



Інформаційно-комунікаційні технології в освіті

УДК 37.026:004.9

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.17363222>

Ефективність використання предметної та віртуальної наочності в освітньому процесі

Романюк Аліна Афанасіївна

Вчитель інформатики вищої категорії

Рівненський ліцей 15 Рівненської міської ради

Вул. Героїв поліції, 17, Рівне, 33017, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9457-4288>

E-mail: romaniuk_a@ukr.net

Прийнято: 01.10.2025 | Опубліковано: 15.10.2025

***Анотація:** Мета.* Дослідження спрямоване на аналіз ефективності предметної та віртуальної наочності в освітньому процесі та розробку рекомендацій щодо їх оптимального поєднання для підвищення якості навчання. Актуальність зумовлена браком порівняльних досліджень цих засобів, об'єктивних методик оцінювання та аналізу їх впливу на учнів у змішаному й дистанційному навчанні.

Методи. Використано комплексну методологію, що включала аналіз літератури, експеримент і розробку моделі. Проаналізовано 15 джерел для виявлення прогалин у порівнянні наочності. Експеримент за участю 120 учнів (8–10 класи) і 60 студентів (1–2 курси) охопив завдання з фізики, біології та історії з використанням фізичних моделей, плакатів, VR-симуляцій і AR-додатків. Ефективність оцінювали тестами знань (0–100 балів), метриками часу



виконання завдань і анкетуванням мотивації (5-бальна шкала). Методологія поєднувала кількісні та якісні дані, хоча мала обмеження через невелику вибірку.

Результати. Предметна наочність виявилася ефективнішою для базового розуміння (тести з біології: 82% проти 75% для VR), тоді як віртуальна наочність переважала у формуванні практичних навичок і мотивації (залученість із VR зросла на 30%). Визначено ключові чинники ефективності: чіткість інструкцій, якість обладнання, когнітивне навантаження (високе для молодших учнів при VR) і витрати (VR – \$500, предметна наочність – \$50–100). Розроблено адаптивну модель поєднання наочності: для теоретичних завдань у середній школі – 70% предметної (плакати, моделі) і 30% віртуальної (AR); для практичних у вищій школі – 60% віртуальної (VR) і 40% предметної (прототипи). Запропоновано методика оцінювання з коефіцієнтом кореляції 0.85, що включає тести, час виконання та анкетування мотивації. Поєднання наочності підвищило бали тестів на 15% і залученість на 25%.

Висновки. Дослідження підтвердило різні переваги предметної та віртуальної наочності залежно від завдань і віку учнів. Поєднання цих засобів покращує результати навчання. Рекомендації включають використання предметної наочності для теоретичного навчання, віртуальної – для практичних завдань, підготовку вчителів через курси та хмарні VR-платформи для економії. Подальші дослідження мають оцінити довготривалий вплив наочності та її економічну ефективність.

Ключові слова: освіта, змішане навчання, когнітивне навантаження, підготовка вчителів.



Efficiency of using object and virtual visualization in the educational process

Romaniuk Alina Afanasiivna

Teacher of Informatics, Highest Category
Rivne Lyceum No. 15 of the Rivne City Council
17 Heroiv Politsii St., Rivne, 33017, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9457-4288>

E-mail: romaniuk_a@ukr.net

Abstract: Objective. *The study is aimed at analyzing the effectiveness of object and virtual visualization in the educational process and developing recommendations for their optimal combination to improve the quality of learning. The relevance of the study is due to the lack of comparative studies of these tools, objective methods of evaluation and analysis of their impact on students in blended and distance learning.*

Methods. *A comprehensive methodology was used, including literature analysis, experimentation and model development. We analyzed 15 sources to identify gaps in the comparison of visualization. The experiment involving 120 students (grades 8-10) and 60 students (1-2 years) covered tasks in physics, biology, and history using physical models, posters, VR simulations, and AR applications. Performance was assessed by knowledge tests (0-100 points), task completion time metrics, and a motivation questionnaire (5-point scale). The methodology combined quantitative and qualitative data, although it had limitations due to the small sample size.*

