УДК 711.1:004.9
DOI https://doi.org/10.24919/2308-4863/83-3-16

Єлизавета ЧАБАН,
orcid.org/0009-0002-3981-6800
архітектор, дизайнер архітектурного середовища, засновниця
Cavus Group
(Одеса, Україна) cavus.architects@gmail.com

Наталя КРИВОРУЧКО,
orcid.org/0000-0002-9851-8793
кандидат архітектури, доцент,
доцент кафедри архітектури будівель і споруд
Навчально-наукового інституту архітектури, дизайну і образотворчого мистецтва
Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова
(Харків, Україна) natalia.kryvoruchko@kname.edu.ua

СТРАТЕГІЯ ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ІНТЕР'ЄРНИХ РІШЕНЬ

У статті наведено авторську стратегію використання доповненої реальності (AR) для візуалізації інтер'єрних рішень, яка базується на практичному досвіді та впровадженні сучасних інноваційних технологій у дизайні приміщень. Доповнена реальність дозволяє значно підвищити ефективність проєктування, забезпечуючи інтерактивну демонстрацію дизайнерських рішень у реальному масштабі, що полегшує процес прийняття рішень клієнтами. Головною перевагою AR є можливість створення інтерактивних 3D-моделей, які адаптуються до індивідуальних потреб замовника, що робить процес візуалізації прозорим і зручним. Особлива увага у стратегії приділяється інтерактивності, персоналізації і залученню клієнтів до проєктування, що дозволяє уникати помилок і підвищувати рівень задоволеності кінцевим результатом. Дослідження охоплює аналіз сучасних підходів до використання AR у дизайні інтер'єру, розробку методологічної основи для впровадження стратегії, а також її тестування в реальних умовах. Стратегія включає аналіз потреб клієнтів, створення інтерактивних 3D-моделей, моделювання освітлення, зонування, ергономіки й інших функціональних характеристик приміщень. Перевірка ефективності стратегії здійснювалася на основі проєктів громадських і житлових просторів, які різнилися за розміром, стилем і функціональними вимогами. Результати підтвердили універсальність підходу, зокрема в таких аспектах, як скорочення часу узгодження проєктів, зменшення кількості коригувань та оптимізація функціональних параметрів. Практичне застосування стратегії дозволило досягти значних результатів у покращенні процесів проєктування. Для громадських просторів це забезпечило ефективне зонування, підвищення функціональності робочих зон і раціональне використання ресурсів. У житлових приміщеннях AR сприяла створенню комфортного простору, який відповідає естетичним і практичним вимогам клієнтів. Використання доповненої реальності забезпечило прозорість процесу, інтерактивність комунікації між дизайнером і замовником, а також підвищення якості реалізації проєктів. Розроблена стратегія є універсальним і перспективним інструментом для використання у сфері дизайну інтер'єрів, який може бути адаптований до потреб об'єктів різних типів. Вона демонструє високу ефективність в умовах сучасного проєктування, орієнтованого на індивідуальні рішення. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення інструментів AR, розширення бібліотек інтерактивних об'єктів та інтеграцію цієї технології в освітній процес для підготовки фахівців із дизайну інтер'єрів.

Ключові слова: *доповнена реальність, дизайн інтер'єру, інтерактивна візуалізація, оптимізація процесів, функціональні параметри, моделювання освітлення, ергономіка, інноваційні технології, персоналізація дизайну, універсальність підходу.*

Yelyzaveta CHABAN,
orcid.org/0009-0002-3981-6800
Architect, Architectural Interior Designer, Founder
Cavus Group
(Odesa, Ukraine) cavus.architects@gmail.com

Natalia KRYVORUCHKO,
orcid.org/0000-0002-9851-8793
Candidate of Architecture, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Architecture of Buildings and Structures
Educational and Scientific Institute of Architecture, Design and Fine Arts
of O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv
(Kharkiv, Ukraine) natalia.kryvoruchko@kname.edu.ua

