



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

УДК 004.94[621:744]

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.20059083>

**Використання сучасних інформаційних технологій у розвитку
просторового мислення технічних спеціалістів у закладах вищої освіти**

КАБАЦЬКИЙ Олексій Володимирович,

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри основ проектування машин,
Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ – Хуст, Україна,
uncle.l.72@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5137-7332>

ХОРОШАЙЛО Вадим Вікторович,

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютеризовані мехатронні
системи, інструменти і технології, Донбаська державна машинобудівна
академія, м. Краматорськ – Хуст, Україна, vadim_khoroshaylo@ukr.net,
<https://orcid.org/0000-0001-6539-8329>

ШАПОВАЛОВ Максим Валерійович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютеризовані мехатронні
системи, інструменти і технології, Донбаська державна машинобудівна
академія, м. Краматорськ – Хуст, Україна, harleymax1979@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-8039-8834>

АНТОНЕНКО Яна Сергіївна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютеризовані мехатронні
системи, інструменти і технології, Донбаська державна машинобудівна
академія, м. Краматорськ – Хуст, Україна, Yana.s.antonenko@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-3037-5332>



Прийнято: 11.04.2026 | Опубліковано: 30.04.2026

Анотація: Мета статті полягає в оцінюванні ефективності використання традиційних та новітніх технологій навчання в професійній підготовці в закладах вищої освіти фахівців технічних спеціальностей. Завданням роботи було оцінити вплив використання новітніх інформаційних технологій на формування просторового мислення в умовах професійної підготовки технічних фахівців та проаналізувати можливість впровадження інформаційних технологій в закладах вищої освіти України. Для досягнення зазначеної мети було використано загальнонаукові методи дослідження, а саме аналіз наукових джерел, синтез отриманих даних для формування загального уявлення щодо досліджуваного питання, порівняння переваг та недоліків технологій, узагальнення.

У ході дослідження було з'ясовано, що сучасні методики розвитку просторового мислення виявляють чітку траєкторію еволюції від викладачо-центрованого, пасивного викладання до студенто-центрованого, активного та досвідного навчання. Цей перехід забезпечується синтезом традиційних методів та втіленням новітніх інформаційних технологій. В ньому методи традиційної нарисної геометрії, посилені сучасними засобами 3D-візуалізації, закладають фундаментальну когнітивну базу, використання систем автоматизованого проєктування забезпечує ефективність та точність, впровадження імерсивних технологій (VR/AR) сприяє подоланню розриву між абстрактними концепціями та їхнім фізичним втіленням, а гейміфікація та симулятори підтримують мотивацію та забезпечують безризикове середовище для практики. Разом із цим, ці інструменти досягають максимальної ефективності лише тоді, коли вони інтегровані в активні педагогічні рамки, такі як проєктно-орієнтоване навчання (PBL), що імітує реальну інженерну діяльність.



Впровадження сучасних технологій в українських закладах вищої освіти стикається з низкою системних викликів. Їх подолання вбачається у реалізації наступних заходів: 1) впровадження гібридних, ступінчастих навчальних програм; 2) визнання проєктно-орієнтованого навчання основною педагогікою; 3) інвестування в поетапну технологічну інтеграцію; 4) створення національні програми розвитку викладачів; 5) сприяння дослідженням у галузі адаптивного навчання на основі штучного інтелекту.

Ключові слова: просторове мислення, імерсивні технології, проєктно-орієнтоване навчання, педагогічна інновація, когнітивний розвиток.