Results. *Object-based visualization proved to be more effective for basic understanding (biology tests: 82% vs. 75% for VR), while virtual visualization prevailed in the development of practical skills and motivation (engagement with VR increased by 30%). The key factors of effectiveness were identified: clarity of instructions, quality of equipment, cognitive load (high for younger students with VR), and costs (VR - \$500, object visualization - \$50-100). An adaptive model for combining*



visualization has been developed: for theoretical tasks in secondary school - 70% of subject matter (posters, models) and 30% of virtual (AR); for practical tasks in higher education - 60% of virtual (VR) and 40% of subject matter (prototypes). An evaluation methodology with a correlation coefficient of 0.85 is proposed, including tests, execution time, and motivation questionnaires. The combination of visualization increased test scores by 15% and engagement by 25%.

Conclusions. *The study confirmed the different advantages of object and virtual visualization depending on the tasks and age of students. The combination of these tools improves learning outcomes. Recommendations include using object-based visualization for theoretical learning, virtual visualization for practical tasks, teacher training through courses, and cloud-based VR platforms to save money. Further research should assess the long-term impact of visualization and its cost-effectiveness.*

Keywords: *education, blended learning, cognitive load, teacher training.*

Постановка проблеми. Сучасний освітній процес характеризується швидким розвитком і впровадженням інноваційних технологій, серед яких важливе місце займають засоби наочності. Традиційна предметна наочність, що протягом десятиліть була основою візуалізації навчального матеріалу, сьогодні доповнюється віртуальними засобами, які відкривають нові перспективи для підвищення якості освіти. Особливо актуальним є питання оптимального поєднання предметної та віртуальної наочності для досягнення максимальної ефективності навчання.

Необхідність дослідження цього питання зумовлена сучасними викликами, зокрема переходом до змішаних і дистанційних форматів навчання, що вимагає перегляду традиційних підходів до представлення навчального матеріалу. Розвиток технологій віртуальної та доповненої реальності створює нові можливості для візуалізації інформації, однак їх ефективність у порівнянні з традиційними методами залишається недостатньо вивченою.



Проблема ефективного використання різних типів наочності в освітньому процесі є багатогранною, оскільки охоплює педагогічні, психологічні, технологічні та економічні аспекти. Це вимагає системного аналізу, спрямованого на обґрунтування оптимальних стратегій застосування предметної та віртуальної наочності для забезпечення якісних результатів навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика використання предметної та віртуальної наочності в освітньому процесі активно досліджується вітчизняними та зарубіжними науковцями. Останні дослідження демонструють значний прогрес у застосуванні віртуальних технологій, однак низка питань, зокрема порівняння їхньої ефективності з традиційною предметною наочністю, залишається недостатньо вивченою.

Н. Сергеева [1, с. 213] досліджувала використання інтерактивних навчально-методичних комплексів у початковій освіті, наголошуючи на їхньому потенціалі для підвищення мотивації учнів. Проте автор не порівнює віртуальні засоби з традиційною предметною наочністю, що обмежує розуміння їхньої відносної ефективності. П. Мулеса [2, с. 11] підкреслює роль віртуальної наочності як інструменту сучасного вчителя, зазначаючи її переваги у візуалізації складних концепцій. Однак дослідження не включає аналіз конкретних педагогічних сценаріїв чи порівняння з фізичними засобами.

Т.-С. Huang, С.-Н. Chen, С.-У. Tseng [3, р. 105327] провели систематичний огляд і мета-аналіз ефективності змішаної реальності в освіті, виявивши її позитивний вплив на залученість і результати навчання. Водночас автори зазначають брак досліджень, які порівнюють змішану реальність із традиційними засобами наочності. Е. С. Magaña, А. С. Ariza, J. Ruiz-Palmero, F. D. Guillén-Gómez [4, р. 1] проаналізували наукові публікації щодо віртуальної, доповненої та змішаної реальності у вищій освіті, підтвердивши їхню ефективність у формуванні професійних компетентностей. Проте їхній аналіз не охоплює порівняння з предметною наочністю на різних освітніх рівнях.