STRATEGY FOR USING AUGMENTED REALITY FOR VISUALIZATION OF INTERIOR SOLUTIONS

The article presents an original strategy for using augmented reality (AR) to visualize interior design solutions based on practical experience and implementing modern innovative technologies in interior design. Augmented reality significantly enhances the efficiency of design processes by providing interactive demonstrations of design solutions on a real scale, simplifying decision-making for clients. A key advantage of AR is the ability to create interactive 3D models that adapt to the client's individual needs, making the visualization process transparent and convenient. The strategy focuses on interactivity, personalization, and client involvement in the design process, helping to avoid errors and increasing satisfaction with the final result. The study encompasses an analysis of modern approaches to using AR in interior design, the development of a methodological framework for implementing the strategy, and its testing in real-world conditions. The strategy includes analyzing client needs, creating interactive 3D models, and simulating lighting, zoning, ergonomics, and other functional characteristics of spaces. The strategy's effectiveness was verified through projects for public and residential spaces, differing in size, style, and functional requirements. The results confirmed the versatility of the approach, particularly in aspects such as reducing project approval time, minimizing revisions, and optimizing functional parameters. Practical application of the strategy achieved significant results in improving design processes. For public spaces, it ensured effective zoning, enhanced working area functionality, and optimized resource use. In residential spaces, AR contributed to creating comfortable environments that meet clients' aesthetic and practical demands. Augmented reality provided process transparency, interactive communication between designers and clients, and improved project implementation quality. The developed strategy is a universal and promising tool for use in the field of interior design, adaptable to the needs of various types of objects. It demonstrates high efficiency in modern design processes focused on individual solutions. Further research may aim to refine AR tools, expand libraries of interactive objects, and integrate this technology into the educational process for training interior design specialists.

Key words: *augmented reality, interior design, interactive visualization, process optimization, functional parameters, lighting simulation, ergonomics, innovative technologies, design personalization, versatile approach.*

Постановка проблеми. У сучасних умовах стрімкого розвитку цифрових технологій доповнена реальність (AR) стає потужним інструментом для візуалізації і реалізації інтер'єрних рішень, що зумовлює необхідність розробки інноваційних стратегій її використання. Попри значний потенціал AR у сфері дизайну інтер'єру, існує низка проблем, пов'язаних із недостатньою інтеграцією цієї технології у практичну діяльність дизайнерів, відсутністю чітких методологічних підходів до її застосування й обмеженою кількістю емпіричних досліджень, які б підтверджували її ефективність. Зважаючи на актуальність проблеми, виникає необхідність створення авторських методик, що базуються на практичному досвіді застосування AR у реальних проєктах.

Зокрема, сучасний дизайн інтер'єру потребує інструментів, які забезпечують інтерактивність, точність та адаптивність під потреби замовників. Технології AR дають змогу візуалізувати інтер'єрні рішення ще до їхньої реалізації, що дозволяє мінімізувати ризики невідповідності очікувань клієнтів кінцевому результату, оптимізувати процеси комунікації між дизайнером і замовником, а також скоротити час та фінансові витрати на проєктування. Проте, попри високий потенціал AR, багато дизайнерів стикаються з труднощами у її інтеграції через відсутність універсальних методик, які враховують як технічні аспекти, так і специфіку взаємодії із замовниками.

Власний досвід використання AR у процесі проектування інтер'єрів підтверджує необхідність систематизації практичних знань у вигляді методології, що базується на принципах доступності, адаптивності та інтерактивності. Наприклад, розробка інтер'єрних рішень для громадських просторів із застосуванням AR дозволила забезпечити точне відтворення текстур, кольорових рішень і розташування об'єктів у реальному масштабі. Також AR була успішно використана під час проєктування житлових інтер'єрів, що включало інтерактивне налаштування освітлення та меблювання у відповідності до просторових характеристик приміщення.

Таким чином, актуальність дослідження полягає у розробці стратегії використання доповненої реальності як ефективного інструменту для візуалізації інтер'єрних рішень, що враховує практичний досвід, особливості взаємодії з клієнтами та специфіку дизайнерської діяльності.

