюють його структуру через три

 ISSN: 2786-9458

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

взаємопов’язані компоненти: аналітичний, системний і проєктний, тоді як А. Абдуррахман, В. Олійник та К. Сімарро обґрунтовують роль STEM-інтеграції у формуванні міждисциплінарного мислення та когнітивної цілісності знань.

Узагальнюючи наукові підходи, інженерне мислення доцільно визначати як інтегративну когнітивно-проєктну здатність особистості, що забезпечує аналіз, моделювання, проєктування та оптимізацію технічних систем на основі поєднання теоретичних знань, практичного досвіду та системного бачення. Його структура охоплює аналітичний, системний і проєктно-конструкторський компоненти, що взаємодіють у процесі розв’язання інженерних задач.

Реалізація зазначеної структури в освітньому процесі потребує цілеспрямованого використання відповідних педагогічних ресурсів і підходів, які забезпечують її практичне формування. У цьому контексті засоби, методи та технології формування інженерного мислення утворюють взаємопов’язану систему, компоненти якої виконують різні, але комплементарні функції в освітньому процесі: засоби виступають матеріально-інструментальною основою навчання, методи визначають способи організації пізнавальної діяльності, тоді як технології інтегрують їх у цілісну дидактичну модель.

Засоби включають навчально-лабораторне обладнання, цифрові моделювальні середовища, симулятори, VR/AR-технології та інтерактивні платформи для візуалізації й моделювання технічних процесів. Методи (проєктно-орієнтоване навчання, кейс-метод, моделювання, інтегровані лабораторні роботи, flipped learning) забезпечують поєднання теоретичної підготовки з практичною діяльністю та розвиток аналітичних, системних і проєктних умінь. Технології (PBL, кейс-технологія, змішане навчання, VR/AR та flipped learning) визначають цілісну організацію освітнього процесу, забезпечуючи його діяльнісну спрямованість і узгоджене функціонування всіх складників. У сукупності ці категорії формують інтегроване освітнє середовище, орієнтоване на розвиток здатності до системного аналізу,

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

моделювання та інженерного проєктування складних технічних об'єктів.

Як зазначає І. Водовозов, ефективність функціонування такого освітнього середовища значною мірою зумовлюється дотриманням базових дидактичних принципів формування інженерного мислення, які визначають його змістову та організаційну логіку [1, p. 18]:

1. Принцип міждисциплінарності передбачає інтеграцію знань із різних галузей STEM-освіти, що забезпечує когнітивну гнучкість і здатність переносити знання між контекстами. Дослідження Т. Япринець підтверджують, що міждисциплінарний підхід є основою формування цілісної інженерної картини світу [13, с. 8].

2. Принцип системності ґрунтується на розвитку системного мислення (systems thinking) [8, p. 5], що передбачає розгляд об'єкта як взаємопов'язаної структури. Він забезпечує здатність аналізувати складні взаємозв'язки, прогнозувати наслідки рішень і моделювати поведінку систем.

3. Принцип практичної спрямованості орієнтує навчання на розв'язання реальних інженерних задач [5, с. 77]. Його реалізація через проєктну та проблемно-орієнтовану діяльність забезпечує формування здатності до застосування теоретичних знань у практичних умовах та розвитку інженерних компетентностей.

Реалізація зазначених дидактичних принципів у освітньому процесі потребує системної організації навчання, що відображається у відповідній педагогічній моделі формування інженерного мислення.

Модель формування інженерного мислення є цілісною педагогічною системою, що забезпечує поетапний перехід від засвоєння теоретичних знань до здатності до системного проєктування й оптимізації технічних об'єктів. Вона включає взаємопов'язані компоненти: цільовий, змістовий, процесуальний і результативний.

Цільовий компонент визначає стратегічну мету – формування

ISSN: 2786-9458
Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

інженерного мислення як інтегративної здатності до аналізу, моделювання та проєктування технічних систем у складних умовах.

Змістовий компонент відображає структуру навчального матеріалу, що базується на поступовій інтеграції фундаментальних і прикладних дисциплін. Це забезпечує логічний перехід від базових фізико-математичних знань до системного проєктування технічних об'єктів.

Процесуальний компонент визначає організацію навчальної діяльності та реалізується через використання проєктно-орієнтованого навчання, кейс-методу, моделювання, лабораторних робіт інтегрованого типу та перевернутого навчання. Зазначені методи забезпечують активізацію пізнавальної діяльності та формування інженерного мислення в діяльнісному освітньому середовищі.

Результативний компонент характеризує рівень сформованості інженерного мислення та включає аналітичний, системний і проєктний рівні, які проявляються у здатності до декомпозиції технічних об'єктів, системного аналізу та інженерного проєктування.