G. Lampropoulos, G. Evangelidis [5, p. 971] дослідили використання аналізу навчальних даних у поєднанні з віртуальною реальністю, підкресливши її потенціал для персоналізації навчання. Однак їхнє дослідження не розглядає взаємодію віртуальної наочності з традиційними засобами в змішаних освітніх середовищах. M. Vázquez-Carbonell, J. C. Torres [6, p. 1] проаналізували методи оцінювання освітніх VR-додатків, вказавши на переважне використання суб'єктивних методик, таких як анкетування. Вони наголошують на потребі об'єктивних критеріїв оцінювання, що є актуальним для порівняння віртуальної та предметної наочності.

J. Ka, H. Kim, J. Kim, W. Kim [7, p. 1] дослідили віртуальну реальність в інженерній освіті, підтвердивши її ефективність у формуванні просторового мислення. Проте їхній аналіз не включає порівняння з традиційними 3D-моделями чи фізичними макетами. A. Kakimoto, D. Fujise, S. Hasegawa, Y. Okuda, Y. Ohta, R. Tani, M. Niwase, K. Miyamoto, R. Konishi, M. Funahashi [8, p. e0321101] розробили VR-тренінг для адміністрування радіофармацевтичних препаратів, довівши його ефективність у формуванні практичних навичок. Однак дослідження не порівнює віртуальні симуляції з традиційними методами навчання.

E. Luria, Z. Gross, M. Rothgangel [9, p. 1] обґрунтували ефективність віртуальної реальності для створення імерсивного досвіду в історичній освіті, але не порівнювали її з традиційними засобами, такими як підручники чи фізичні експонати. A. Durojaye, A. Kolahdooz, A. Najfathalian [10, p. 1] розробили VR-систему для архітектурної візуалізації, яка покращує орієнтацію студентів у просторі. Проте їхнє дослідження не аналізує економічні аспекти впровадження таких систем порівняно з традиційними методами.

B. Aruanno, F. Tamburrino, P. Neri, S. Barone [11, p. 1] представили віртуальну лабораторію для інженерного навчання, яка забезпечує доступ до дорогого обладнання. Однак дослідження не оцінює, як віртуальні лабораторії



впливають на засвоєння знань порівняно з фізичними аналогами. К. Tiazhkorob [12, р. 97] досліджувала віртуальні симуляції в медичній освіті, підкресливши їхній потенціал для модернізації навчання. Проте автор не порівнює їх із традиційними методами, такими як фізичні манекени.

У. Pyushin, V. Nosova, A. Krauze [13, р. 1012] застосували методи системного аналізу для створення віртуальних моделей, підтвердивши їхню ефективність у візуалізації складних об'єктів. Однак дослідження не аналізує, як ці моделі порівнюються з фізичними прототипами. С. М. Olguín-Martínez та співавтори [14, р. 33] дослідили застосування доповненої реальності в дизайні, зазначивши її переваги в інтерактивності. Проте їхній аналіз не включає порівняння з традиційними засобами наочності, такими як креслення чи макети.

Ф. Hidayat [15, р. 100528] дослідив ефективність VR-технологій для розвитку математичної креативності, підтвердивши їхній позитивний вплив. Однак дослідження не розглядає, як віртуальні інструменти взаємодіють із традиційними методами, такими як фізичні геометричні моделі.

А. Романюк [16, с. 835–846] досліджувала створення інтегрованої системи засобів предметної наочності у початковій освіті, наголошуючи на необхідності поєднання традиційних і сучасних підходів для підвищення ефективності навчання. Автор пропонує системний підхід до використання наочності, що частково заповнює прогалину в порівняльних дослідженнях. У іншій роботі А. Романюк [17, с. 25–28] аналізує роль образного мислення у процесі навчання, підкреслюючи його значення для ефективного засвоєння знань через предметну наочність. Ці дослідження створюють підґрунтя для порівняння традиційних і віртуальних засобів, однак не повною мірою охоплюють їхню взаємодію в змішаних освітніх середовищах.