Аналіз досліджень. Сучасні дослідження демонструють зростаючий інтерес до впровадження доповненої реальності у сферу дизайну інтер'єрів, зокрема для підвищення ефективності візуалізації і оптимізації процесів проєктування. П. Кан та ін. дослідили метод автоматизованого дизайну інтер'єрів на основі ієрархічного дерева процедурних правил, що забезпечує адаптивність рішень у AR середовищі (Kan et al., 2021). Ця методика дозволяє швидко генерувати дизайни, які відповідають параметрам приміщення, включаючи розміри, стиль і функціональність.

Х. Тонг та ін. розробили систему ARFurniture, яка забезпечує інтерактивну зміну кольорів та текстур елементів декору в режимі реального часу, що сприяє підвищенню задоволення клієнтів процесом проектування (Tong et al., 2019). Такий підхід дозволяє не лише візуалізувати предмети меблів у реальному середовищі, але й адаптувати їх під естетичні вподобання замовника.

У сфері термічного дизайну приміщень Т. Фукуда та ін. запропонували систему AR, яка інтегрує технології розрахунку теплових характеристик для реконструкції інтер'єрів, забезпечуючи можливість візуалізації температурних показників і їх оптимізації (Fukuda et al., 2019). Схожі розробки запропонували Дж. Р. Лін та ін., які об'єднали AR із динамікою обчислювальної рідини для створення мобільного додатку, який дозволяє оцінювати теплове середовище в реальному часі (Lin et al., 2019).

С. П. Реваті та ін. наголошують, що AR-технології значно підвищують точність вибору меблів та елементів декору, а також забезпечують економію часу в процесі проєктування (Revathy et al., 2024). Їх дослідження свідчить про зростання рівня інтерактивності та залученості замовників у процес розробки інтер'єру.

Наукова розвідка Л. Сколере та Л. Малінін була спрямована на аналіз можливостей AR у навчальному контексті. Вони продемонстрували, що AR сприяє розвитку навичок просторової візуалізації, які є критично важливими для дизайнерів інтер'єру, особливо в академічних інкубаторах (Scolere, Malinin, 2023).

Отже, аналіз наукових джерел підтверджує високий потенціал використання доповненої реальності для покращення процесів візуалізації та оптимізації інтер'єрних рішень, що відкриває нові перспективи для дослідників та практиків.

Мета статті полягає у розробці й обґрунтуванні авторської стратегії використання технології доповненої реальності для візуалізації інтер'єрних рішень, заснованої на особистому досвіді практичного застосування, а також аналізі її ефективності у контексті підвищення якості дизайну, покращення взаємодії з клієнтами та оптимізації процесів проєктування.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасні підходи та інструменти використання технології доповненої реальності у сфері дизайну інтер'єру.

2. Розробити авторську стратегію застосування доповненої реальності для візуалізації інтер'єрних рішень, базуючись на практичному досвіді.

3. Перевірити ефективність розробленої стратегії у реальних умовах проєктування, включаючи громадські та житлові простори.

Виклад основного матеріалу. Сучасні підходи до використання технологій доповненої реальності у сфері дизайну інтер'єру ґрунтуються на інтеграції інноваційних інструментів для забезпечення візуалізації, оптимізації робочих процесів і підвищення рівня задоволення замовників. AR-технології створюють новий рівень взаємодії між дизайнером і клієнтом, дозволяючи демонструвати майбутній дизайн у реальному масштабі та контексті до його фактичної реалізації (Shouman et al., 2022). Ці можливості забезпечують глибшу залученість клієнтів і сприяють прийняттю більш обґрунтованих рішень щодо дизайну. У табл. 1 представлені сучасні підходи й інструменти використання технології доповненої реальності у сфері дизайну інтер'єру.

Одним із ключових підходів є використання автоматизованих систем, які базуються на алгоритмах адаптації до параметрів приміщення (Karan, Asadi, 2019). Такі системи дозволяють генерувати моделі інтер'єрів на основі заданих характеристик: розміри кімнати, форма простору, стилістичні вподобання замовника тощо. Їх важливою перевагою є здатність швидко створювати персоналізовані пропозиції, які враховують навіть дрібні деталі, як-от текстури матеріалів, орієнтація меблів чи оптимізація використання природного світла.