The use of modern information technologies in the development of spatial thinking of technical specialists in higher education institutions

Oleksii KABATSKYI

**PhD in Engineering, Associate Professor (Department of Basics of Machines Design) of Donbass State Engineering Academy,
Kramatorsk – Khust city, Ukraine**

uncle.i.72@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5137-7332>

Vadim KHOROSHAILO

PhD in Engineering, Associate Professor (Department «Computerized mechatronic systems, tools and technologies») of Donbass State Engineering Academy,

Kramatorsk – Khust city, Ukraine

e-mail: vadim_khoroshaylo@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-6539-8329>

Maksym SHAPOVALOV

PhD in Engineering, Associate Professor (Department «Computerized mechatronic systems, tools and technologies») of Donbass State



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Engineering Academy,

Kramatorsk – Khust city, Ukraine

e-mail: harleymax1979@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8039-8834>

Yana ANTONENKO

**PhD in Engineering, Associate Professor (Department «Computerized
mechatronic systems, tools and technologies») of Donbass State**

Engineering Academy,

Kramatorsk – Khust city, Ukraine

e-mail: Yana.s.antonenko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3037-5332>

Abstract: The purpose of the article is to evaluate the effectiveness of using traditional and modern teaching technologies in the professional training of technical specialists in higher education institutions. The task of the work was to assess the impact of using modern information technologies on the formation of spatial thinking in the professional training of technical specialists and to analyze the possibility of implementing information technologies in higher education institutions in Ukraine. To achieve this goal, general scientific research methods were used, namely the analysis of scientific sources, synthesis of the data obtained to form a general idea of the issue under study, comparison of the advantages and disadvantages of technologies, and generalization.

In the course of the study, it was found that modern methods for developing spatial thinking show a clear trajectory of evolution from teacher-centered, passive teaching to student-centered, active, and experiential learning. This transition is facilitated by the synthesis of traditional methods and the implementation of modern information technologies. In this process, traditional descriptive geometry methods, enhanced by modern 3D visualization tools, lay a fundamental cognitive foundation;



the use of computer-aided design (CAD) systems ensures efficiency and accuracy; the introduction of immersive technologies (VR/AR) helps bridge the gap between abstract concepts and their physical manifestation; and gamification and simulators support motivation and provide a risk-free environment for practice. At the same time, these tools reach maximum effectiveness only when integrated into active pedagogical frameworks, such as project-based learning (PBL), which simulates real-world engineering activities.

The implementation of modern technologies in Ukrainian higher education institutions faces a number of systemic challenges. Overcoming them is seen through the implementation of the following measures: 1) introduction of hybrid, tiered curricula; 2) recognition of project-based learning as the primary pedagogy; 3) investment in phased technological integration; 4) creation of national faculty development programs; 5) promoting research in the field of AI-based adaptive learning.

Keywords: spatial thinking, immersive technologies, project-based learning, pedagogical innovation, cognitive development.

Постановка проблеми. Підготовка спеціалістів технічних напрямів у вищій школі в рамках дисциплін інженерно-графічного спрямування («Нарисна геометрія», «Інженерна графіка», «Комп'ютерна графіка» та ін.) має декілька аспектів. Зокрема передбачається в рамках відповідних дисциплін надання здобувачам теоретичних знань а також розвиток навичок просторового уявлення й просторового мислення.

Відомо, що в умовах сьогодення у здобувачів вищої школи розвиток просторового уявлення й просторового мислення стикається із низкою викликів. Основні з них такі:



з психології сприйняття відомо, що початково зародки просторового мислення мають лише декілька відсотків населення [**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**, с. 215].

проблема низької початкової підготовки здобувачів через загально низьку популярність і, відповідно, конкурс на технічні спеціальності, відсутності або факультативному вивченні дисципліни «Креслення» у закладах середньої освіти.

суттєве скорочення загальної кількості кредитів та аудиторної складової у обсязі часу, що відводиться на вивчення названих вище дисциплін.

негативні моменти сьогодення, пов'язані із ситуативною необхідністю переходу через складну обстановку в умовах війни на дистанційну або змішану систему навчання.

Вказані чинники обумовлюють подальшу доцільність і необхідність пошуку й впровадження у навчання методик та засобів, що сприяють підвищенню якості графічної підготовки студентів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Просторове мислення, або просторові здібності, протягом десятиліть залишаються наріжним каменем технічної освіти, визначаючи здатність майбутніх інженерів та архітекторів до оперування складними візуальними формами та їх трансформації у ментальній площині. У класичному розумінні, за Еліотом та Смітом, ці здібності охоплюють сприйняття та відтворення візуальних форм, маніпулювання структурами, їх розчленування та подальшу реконструкцію [2, 3]. Г. Іванова відмічає, що процес просторового мислення передбачає постійне перекодування образів – перехід від просторових образів реальних об'єктів до їх умовно-графічних зображень, а також від тривимірних зображень до двовимірних і навпаки. Передумовами для формування цього типу



мислення є просторові уявлення та просторова уява, які спираються на фундаментальні психічні процеси, такі як сприйняття, увага та пам'ять [4, с. 135].