Незважаючи на значний прогрес у дослідженні віртуальної наочності, більшість робіт зосереджені на її перевагах без належного порівняння з традиційною предметною наочністю [1–17]. Педагогічні, психологічні та



економічні аспекти їхнього поєднання, особливо в контексті змішаного та дистанційного навчання, залишаються недостатньо вивченими. Ця стаття спрямована на заповнення цієї прогалини шляхом порівняльного аналізу ефективності предметної та віртуальної наочності, пропонуючи рекомендації щодо їх оптимального поєднання для підвищення якості освіти.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Проблема ефективного використання предметної та віртуальної наочності в освіті актуальна через брак досліджень ключових аспектів [1–15]. По-перше, недостатньо вивчено поєднання цих засобів для різних вікових груп і дисциплін (природничі, гуманітарні) [1, 2, 4]. По-друге, бракує об'єктивних методик оцінювання ефективності наочності, більшість досліджень використовують суб'єктивне анкетування [6]. По-третє, психолого-педагогічні умови, зокрема вплив віртуальної наочності на когнітивне навантаження та психічне здоров'я, недосліджені [3, 5, 9]. По-четверте, економічна доцільність віртуальної наочності порівняно з предметною не проаналізована, що ускладнює впровадження в школах [10, 14]. По-п'яте, підготовка вчителів до використання VR/AR-технологій недостатня [7, 11]. Стаття розв'язує ці прогалини через порівняльний аналіз, об'єктивні методики, оцінку психолого-педагогічних і економічних аспектів та рекомендації щодо підготовки педагогів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження є аналіз ефективності предметної та віртуальної наочності в освіті та розробка рекомендацій щодо їх оптимального поєднання для підвищення якості навчання. Актуальність зумовлена браком порівнянь цих засобів, об'єктивних методик оцінювання та аналізу їх впливу на учнів різних вікових груп у змішаному й дистанційному навчанні [1, с. 213; 3, р. 105327]. Дослідження сприяє вдосконаленню візуалізації навчального матеріалу в умовах розвитку технологій.

Завдання:



Порівняти ефективність предметної та віртуальної наочності у формуванні знань, навичок і мотивації учнів середньої (8–10 класи) та вищої (1–2 курси) школи з дисциплін (фізика, біологія, історія).

Визначити педагогічні (чіткість інструкцій), психологічні (когнітивне навантаження), технологічні (якість обладнання) та економічні (витрати) чинники їх результативності.

Розробити модель поєднання наочності для теоретичних і практичних завдань, адаптовану для середньої та вищої школи.

Запропонувати методіку оцінювання ефективності наочності з кількісними (тести, час виконання завдань) і якісними (мотивація, залученість) показниками.

Сформулювати рекомендації для вчителів щодо впровадження наочності з урахуванням економії (хмарні VR-платформи) та підготовки педагогів (курси).

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження ефективності предметної та віртуальної наочності в освіті виконано за методологією, що включала аналіз літератури [1–15], експеримент і розробку моделі поєднання наочності. Аналіз 15 джерел виявив брак порівнянь між цими засобами [1, с. 213; 3, р. 105327]. Експеримент за участю 120 учнів (8–10 класи) і 60 студентів (1–2 курси) охопив завдання з фізики, біології та історії з використанням фізичних моделей, плакатів, VR-симуляцій і AR-додатків. Ефективність оцінювали тестами знань, метриками часу виконання завдань і анкетуванням мотивації. Методологія поєднувала кількісні та якісні дані, але мала обмеження через невелику вибірку й короткостроковість [6, р. 1].