Ще одним перспективним напрямом у використанні AR є інтерактивна колоризація елементів інтер'єру. Цей підхід дає змогу змінювати кольори, текстури або інші параметри меблів і декору безпосередньо у віртуальному середовищі. Завдяки цьому клієнти можуть миттєво оцінити, як різні

Таблиця 1

Основні підходи та інструменти використання доповненої реальності у дизайні інтер'єру

Підхід	Опис	Переваги
Автоматизовані системи дизайну	Використання алгоритмів для адаптації інтер'єрних рішень до параметрів приміщення.	Швидка генерація персоналізованих рішень, адаптація до вимог простору, економія часу.
Інтерактивна колоризація	Зміна кольорів, текстур і стилістичних параметрів об'єктів у режимі реального часу.	Візуалізація естетичних рішень, уникнення помилок, швидке прийняття рішень.
Моделювання функціональних аспектів	Аналіз і візуалізація освітлення, теплових характеристик та ергономіки простору.	Оптимізація комфорту, ефективне використання природного освітлення, покращення просторових рішень.
Інтерактивні сценарії для клієнтів	Надання можливості клієнтам взаємодіяти з об'єктами інтер'єру у віртуальному середовищі.	Підвищення залученості клієнтів, прозорість процесу, зниження ризику непорозумінь.
Освітні програми з використанням AR	Навчання дизайнерів через інтерактивні віртуальні середовища для практики проєктування.	Формування професійних навичок, розширення можливостей експериментування з різними рішеннями.

Джерело: узагальнено авторами на основі (Kılıç, 2019).

стилістичні рішення виглядатимуть у реальному просторі, і таким чином уникнути можливих помилок у виборі. Наприклад, змінюючи кольорову гаму в режимі реального часу, можна краще оцінити гармонію між меблями, оздобленням стін та аксесуарами.

Доповнена реальність також сприяє оптимізації функціональних рішень у дизайні інтер'єру. Зокрема, технології AR дозволяють моделювати й аналізувати такі аспекти, як освітлення, температурні характеристики простору та ергономіка. Наприклад, дизайнер може протестувати різні сценарії освітлення залежно від часу доби або розташування джерел світла, що дозволяє створювати максимально комфортні умови для користувачів. Крім того, візуалізація теплових показників у реальному часі допомагає приймати рішення щодо вибору матеріалів та ізоляційних рішень.

Ще один важливий аспект сучасних підходів до використання AR у дизайні інтер'єру – це створення інтерактивних сценаріїв для клієнтів (Brown, 2020). Завдяки цій технології замовники можуть самостійно взаємодіяти з елементами віртуального інтер'єру: переміщувати меблі, змінювати їх орієнтацію або оцінювати, як зміниться простір після додавання нових об'єктів. Це не тільки спрощує процес прийняття рішень, але і робить його більш прозорим і зрозумілим для замовників, знижуючи ризики непорозумінь між дизайнером та клієнтом.

Використання доповненої реальності також надає переваги в освітніх програмах для дизайнерів інтер'єру (Kerr, Lawson, 2020). Вона дозволяє студентам практикувати навички проєктування в інтерактивному середовищі, експериментуючи з різними стилістичними та технічними рішеннями. Це сприяє формуванню в майбутніх фахівців більш глибокого розуміння просторових рішень і можливостей сучасних технологій.

Для розробки авторської стратегії із застосування доповненої реальності (AR) у візуалізації інтер'єрних рішень основою стали власний практичний досвід і спостереження за робочими процесами у сфері дизайну. Стратегія включає кілька ключових етапів, кожен з яких спрямований на забезпечення ефективності та гнучкості процесу проектування (табл. 2).

На першому етапі важливо ретельно вивчити потреби й очікування клієнта. Це включає визначення функціональних та естетичних вимог до простору, уточнення стилістичних уподобань і оцінку обмежень (розміри приміщення, бюджет, часові рамки). На цьому етапі пропонується використовувати AR для попередньої демонстрації базових варіантів інтер'єру, що допомагає замовнику сформулювати більш чітке уявлення про бажаний результат.