У межах процесуальної реалізації моделі ключову роль відіграють відповідні методи навчання. Зокрема, проєктно-орієнтоване навчання забезпечує інтеграцію знань у процесі створення інженерних рішень і формує здатність до планування та реалізації технічних проєктів [13, с. 9]. Кейс-метод сприяє розвитку аналітичного мислення через розв'язання професійно орієнтованих ситуацій в умовах невизначеності [14, с. 27]. Метод моделювання забезпечує дослідження та оптимізацію поведінки технічних систем, формуючи системне мислення [4, с. 285]. Лабораторні роботи інтегрованого типу поєднують експериментальну діяльність і проєктування, забезпечуючи практичне закріплення знань [10, с. 231]. Метод перевернутого навчання (flipped learning) передбачає самостійне опрацювання теоретичного матеріалу поза аудиторією з подальшим виконанням практичних і проєктних завдань у класі, що підсилює активність здобувачів і сприяє переходу до діяльнісної

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

моделі навчання [15, с. 331].

Відповідно до запропонованої моделі, формування інженерного мислення у здобувачів вищої освіти розглядається як результат поетапного засвоєння взаємопов'язаних технічних дисциплін, що забезпечує перехід від базових наукових знань до здатності системного проєктування й оптимізації складних технічних об'єктів. У межах Державного університету інтелектуальних технологій і зв'язку зазначену закономірність проаналізовано на прикладі освітньо-професійних програм «Транспортні технології» (J «Транспортні послуги», J8 «Автомобільний транспорт») та «Електроніка» (G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»). Попри відмінності у предметній спрямованості, ці програми реалізують спільну методологічну основу, що базується на принципах системності, міждисциплінарності та практичної орієнтації підготовки.

У межах ОПП «Транспортні технології» інженерне мислення формується через послідовне ускладнення уявлень про транспортні процеси як складні системи. Дисципліни забезпечують перехід від операційно-аналітичного рівня (планування та оптимізація перевезень) до системного (інтеграція матеріальних, інформаційних і фінансових потоків у логістиці), а також до прикладного аналізу технічних характеристик вантажів і функціонування глобальних транспортних систем. Завершальний етап пов'язаний з інтеграцією транспортних підсистем у єдину мультимодальну структуру та формуванням здатності до системного інженерного проєктування.

В ОПП «Електроніка» ця логіка реалізується через перехід від фундаментальної підготовки до проєктування складних електронних систем. Початковий етап формує математико-аналітичну базу, далі відбувається опанування принципів побудови електронних схем, після чого здобувачі переходять до моделювання й оптимізації електронних систем як цілісних об'єктів. Завершальний рівень передбачає інтеграцію знань у прикладних

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

сферах, зокрема в мікропроцесорних системах, що забезпечує формування практично орієнтованого інженерного мислення.

Узагальнено встановлено, що в обох освітніх програмах простежується єдина структурна логіка формування інженерного мислення, яка реалізується як послідовний перехід від аналітичного рівня (опанування фізико-математичних закономірностей) до конструктивного (побудова технічних систем), далі до системного (аналіз взаємодії елементів складних систем) і завершуючи проєктно-інженерним рівнем (моделювання, оптимізація та інтеграція багатокомпонентних систем). Таким чином, інженерне мислення формується як інтегративна здатність до системного аналізу, моделювання та проєктування складних технічних і транспортних об’єктів.

Емпіричну частину дослідження становило анкетування здобувачів вищої освіти Державного університету інтелектуальних технологій і зв’язку (n = 35), спрямоване на оцінювання ефективності сучасних педагогічних технологій у формуванні інженерного мислення. Усі респонденти (100%) підтвердили використання в освітньому процесі інтерактивних технологій, зокрема проєктного навчання, кейс-методу, VR/AR-технологій та елементів перевернутого навчання (flipped learning), що забезпечує репрезентативність вибірки.

Рівень зацікавленості здобувачів у технічних дисциплінах характеризується домінуванням позитивної мотивації: 88,6% опитаних демонструють середній і високий рівні, що створює сприятливі передумови для формування інженерного мислення.

Результати анкетування засвідчили високу ефективність сучасних освітніх технологій. Проєктне навчання отримало виключно позитивні оцінки (77,1% – ефективне або дуже ефективне), що підтверджує його провідну роль у формуванні інженерних компетентностей. Кейс-метод також оцінюється позитивно всіма респондентами, підкреслюючи значущість проблемно-орієнтованого підходу. Лабораторні та практичні заняття залишаються ключовим

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

елементом професійної підготовки (88,6% позитивних оцінок), забезпечуючи розвиток практичних умінь. Високий рівень підтримки отримали інноваційні технології, зокрема VR/AR та перевернуте навчання, що свідчить про зростання ролі візуалізації, симуляцій та активізації самостійної роботи здобувачів.

У порівняльному аспекті 60,0% респондентів віддають перевагу сучасним інтерактивним методам, тоді як традиційне навчання підтримують лише 20,0%. Більшість опитаних відзначає позитивний вплив сучасних технологій на навчальну мотивацію (65,7%) та розвиток інженерного мислення (80,0%). Загальна оцінка ефективності також є високою: 74,3% вважають сучасні підходи більш результативними порівняно з традиційними, при відсутності негативних оцінок.