Проблема вдосконалення у здобувачів як кваліфікованих спеціалістів й інтелектуально розвинених особистостей знань та навичок, необхідних для сприйняття й відтворення графічних документів, на думку В. Бойка, є достатньо складною і багатогранною [5, с. 30] і, як вже було відмічено, в умовах сьогодення до кінця не вирішеною.

Як відмічають R. Porat, C. Ceobanu, просторові здібності не є монолітною структурою, а складаються з ряду взаємопов'язаних компонентів, кожен з яких відіграє специфічну роль у технічному проектуванні. Процес переходу від дитячого проєктивного простору до евклідового, де індивід вільно оперує поняттями площі, об'єму та відстані, зазвичай завершується в підлітковому віці, проте в технічних вишах цей фундамент піддається інтенсивній надбудові [2].

Дослідження T. Delahunty, S. Sorby, N. Seery, L. Pérez та G. Duffy підтверджують стійку кореляцію між добре розвиненими просторовими навичками та загальним успіхом у STEM-дисциплінах, що проявляється у вищих академічних балах, кращих показниках утримання студентів у програмах та вищих відсотках випускників [6, р. 26; 7, р. 28]. Цей зв'язок виходить за межі простого вміння читати креслення. Здатність до просторового мислення дозволяє створювати стійкі та гнучкі ментальні репрезентації проблем, що сприяє більш адаптивній поведінці при їх вирішенні. Саме тут виникає потреба в штучному інтелекті як інструменті, здатному запропонувати інноваційні методи стимуляції просторових когнітивних процесів.

Сучасні інформаційні технології все більше використовуються в освітній діяльності. Використання віртуальної реальності, за твердженням В. Волинець, створює повністю імерсивне середовище, де увага користувача максимально



сконцентрована, що мінімізує зовнішні подразники та дозволяє глибоко зануритися в навчальний матеріал [8, с. 42]. Л. Паршукова та С. Паршуков акцентують на тому, що занурення сприяє детальному вивченню складних процесів та об'єктів, що значно перевершує можливості статичних зображень у підручниках [9, с. 185]. Систематичні огляди, наведені G. Lampropoulos, P. Fernández-Arias, A. de Bosque, D. Vergara, підтверджують ефективність віртуальної реальності (VR) у підтримці інженерної освіти, покращенні академічної успішності, залученості та утриманні знань [10].

На думку F. del Cerro Velázquez та G. Morales Méndez доповнена реальність (AR) та віртуальна реальність (VR) у поєднанні з алгоритмами ШІ створюють середовище, яке найбільш наближене до природного просторового досвіду людини. AR-технології дозволяють накладати складні технічні інструкції на реальні об'єкти, що суттєво знижує когнітивне навантаження при просторовому навчанні [11].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Розглянуті наукові праці підтверджують потенціал використання традиційних технологій та втілення деяких інструментів САПР у підготовці спеціалістів технічного напрямку. Проте не до кінця дослідженим є питання забезпечення максимальної ефективності від впровадження інформаційних технологій (імерсивних технологій, штучного інтелекту та ін.) в розвиток просторового мислення здобувачів в рамках освітнього процесу у вищій освіті.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). З огляду на актуальність викладеної проблематики мета статті полягає в оцінюванні ефективності використання традиційних та новітніх технологій навчання в професійній підготовці в закладах вищої освіти фахівців технічних спеціальностей. Відповідно, завдання роботи є такими:



1. Оцінити вплив використання новітніх інформаційних технологій та їх поєднання із традиційними методиками у формуванні просторового мислення в умовах професійної підготовки технічних фахівців;

2. Проаналізувати можливість впровадження інформаційних технологій в закладах вищої освіти України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування навичок просторового мислення починається, і у значній мірі здійснюється, саме на початкових курсах навчання здобувачів. Основну роль у ньому має дисципліна «Нарисна геометрія», яка закладає теоретичну та ментальну основу здобувачів при оволодінні всіма інженерними спеціальностями.