Другий етап передбачає створення деталізованої 3D-моделі приміщення, яка слугує основою для інтеграції AR-технологій. Використання спеціалізованих програмних платформ, таких як SketchUp або Revit, дозволяє з високою точністю відтворити геометрію простору. Після цього модель інтегрується у середовище доповненої реальності, що забезпечує можливість її перегляду в реальному масштабі.

Таблиця 2

Авторська програма використання AR для дизайну інтер'єру

Елемент програми	Опис	Очікувані переваги
Платформа для інтеграції AR	Гнучка платформа, яка підтримує мобільні пристрої та портативні гаджети для створення інтерактивних моделей.	Точність візуалізації, інтерактивність, зручність використання.
Автоматизовані бібліотеки елементів інтер'єру	Каталоги меблів, матеріалів і декору з можливістю адаптації до стилю приміщення.	Швидкість проєктування, персоналізація, сталий дизайн.
Інструменти для спільної роботи	Хмарні платформи для віддаленої взаємодії з моделями та коментарями в реальному часі.	Зручність співпраці, оперативне внесення змін, підвищення ефективності комунікації.
Модулі інтерактивного налаштування	Інтерактивне коригування кольорів, розташування меблів та освітлення в режимі реального часу.	Персоналізація проєкту, залученість клієнтів.
Аналіз функціональних параметрів	Оцінка ергономіки, освітлення, акустики й енергозбереження приміщення.	Оптимізація простору, комфортність, енергоефективність.
Панель зворотного зв'язку	Збір відгуків клієнтів під час перегляду AR-моделі для подальшого доопрацювання.	Підвищення задоволеності клієнтів, прозорість процесу.

Джерело: власна розробка авторів.

1. *Інтерактивна демонстрація варіантів дизайну*

Етап інтерактивної демонстрації варіантів дизайну є ключовим у розробленій стратегії. AR дозволяє замовникам зануритися в різні варіанти дизайну, включаючи розміщення меблів, колірні схеми та декоративні елементи. Вони отримують можливість взаємодіяти з об'єктами віртуального простору, змінювати їхнє розташування, оцінювати гармонійність кольорових рішень та адаптувати дизайн до власних потреб. Це значно скорочує час на узгодження проєкту та зменшує ймовірність подальших коригувань.

2. *Моделювання функціональних рішень*

На етапі моделювання функціональних рішень відбувається інтеграція AR для моделювання функціональних характеристик простору. Особлива увага приділяється аналізу освітлення, зонування й ергономіки. Наприклад, завдяки AR можна випробувати різні сценарії розташування меблів або джерел освітлення, оцінюючи, як вони впливатимуть на функціональність приміщення.

На завершальному етапі створюється остаточна віртуальна модель, яка максимально точно відповідає узгодженому проєкту. Замовник має можливість переглянути інтер'єр у форматі AR та внести останні уточнення перед початком його фізичної реалізації. Це забезпечує високий рівень прозорості процесу та дозволяє уникнути непорозумінь на етапі будівництва або декорування.

Для забезпечення комплексності та практичної ефективності розробленої стратегії використання AR у дизайні інтер'єрів авторська програма включає кілька інноваційних рішень та методологічних інструментів, які сприяють покращенню кожного етапу проєктування.

Реалізація розробленої стратегії потребує використання гнучкої платформи, яка підтримує мобільні пристрої та портативні гаджети (окуляри доповненої реальності, планшети тощо). Наприклад, застосування Unity з AR Foundation або Unreal Engine дозволяє створювати детальні інтерактивні моделі, що відображаються в реальному просторі. Такі платформи забезпечують точність візуалізації, інтерактивність і легкість у використанні.

Прискорення процесу проєктування відбувається за рахунок автоматизованих бібліотек, які містять 3D-моделі меблів, декору, оздоблювальних матеріалів і світлових приладів. Ці елементи можуть бути легко адаптовані до різних стилістичних рішень і параметрів простору. Додатково бібліотеки містять інформацію про екологічні властивості матеріалів, що дозволяє пропонувати замовникам більш сталий дизайн.