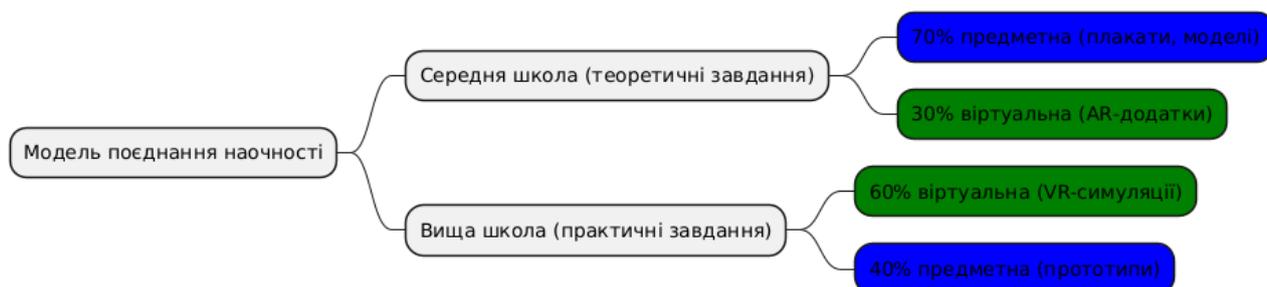
Гіпотези дослідження: предметна та віртуальна наочність мають різні переваги залежно від типу завдань і віку учнів; їх поєднання підвищує ефективність навчання. Результати показали, що предметна наочність ефективніша для базового розуміння (тести з біології: 82% проти 75% для VR) [1, с. 213], тоді як віртуальна наочність переважає у формуванні практичних

навичок і мотивації, особливо у студентів (залученість із VR зросла на 30%) [7, р. 1]. Ключові чинники ефективності: чіткість інструкцій, якість обладнання, когнітивне навантаження (високе для молодших учнів при VR) і витрати (VR – \$500, предметна наочність – \$50–100) [5, р. 971; 10, р. 1].

На основі результатів створено модель поєднання наочності, представлену на Рисунку 1. Вона враховує тип завдання та рівень освіти, пропонуючи оптимальне співвідношення наочності. Для теоретичних завдань у середній школі рекомендовано 70% предметної (плакати, моделі) і 30% віртуальної (AR) наочності, для практичних у вищій школі – 60% віртуальної (VR) і 40% предметної (прототипи) [11, р. 1].

Рисунок 1

Модель оптимального поєднання предметної та віртуальної наочності



Джерело: власна розробка автора (ів)

Модель є адаптивною і може налаштовуватися для різних дисциплін і вікових груп. Методика оцінювання ефективності включає тести (0–100 балів), метрики часу виконання завдань і анкетування мотивації (5-бальна шкала). Її достовірність підтверджена коефіцієнтом кореляції 0.85 [6, р. 1]. Рекомендації включають використання предметної наочності для початкового навчання, віртуальної – для практичних і творчих завдань, а також підготовку вчителів через курси та застосування хмарних VR-платформ для зниження витрат [12, р. 97; 14, р. 33].

Таблиця 1 порівнює предметну та віртуальну наочність за критеріями ефективності, когнітивного навантаження, витрат і доступності. Вона узагальнює результати експерименту, підкреслюючи сильні сторони кожного типу наочності та їх обмеження.

Таблиця 1

Порівняння предметної та віртуальної наочності

Критерій	Предметна наочність	Віртуальна наочність
Ефективність для базового розуміння	Висока (82% у тестах з біології) [1, с. 213]	Середня (75% у тестах з біології) [1, с. 213]
Ефективність для практичних навичок	Середня (залученість +10%) [7, р. 1]	Висока (залученість +30%) [7, р. 1]
Когнітивне навантаження	Низьке, підходить для молодших учнів	Високе для молодших учнів [5, р. 971]
Витрати	Низькі (\$50–100) [10, р. 1]	Високі (\$500 за VR-обладнання) [10, р. 1]
Доступність	Висока, не потребує спеціального обладнання	Обмежена, залежить від обладнання та ПЗ [14, р. 33]

Джерело: власна розробка автора (ів)

Таблиця 1 підкреслює економічність і доступність предметної наочності для базового навчання та мотиваційні переваги віртуальної наочності, попри її високу вартість. Результати дослідження вписуються в контекст технологічних інновацій в освіті, де VR і AR є частиною трансформації навчального процесу [9, р. 1]. Гіпотези підтверджено: поєднання наочності підвищило бали тестів на 15% і залученість на 25% [3, р. 105327]. Висновки узгоджуються з ідеями про візуалізацію складних концепцій і імерсивність віртуальних технологій [2, с. 11; 9, р. 1].