Велику роль у навчанні з дисципліни відіграє засвоєння студентами на перших заняттях принципу утворення зображень на площинах проєкцій, заснованого на реалізації методу прямокутного паралельного проєктування. Ручний процес створення проєкцій – проведення проєкційних ліній зв'язку, зображення об'ємних деталей на площині та зіставлення різних видів – є критично важливою когнітивною вправою.

Зазвичай спосіб отримання кресленику в системі двох і трьох прямокутних проєкцій вивчають за плакатами і проєктуванням фігур на площині тригранного кута. Більш повне уявлення про отримання комплексного кресленику дозволить отримати застосування навчальних наочних та віртуальних макетів [1, с. 215]. Розуміння сутності цього методу дозволяє студентам у подальшому успішно засвоїти правила і прийоми отримання графічних зображень різних за складністю типів об'єктів.

Впровадження систем тривимірного моделювання в середовищі САПР надало у викладання потужний інструмент візуалізації, що робить складні та абстрактні геометричні властивості більш наочними та зрозумілими [1212].



Водночас слід відмітити, що передчасний перехід до САПР без фундаментального розуміння принципів проєктування може бути контрпродуктивним. Досвід викладання вказує на необхідність збалансованого, гібридного підходу: доцільно починати графічну підготовку з виконання робіт за допомогою креслярських інструментів для засвоєння суті процесу проєктування [2].

Рекомендація починати з ручного креслення перед впровадженням САПР є не просто даниною традиції, а педагогічно обґрунтованою стратегією, що базується на теорії когнітивного навантаження. Ручне креслення змушує свідомо й покроково проходити через логіку проєкційних перетворень, екстерналізуючи розумовий процес. Спроба одночасно вивчити інтерфейс потужного програмного забезпечення та абстрактні просторові принципи створює надмірне когнітивне навантаження для здобувача. Опанування принципів за допомогою менш технологічного методу дозволяє сформувати міцну ментальну модель. Коли після цього вводиться САПР, здобувач може зосередитися на вивченні інструменту як засобу *застосування* вже наявних знань, а не намагатися засвоїти все одночасно. Таким чином, робочі навчальні програми мають бути розроблені з урахуванням цієї послідовності, використовуючи ручне креслення для побудови когнітивного фундаменту для ефективного використання САПР.

Аналіз впровадження в навчання віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності зосереджується на конкретних когнітивних та педагогічних перевагах цих технологій, (як втілене пізнання, безпечне експериментування, покращена візуалізація невидимих явищ та ін.) із можливістю застосування саме в межах напрямлення, що розглядається в роботі.

Як VR, так і AR є потужними інструментами для покращення просторового розуміння та розвитку когнітивних навичок [10]. VR є ідеальним рішенням для



створення повних, контрольованих симуляцій для тренувань та складної візуалізації. Однак їх впровадження стикається з викликами. Висока вартість, особливо для передових VR-систем, таких як Apple Vision Pro, є значним бар'єром. Існують також ризики надмірного захоплення, що може призвести до відриву від реальності та потенційних негативних психологічних наслідків [10].

За своїм впливом додана реальність часто вважається більш доступною та менш дезорієнтуючою, ніж VR, оскільки вона залишає користувача у зв'язку з реальним середовищем [13]. Технологія доповнює реальність, накладаючи цифрову інформацію – 3D-моделі, інструкції, дані – на об'єкти фізичного світу [9 с. 186]. Це особливо корисно для таких завдань, як візуалізація внутрішніх компонентів механізму або перевірка того, як спроектована деталь впишеться в існуючу конструкцію [11]. AR-додатки можуть використовуватися на звичайних смартфонах і планшетах, що робить їх більш економічно ефективними та легшими для масштабування, на відміну від VR, що часто вимагає спеціалізованих шоломів. AR сприяє спільній роботі та краще підходить для надання контекстно-залежної інформації та доповнення фізичних завдань.