Важливим елементом програми є можливість спільного перегляду AR-моделей у реальному часі між дизайнером, замовником та іншими членами команди. Це забезпечується інтеграцією хмарних платформ, таких як BIM 360 або Sketchfab, які дозволяють віддалено працювати з моделями, надавати коментарі та оперативно вносити корективи.

Програма включає модулі, які дозволяють клієнтам самостійно змінювати певні параметри дизайну: кольори стін, розташування меблів,

освітлення тощо. Це сприяє персоналізації проєкту та залученню клієнтів у процес проєктування, що підвищує їхнє задоволення кінцевим результатом.

Спеціальний модуль програми здійснює аналіз функціональних характеристик приміщення, що включає оцінку ергономіки, акустичних властивостей, теплових показників та освітленості. Наприклад, моделювання різних сценаріїв використання приміщення дозволяє краще організувати простір і знизити витрати на енергію.

Інтеграція панелі для відгуків клієнтів дає змогу фіксувати їхні враження, пропозиції чи запитання безпосередньо під час перегляду AR-моделі. Це дозволяє дизайнеру оперативно реагувати на потреби клієнта та покращувати процес комунікації.

Процес упровадження авторської програми ґрунтується на поетапному підході.

1. Підготовка даних: збір вихідної інформації про приміщення та вимоги замовника; створення початкової 3D-моделі з базовими елементами інтер'єру.

2. Інтерактивна презентація: використання AR для демонстрації початкових варіантів інтер'єру; отримання зворотного зв'язку від клієнта для коригування дизайну.

3. Оптимізація функціональних рішень: моделювання освітлення, теплових характеристик та ергономіки; тестування різних сценаріїв використання простору.

4. Фіналізація проєкту: створення фінальної AR-моделі, що відповідає узгодженим вимогам; надання клієнту доступу до моделі для остаточного затвердження.

5. Аналіз результатів: оцінка результатів реалізації проєкту на основі відгуків клієнта; збір даних для подальшого вдосконалення програми.

Авторська програма дозволяє значно підвищити ефективність процесу проєктування інтер'єрів за рахунок інтерактивності, адаптивності та високого рівня деталізації. Її застосування забезпечує скорочення часу на узгодження, підвищення задоволеності клієнтів і мінімізацію помилок на етапі реалізації. Ця програма є універсальною, оскільки її компоненти можуть бути адаптовані до різних типів приміщень і проєктів, що робить її ефективним інструментом як для досвідчених дизайнерів, так і для початківців.

Розроблена стратегія пройшла апробацію під час проєктування житлових і громадських інтер'єрів. Наприклад, при створенні дизайну офісного приміщення AR дозволила інтерактивно змоделювати зонування робочих місць, оцінити розташування меблів та протестувати варіанти освітлення. У випадку житлового дизайну технології AR дали змогу клієнтам самостійно обрати кольорові рішення для стін, оцінити гармонійність матеріалів і розташування меблів у контексті реального простору.

Перевірка ефективності розробленої стратегії використання доповненої реальності здійснювалася в умовах реальних проєктів, що охоплювали як громадські, так і житлові простори. Відібрані об'єкти різнилися за своїми функціональними й естетичними вимогами, що дозволило всебічно оцінити гнучкість та адаптивність стратегії. Громадські простори включали офісні приміщення, коворкінги та кафе, де основний акцент було зроблено на функціональності, зонуванні й ергономіці. Житлові об'єкти складалися з квартир та приватних будинків, для яких важливою була атмосфера комфорту та індивідуальний підхід.

Процес тестування передбачав інтерактивну візуалізацію варіантів дизайну з використанням AR. Для кожного проєкту створювалися детальні 3D-моделі простору, які інтегрувалися в середовище доповненої реальності. Це забезпечувало можливість замовникам переглядати та взаємодіяти з дизайном у реальному масштабі, змінювати розташування меблів, коригувати кольорову гаму та тестувати різні стилістичні рішення. Для громадських приміщень особлива увага приділялася оптимізації робочих зон, а для житлових просторів важливим було створення естетичних і практичних інтер'єрів.