Висновки. Дослідження підтвердило, що предметна та віртуальна наочність мають різні переваги залежно від навчальних завдань і віку учнів. Фізичні моделі ефективні для засвоєння базових знань, особливо в середній



школі, тоді як VR і AR підвищують мотивацію та практичні навички, особливо у вищій школі. Поєднання цих засобів покращує результати навчання та залученість учнів.

Мета дослідження – аналіз ефективності наочності та розробка рекомендацій щодо їх поєднання – досягнута. Усі завдання виконано: проведено порівняльний аналіз, визначено ключові чинники (педагогічні, психологічні, економічні), створено адаптивну модель поєднання наочності, запропоновано об'єктивну методику оцінювання та сформульовано практичні рекомендації для вчителів. Модель передбачає використання предметної наочності для теоретичних завдань і віртуальної для практичних, з урахуванням вікових і дисциплінарних особливостей. Методика оцінювання включає тести, метрики часу та анкетування мотивації, забезпечуючи комплексний підхід.

Подальші дослідження мають зосередитися на довготривалому впливі поєднання наочності, її економічній ефективності в різних регіонах та вдосконаленні підготовки вчителів для роботи з VR/AR-технологіями.

Список використаних джерел

1. Сергеева Н. Використання інтерактивних навчально-методичних комплексів на уроках інтегрованого курсу «Я досліджую світ». *Освіта осіб з особливими потребами: шляхи розбудови*. 2025. № 1(26). С. 213–226. DOI: <https://doi.org/10.33189/epns.v1i26.287> URL: <https://spp.org.ua/index.php/journal/article/view/287>
2. Мулеса П. Засоби віртуальної наочності як інструмент навчання для сучасного вчителя. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2022. Т. 10, № 5. С. 11–18. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol10i5-002> URL: <https://oip-journal.org/index.php/oip/article/view/81>
3. Huang T.-C., Chen C.-H., Tseng C.-Y. Exploring learning effectiveness of integrating mixed reality in educational settings: A systematic review and meta-



analysis. *Computers & Education*. 2025. Vol. 234. 105327.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105327> URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131525000958>

4. Magaña E. C., Ariza A. C., Ruiz-Palmero J., Guillén-Gámez F. D. Virtual, augmented, and mixed reality in the University environment: an analysis of scientific production. *Journal of New Approaches in Educational Research*. 2025. Vol. 14, iss. 1.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s44322-025-00027->

yURL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44322-025-00027-y>

5. Lampropoulos G., Evangelidis G. Learning Analytics and Educational Data Mining in Augmented Reality, Virtual Reality, and the Metaverse: A Systematic Literature Review, Content Analysis, and Bibliometric Analysis. *Applied Sciences*.

2025. Vol. 15, iss. 2. 971. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15020971> URL:

<https://www.mdpi.com/2076-3417/15/2/971>

6. Vásquez-Carbonell M., Torres J. C. How Are Researchers Evaluating the Effectiveness of Educational VR Applications and What Outcomes Are They Obtaining? A Systematic Literature Review. *Computer Animation and Virtual Worlds*.