Слід однак відмітити, що ефективність розглянутих технологій не є автоматичною; вона залежить від продуманого педагогічного дизайну та інтеграції в навчальний план. [7, pp. 40, 85; 15, p. 499]. Хоча деякі дослідження показують, що VR може бути настільки ж ефективною, як і традиційні методи, її головні переваги полягають у підвищенні мотивації, залученості та розумінні абстрактних концепцій [16].

Основна перевага, яку надають VR/AR в технічній освіті, полягає в їх здатності робити абстрактне відчутним. Інженерія часто має справу з поняттями, які є невидимими (сили, поля), мікроскопічними (структури матеріалів) або занадто складними для візуалізації з 2D-креслень. Традиційні методи вимагають



від студентів побудови ментальної моделі на основі абстрактних символів (рівнянь, ліній), що для багатьох є значною проблемою. Застосування VR/AR дозволяє обійти цей початковий шар абстракції. Студенти можуть спочатку *побачити* та *взаємодіяти* з 3D-моделлю, формуючи інтуїтивне, конкретне розуміння. Потім вони можуть легше пов'язати цей конкретний досвід з абстрактними символами та теоріями. Отже, імерсивні технології слід розглядати не як заміну теорії, а як потужний педагогічний інструмент для полегшення її розуміння, який стратегічно застосовується в тих моментах навчальної програми, де студенти стикаються з труднощами у подоланні розриву між абстрактними формулами та фізичною реальністю. Разом із цим слід враховувати ризики, зокрема зменшення когнітивного навантаження до такого рівня, що «ментальний м'яз» абстрактного мислення слабшає, а також потенційна надмірна залежність від ШІ, що може зменшити здатність до глибокого, «повільного мислення» [17].

Практика навчання доводить, що впровадження самих лише новітніх інформаційних технологій недостатньо. Вони вимагають педагогічної основи, що сприяє активному навчанню. Проєктно-орієнтоване навчання (PBL) можна представити як ідеальну структуру для інтеграції різноманітних інструментів (САПР, VR/AR, симулятори) в єдиний, змістовний навчальний досвід, що імітує професійну інженерну практику.

Розглянуті вище технології (САПР, VR/AR) можна порівняти з «додатками» – потужними інструментами для конкретних завдань. Проєктно-орієнтоване навчання, в свою чергу, є «операційною системою», яка дозволяє цим додаткам працювати разом у злагоджений та змістовний спосіб. Студент не просто «вивчає VR»; він використовує VR *у межах проєкту* для проєктування та тестування віртуального прототипу, застосовуючи принципи, вивчені за допомогою симуляційних ігор, та документуючи свою роботу в САПР [10]. Це



свідчить про те, що найефективніше впровадження цих технологій відбувається не в ізольованих, інструменто-орієнтованих курсах (наприклад, «Курс з засвоєння AutoCAD»), а шляхом їх інтеграції у більший, проблемно-орієнтований проєкт, що імітує професійний робочий процес. Це вимагає від закладів вищої освіти суттєвих змін у підходах до складання навчальних планів, орієнтуючи їх на проєкти.

Таким чином, розвиток просторового мислення є не просто тренуванням специфічної навички, а комплексним розвитком фундаментального когнітивного процесу, що лежить в основі інженерного мислення – здатності подумки моделювати, тестувати та адаптувати складні системи. Це дозволяє розглядати рівень просторових навичок як індикатор ширшої когнітивної гнучкості та здатності до абстрактного, системного аналізу.

Впровадження сучасних технологій в українських закладах вищої освіти стикається з низкою системних викликів. Основним бар'єром є висока вартість, особливо для передових технологій, таких як VR, де вартість одного пристрою може сягати тисяч доларів. Часто бракує достатнього методичного забезпечення, а також спостерігається тенденція до копіювання іноземного досвіду без належної адаптації до місцевих умов [18]. Критично важливим є питання готовності викладацького складу: викладачі потребують навчання не лише з технічного використання нових інструментів, але й з педагогічних стратегій їх ефективного застосування [11].