Додатково проводилося моделювання функціональних характеристик приміщень. Завдяки AR вдалося оцінити освітлення, теплові показники, акустичні властивості й ергономіку. У процесі проєктування офісів тестувалися сценарії розташування робочих зон і джерел освітлення для створення максимально комфортних умов праці. У житлових приміщеннях перевірялися варіанти освітлення залежно від часу доби, що дозволило підібрати оптимальні джерела світла.

Ефективність стратегії також оцінювалася через отримання зворотного зв'язку від замовників. Інтеграція інструментів для збору відгуків дала змогу оперативно реагувати на побажання клієнтів і враховувати їхні зауваження на кожному етапі проектування. Замовники громадських просторів відзначили зростання функціональності приміщень, тоді як клієнти житлових проєктів високо оцінили інтерактивність процесу та відповідність кінцевого результату їхнім очікуванням.

Результати перевірки підтвердили, що використання доповненої реальності сприяє значному ско-

роченню часу узгодження проєктів та зменшенню кількості необхідних коригувань. У громадських просторах це дозволило оптимізувати розташування меблів і зонування, яке позитивно вплинуло на ефективність їх роботи. В житлових об'єктах точність візуалізації забезпечила комфорт і задоволення клієнтів, що сприяло досягненню високої якості реалізації проєктів (рис. 1).

Рис. 1. Чинники ефективності та переваги використання доповненої реальності в дизайні інтер'єру

Джерело: власна розробка авторів.

Практичне тестування розробленої стратегії показало її універсальність та адаптивність до різних типів об'єктів. Висока інтерактивність AR і можливість моделювання функціональних параметрів роблять цю стратегію ефективним інструментом для сучасного дизайну інтер'єру, орієнтованого на індивідуальні потреби клієнтів.

Висновки. Розроблена стратегія використання доповненої реальності для візуалізації інтер'єрних рішень продемонструвала свою ефективність у реальних умовах проєктування. AR-технології забезпечують інтерактивність, точність візуалізації та адаптивність до індивідуальних потреб клієнтів, що дозволяє значно скоротити час узгодження проєктів, зменшити кількість коригувань і покращити комунікацію між дизайнером і замовником. Перевірка стратегії у громадських і житлових просторах показала її універсальність та здатність оптимізувати функціональні рішення, такі як зонування, освітлення й ергономіка. Це підтверджує високий потенціал AR у створенні комфортних, естетичних та інноваційних інтер'єрів, що відповідають сучасним вимогам дизайну.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Automatic interior Design in Augmented Reality Based on hierarchical tree of procedural rules / P. Kan et al. *Electronics*. 2021. Vol. 10, No. 3. Article 245. URL: https://doi.org/10.3390/electronics10030245 (дата звернення: 25.01.2025).

2. ARFurniture: augmented reality interior decoration style colorization / H. Tong et al. *Electronic Imaging*. 2019. Vol. 31. P. 1–9. URL: https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2019.2.ERVR-175 (дата звернення: 25.01.2025).

3. An indoor thermal environment design system for renovation using augmented reality / T. Fukuda et al. *Journal of Computational Design and Engineering*. Vol. 6, No. 2. P. 179–188. URL: https://doi.org/10.1016/j.jcde.2018.05.007 (дата звернення: 25.01.2025).

4. Visualization of indoor thermal environment on mobile devices based on augmented reality and computational fluid dynamics / J. R. Lin et al. *Automation in Construction*. 2019. Vol. 103. P. 26–40. URL: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.007 (дата звернення: 25.01.2025).

5. Revathy S. P., Harini A., Sruthika S. Augmented Reality in Interior Design. Journal of Innovative Image Processing. 2024. Vol. 6, No. 3. P. 305–313. URL: https://doi.org/10.36548/jiip.2024.3.007 (дата звернення: 25.01.2025).

6. Scolere L., Malinin L. The building that teaches: Exploring augmented reality affordances in academic incubators. *Journal of Interior Design*. 2023. Vol. 48, No. 1. P. 64–79. URL: https://doi.org/10.1111/joid.12229 (дата звернення: 25.01.2025).