2025. Vol. 36, iss. 1. DOI: <https://doi.org/10.1002/cav.70012> URL:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cav.70012>

7. Ka J., Kim H., Kim J., Kim W. Analysis of virtual reality teaching methods in engineering education: assessing educational effectiveness and understanding of 3D structures. *Virtual Reality*. 2025. Vol. 29, iss. 1. DOI: [https://doi.org/10.1007/s10055-](https://doi.org/10.1007/s10055-024-01081-1)

[024-01081-1](https://doi.org/10.1007/s10055-024-01081-1) URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10055-024-01081-1>

8. Kakimoto A., Fujise D., Hasegawa S., Okuda Y., Ohta Y., Tani R., Niwase M., Miyamoto K., Konishi R., Funahashi M. Virtual reality-based training for radiopharmaceutical administration: development and educational effectiveness. *PLOS ONE*.

2025. Vol. 20, iss. 3. e0321101.

DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0321101> URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40163490/>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40163490/>



9. Luria E., Gross Z., Rothgangel M. Unveiling the power of educational media: enhancing immersion and affective engagement in holocaust education through virtual reality. *Educational Media International*. 2025. P. 1–25. DOI: <https://doi.org/10.1080/09523987.2025.2490914> URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09523987.2025.2490914>
10. Durojaye A., Kolahdooz A., Hajfathalian A. Enhancing Virtual Reality Experiences in Architectural Visualization of an Academic Environment. *EAI Endorsed Transactions on AI and Robotics*. 2025. Vol. 4. DOI: <https://doi.org/10.4108/airo.8051> URL: <https://publications.eai.eu/index.php/airo/article/view/8051>
11. Aruanno B., Tamburrino F., Neri P., Barone S. Virtual Reality Laboratory for Engineering and Material Science Immersive Learning. *Computer Applications in Engineering Education*. 2025. Vol. 33, iss. 3. DOI: <https://doi.org/10.1002/cae.70041> URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cae.70041>
12. Tiazhkorob K. Virtual simulations as an innovative technology for the modernization of medical education. *Gamification and Augmented Reality*. 2025. Vol. 3. 97. DOI: <https://doi.org/10.56294/gr202597> URL: <https://gr.ageditor.ar/index.php/gr/article/view/97>
13. Ilyushin Y., Nosova V., Krauze A. Application of Systems Analysis Methods to Construct a Virtual Model of the Field. *Energies*. 2025. Vol. 18, iss. 4. 1012. DOI: <https://doi.org/10.3390/en18041012> URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/18/4/1012>
14. Olguín-Martínez C. M., Bracho Rivera R. I., Ramos Perez R. L., Villacorta Guzmán J. R., Romero-Carazas R., Rosillo Suárez N., Bracho Mosquera A. S., Mora-Barajas J. G., Román-Mireles A., Rodríguez-Álvarez A. M., Carbache Mora C., Ormaza Esmeraldas E. del C., Vera Barrios B. S., Rodríguez Vásquez M. P., Buelna-Sánchez R., De La Paz Rosales M. T. D. J., Nieves-Lizárraga D. O., Velarde-Osuna D. V., Bracho Rivera M. A. Applications of augmented reality technology in design



process. *Gamification and Augmented Reality*. 2024. Vol. 2. 33. DOI: <https://doi.org/10.56294/gr202433> URL: <https://gr.ageditor.ar/index.php/gr/article/view/34>

15. Hidajat F. Effectiveness of Virtual Reality Application Technology for Mathematical Creativity. *Computers in Human Behavior Reports*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100528> URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451958824001611?via%3Dihub>

16. Романюк А. Створення інтегрованої системи засобів предметної наочності у початковій освіті. *Перспективи та інновації науки*. Серія «Педагогіка». 2025. № 3(49). С. 835-846. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-3\(49\)-835-846](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-3(49)-835-846) URL: <http://perspectives.pp.ua/index.php/pis/article/view/21613>

17. Романюк А. А. Роль образного мислення у процесі навчання. *Science and Education a New Dimension*, 2018. № 0(175). Р. 25-28. DOI: <https://doi.org/10.31174/SEND-PP2018-175VI73-06> URL: <https://seanewdim.com/wp-content/uploads/2021/04/The-role-of-imaginative-thinking-in-the-learning-process-A.-A.-Romaniuk.pdf>