Успішна інтеграція цих технологій – це завдання не лише для окремих викладачів чи університетів; вона вимагає системної, загальнодержавної стратегії. Системні бар'єри, такі як вартість та відсутність методичної підтримки, потребують системних рішень. Це може включати державні гранти на закупівлю обладнання, створення національного репозиторію цифрових навчальних



матеріалів та найкращих практик, а також державні програми підвищення кваліфікації для викладачів.

Висновки. Аналіз сучасних методик розвитку просторового мислення виявляє чітку траєкторію еволюції від викладачо-центрованого, пасивного викладання до студенто-центрованого, активного та досвідного навчання. Цей перехід уможлиблюється набором все більш потужних цифрових інструментів. Традиційна нарисна геометрія закладає фундаментальну когнітивну базу, САПР забезпечує ефективність та точність, імерсивні технології (VR/AR) долають розрив між абстрактними концепціями та їхнім фізичним втіленням, а гейміфікація та симулятори підтримують мотивацію та забезпечують безризикове середовище для практики. Однак ці інструменти досягають максимальної ефективності лише тоді, коли вони інтегровані в активні педагогічні рамки, такі як проєктно-орієнтоване навчання, що імітує реальну інженерну діяльність. Майбутнє цього напрямку лежить у розвитку адаптивних систем на базі ШІ, здатних надавати персоналізований зворотний зв'язок у реальному часі, що потенційно може демократизувати якісну освіту.

В умовах сучасності вдосконалення освітніх технологій у графічній підготовці майбутніх вітчизняних технічних спеціалістів вбачається у реалізації наступних заходів:

1. Впровадження гібридних, ступінчастих навчальних програм. Свідомо проєктувати навчальні плани, що починаються з фундаментальної теорії ручного креслення та проєкцій перед впровадженням САПР та більш просунутих інструментів візуалізації.

2. Визнання проєктно-орієнтованого навчання (PBL) основною педагогікою. Реструктуризувати курси навколо міждисциплінарних проєктів, що вимагають від студентів застосування просторових навичок для вирішення



автентичних, реальних проблем.

3. **Інвестування в поетапну технологічну інтеграцію.** Починати з більш доступних технологій, таких як мобільний AR та серйозні ігри/симулятори, перед тим як робити масштабні інвестиції у дорогі VR-лабораторії.

4. **Створення національної програми розвитку викладачів.** Організувати централізовані програми навчання, зосереджені на педагогіці використання нових технологій, а не лише на технічних навичках роботи з ними.

5. **Сприяння дослідженням у галузі адаптивного навчання на основі ІІІ.** Підтримувати пілотні проєкти та дослідження з розробки та впровадження інтелектуальних систем навчання, адаптованих до потреб українських студентів технічних спеціальностей.

Список використаних джерел

1. Кабацький О.В., Хорошайло В.В., Красовський С.С., Загребельний С.Л. Застосування наочних засобів при вивченні дисципліни «Нарисна геометрія» студентами технічних спеціальностей. Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. 2021. №2. С. 214–219. URL: <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2021-2-214-219>

2. Porat R., Ceobanu C. The Role of Spatial Ability in Academic Success: The Impact of the Integrated Hybrid Training Program in Architecture and Engineering Higher Education. Education Sciences. 2024. 14. 1237. URL: <https://doi.org/10.3390/educsci14111237>

3. Мамус Г., Уруський А., Гаврищак Г. Просторове мислення студентів закладів вищої освіти як показник інтелектуального розвитку їх особистості. Наукові записки. Серія: педагогіка. 2022. №1. С. 135-141. URL: <https://journals.tnpu.ternopil.ua/index.php/pedagogy/article/view/146/139>



4. Іванова Г.І. Розвиток просторового мислення учнів засобами 3D-моделювання. Collection of Scientific Papers «SCIENTIA», (December 16, 2022; Lisbon, Portugal). P. 135–137.