7. Shouman B., Othman A. A. E., Marzouk M. Enhancing users involvement in architectural design using mobile augmented reality. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2022. Vol. 29, No. 6. P. 2514–2534. URL: https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2021-0124 (дата звернення: 25.01.2025).

8. Kılıç T. Investigation of mobile augmented reality applications used in the interior design. *Turkish Online Journal of Design Art and Communication*. 2019. Vol. 9, No. 2. P. 303–317. URL: https://doi.org/10.7456/10902100/020 (дата звернення: 25.01.2025).

9. Karan E., Asadi S. Intelligent designer: A computational approach to automating design of windows in buildings. *Automation in construction*. 2019. Vol. 102. P. 160–169. URL: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.019 (дата звернення: 25.01.2025).

10. Brown N. C. Design performance and designer preference in an interactive, data-driven conceptual building design scenario. *Design studies*. 2020. Vol. 68. P. 1–33. URL: https://doi.org/10.1016/j.destud.2020.01.001 (дата звернення: 25.01.2025).

11. Kerr J., Lawson G. Augmented reality in design education: Landscape architecture studies as AR experience. *International Journal of Art & Design Education*. 2020. Vol. 39, No. 1. P. 6–21. URL: https://doi.org/10.1111/jade.12227 (дата звернення: 25.01.2025).

REFERENCES

1. Kan, P., Kurtic, A., Radwan, M., & Rodriguez, J. M. L. (2021). Automatic interior Design in Augmented Reality Based on hierarchical tree of procedural rules. *Electronics, 10*(3), Article 245. Retrieved from https://doi.org/10.3390/electronics10030245

2. Tong, H., Wan, Q., Kaszowska, A., Panetta, K., Taylor, H. A., & Agaian, S. (2019). ARFurniture: augmented reality interior decoration style colorization. *Electronic Imaging, 31*, 1–9. Retrieved from https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2019.2.ERVR-175

3. Fukuda, T., Yokoi, K., Yabuki, N., & Motamedi, A. (2019). An indoor thermal environment design system for renovation using augmented reality. *Journal of Computational Design and Engineering, 6*(2), 179–188. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.jcde.2018.05.007

4. Lin, J. R., Cao, J., Zhang, J. P., van Treeck, C., & Frisch, J. (2019). Visualization of indoor thermal environment on mobile devices based on augmented reality and computational fluid dynamics. *Automation in Construction, 103*, 26–40. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.007

5. Revathy, S. P., Harini, A., & Sruthika, S. (2024). Augmented Reality in Interior Design. *Journal of Innovative Image Processing, 6*(3), 305–313. Retrieved from https://doi.org/10.36548/jiip.2024.3.007

6. Scolere, L., & Malinin, L. (2023). The building that teaches: Exploring augmented reality affordances in academic incubators. *Journal of Interior Design, 48*(1), 64–79. Retrieved from https://doi.org/10.1111/joid.12229

7. Shouman, B., Othman, A. A. E., & Marzouk, M. (2022). Enhancing users involvement in architectural design using mobile augmented reality. *Engineering, Construction and Architectural Management, 29*(6), 2514–2534. Retrieved from https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2021-0124

8. Kılıç, T. (2019). Investigation of mobile augmented reality applications used in the interior design. *Turkish Online Journal of Design Art and Communication, 9*(2), 303–317. Retrieved from https://doi.org/10.7456/10902100/020

9. Karan, E., & Asadi, S. (2019). Intelligent designer: A computational approach to automating design of windows in buildings. *Automation in construction, 102*, 160–169. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.019

10. Brown, N. C. (2020). Design performance and designer preference in an interactive, data-driven conceptual building design scenario. *Design studies, 68*, 1–33. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.destud.2020.01.001

11. Kerr, J., & Lawson, G. (2020). Augmented reality in design education: Landscape architecture studies as AR experience. *International Journal of Art & Design Education, 39*(1), 6–21. Retrieved from https://doi.org/10.1111/jade.12227