Аналіз структурних компонентів інженерного мислення засвідчив його інтегративний характер із перевагою комплексного розвитку аналітичного, системного та проєктного мислення (37,2%).

Формування інженерного мислення має інтегративний характер і охоплює аналітичний, системний та проєктний компоненти з перевагою їх комплексного розвитку. Отримані результати підтверджують ефективність застосування сучасних освітніх технологій у технічній підготовці як важливого чинника підвищення якості формування інженерного мислення.

Висновки. Отримані результати засвідчують, що інженерне мислення є інтегративним когнітивно-проєктним утворенням, ефективне формування якого забезпечується поєднанням міждисциплінарного підходу, системності та практичної спрямованості навчання. Встановлено, що сучасні педагогічні технології (проєктне навчання, кейс-метод, VR/AR та flipped learning) суттєво підвищують рівень сформованості його структурних компонентів. Емпіричні дані підтверджують перевагу інтерактивних і діяльнісних методів над традиційними підходами у технічній освіті. Перспективним напрямом подальших досліджень є удосконалення інтегрованих моделей формування

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

інженерного мислення в умовах цифровізації освіти.

Список використаних джерел

1. Vodovozov I. Transversality and multirationality of engineering thinking: war and peace options. *Dnipro Academy of Continuing Education Herald. Series: Pedagogy*. 2024. Vol. 6(1). P. 15-22. DOI: https://doi.org/10.54891/2786-7013-2024-1-2

2. Доценко С., Чайка Л. Філософсько-педагогічні засади розвитку технічної творчості і формування інженерного мислення в умовах цифрової трансформації освіти. *Новий колегіум*. 2025. Т. 3, № 119. С. 5-11. DOI: https://10.34142/nc.2025.3.05

3. Вороновська Л.П. Розвиток інженерного мислення у процесі вивчення математики. *Збірник наукових праць «Педагогічні науки». Секція 4 Теорія і методика професійної освіти.* 2017. № 75. Том 2. С. 93-96.

4. Ільченко І.О., Бахтіярова Х.Ш., Марченко Н.Г. Особливості реалізації інтегрованого підходу до викладання курсу «будівельна механіка» у вищій школі. *Опір матеріалів і теорія споруд / Strength of Materials and Theory of Structures.* 2025. № 115. С. 278-291. DOI: https://10.32347/2410-2547.2025.115.278-291

5. Діяльнісні засади підготовки майбутніх компетентних фахівців в умовах сучасних викликів: монографія / за ред. О.А. Дубасенюк. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2024. 366 с.

6. Simarro C., Couso D. Engineering practices as a framework for STEM education: a proposal based on epistemic nuances. *International Journal of STEM Education*. 2021. Vol. 8. Art. 53. DOI: https://doi.org/10.1186/s40594-021-00310-2

7. Кирилащук С. А. Педагогічні умови формування інженерного мислення студентів технічних університетів у процесі навчання вищої математики: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Вінниця, 2010. 23 с.

8. Abdurrahman A., Maulina H., Nurulsari N., Sukamto I., Umam A. N. Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

unit to foster students' system thinking skills. *ScienceDirect Heliyon*. 2023. Vol. 9. Iss. 4 e15100. URL: https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S2405-8440%2823%2902307-1 (дата звернення 20.04.2026).

9. Олійник В. В., Самойленко О. М., Бацуровська І. В., Доценко Н. А. STEM-освіта в системі підготовки майбутніх інженерів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 80. №6. С. 127-139. DOI: https://doi.org/10.33407/itlt.v80i6.3635

10. Петренко Л., Шевченко В., Зеліковська О. Використання педагогічних крауд-технологій у професійній підготовці студентів ІТ-спеціальностей. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 76. № 2. С. 213-235.

11. Табінська О. Формування технічного мислення здобувачів освіти засобами навчальної робототехніки у STEM середовищі. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2025. №219. С. 464-469. DOI: https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-219-464-469

12. English L. D. STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education.* 2016. Vol. 3. Art. 3. DOI: https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1

13. Япринець Т. С. Педагогічні умови формування інженерного мислення здобувачів вищої освіти засобами проєктної діяльності. *Педагогічна академія: наукові записки.* 2025. № 24. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.17653412

14. Оршанський Л., Попович В., Неміров Д. Інтегрований курс «Технічна механіка» у професійній підготовці майбутніх учителів технологій та педагогів професійного навчання. *Молодь і ринок*. 2025. № 10/242. С. 24-31. DOI: https://doi.org/10.24919/2308-4634.2025.344546

15. Ялова К., Яшина К. Перевернуте навчання у підготовці здобувачів вищої освіти з інженерії програмного забезпечення. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. Т. 83. №3. С. 324-338. DOI: https://doi.org/10.33407/itlt.v83i3.3371

Увесь контент ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license