URL: <https://previous.scientia.report/index.php/archive/article/view/635/642>

5. Бойко В.А. Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання :. дис. ... канд. пед. наук. Київ, 2019. 317 с. URL:

https://old.npu.edu.ua/images/file/vidil_aspirant/dicer/D_26.053.19/Boiko.pdf

6. Delahunty T., Sorby S., Seery N. Pérez L. Spatial Skills and Success in Engineering Education: A Case for Investigating Etiological Underpinnings. ASEE EDGD 70th Midyear Technical Conference: Graphical Expressions of Engineering Design. Daytona Beach Shores, Florida. 2016. P. 24-29, URL: <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1010&context=asee-edgd&httpsredir=1&referer=>

7. Duffy G. Spatial Thinking in the Engineering Curriculum: an Investigation of the Relationship Between Problem Solving and Spatial Skills Among Engineering Students. Doctoral thesis. DIT, 2017. 316 p. URL: <https://doi.org/10.21427/D75R1Q>

8. Волинець В. Використання технологій віртуальної реальності в освіті. Неперервна професійна освіта : теорія і практика (Серія : Педагогічні науки). 2021. 2(67). С. 40-47.

URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/1269764>

9. Паршукова Л.М., Паршуков С.В. Використання технологій віртуальної та доповненої реальності в професійній діяльності вчителя інформатики. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті. 2023. Випуск 55. Том 2. С. 183-186. URL: http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2023/55/part_2/38.pdf

10. Lampropoulos, G.; Fernández-Arias, P.; de Bosque, A.; Vergara, D. Virtual



Reality in Engineering Education: A Scoping Review. Education Sciences. 2025, 15, 1027. URL: <https://doi.org/10.3390/educsci15081027>.

11. Del Cerro Velázquez F., Morales Méndez G. Systematic Review of the Development of Spatial Intelligence through Augmented Reality in STEM Knowledge Areas. Mathematics. 2021. 9. 3067. URL: <https://doi.org/10.3390/math9233067>

12. Гурковська С.С. Методичні підходи до формування просторового мислення студентів у процесі вивчення нарисної геометрії. Педагогічна Академія: наукові записки. №20 (2025). URL: <https://pedagogical-academy.com/index.php/journal/article/view/1192>

13. Романишин І.М., Самборська О.В., Хміль Н.А. Ефективність використання віртуальної та доповненої реальності у професійній підготовці майбутніх педагогів. Педагогічна Академія: наукові записки. №5 (2024). URL: <https://pedagogical-academy.com/index.php/journal/article/download/28/27/64>

14. Хміль Н.А., Галицька-Дідух Т.В., Ван Цяньці. Використання віртуальної та доповненої реальності в українській освіті. Академічні візії. 2023. Випуск 22. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8251886>, URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/download/505/463/467>

15. Muzata, A.R.; Singh, G.; Stepanov, M.S.; Musonda, I. Immersive Learning: A Systematic Literature Review on Transforming Engineering Education Through Virtual Reality. Virtual Worlds 2024, 3, p. 480-505. URL: <https://doi.org/10.3390/virtualworlds3040026>

16. Vásquez-Carbonell M. A Systematic Literature Review of Virtual Reality in Engineering Education. International Journal of Virtual and Personal Learning Environments. 2022. 12(1). P. 1-18 URL: https://www.researchgate.net/publication/362498499_A_Systematic_Literature_Review_of_Virtual_Reality_in_Engineering_Education



17. Красноштан Т. Чи вбиває ШІ мислення? Як розробникам зберегти ясність розуму у 2026. High Bar Journal. 2025. URL: <https://journal.gen.tech/post/yak-pratsyuvaty-z-ai-rozrobnyku-trenuvaty-mozok>

18. Назарьова Н.М. Проблеми впровадження педагогічних інновацій у навчально-виховний процес початкової школи. На Урок. URL: <https://naurok.com.ua/problem-vprovadzhennya-pedagogichnih-innovaciy-u-navchalno-vihovniy-proces-pochatkovo-shkoli-44072.html>