

УДК 72.012.8:371.3

DOI <https://doi.org/10.32782/uad.2023.2.3>**Бойко Валерія Андріївна,**

аспірант

Київського національного університету культури і мистецтв

ORCID ID: 0000-0002-3439-7590

boyko31197@gmail.com

ТЕХНОЛОГІЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ДИЗАЙНЕРСЬКОЇ РОБОТИ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ІНТЕР'ЄРУ

Мета роботи: визначити потенціал використання технології доповненої реальності в дизайні інтер'єру. В статті проаналізовані можливості даної технології, особливості застосування в проєктній практиці дизайнера, проблеми з впровадженням та шляхи їх вирішення. Методологія роботи побудована на застосуванні комплексного підходу, що дозволив врахувати різні аспекти означеної проблеми: від психологічних (особливості сприйняття), проєктних (напрями застосування) – до технічних (аналіз засобів та можливостей). Для проведення дослідження були залучені загально-наукові методи та спеціальні у відповідності до характеру питання та поставленого завдання. Наукова новизна полягає у визначенні можливостей застосування технології доповненої реальності з метою оптимізації процесів проєктування в роботі дизайнера інтер'єрів.

Висновки. Доповнена реальність є сучасним інструментом дизайн проєктування, що дозволяє оптимізувати різні етапи роботи у загальному процесі. Завдяки активному розвитку цифрових технологій можливості моделювання та візуалізації 3D-об'єктів постійно розширюються, технологія стає доступнішою широкому загалу. При цьому слід розрізняти особливості застосування її проєктувальниками та замовниками, споживачами. Поширення набуває створення різних додатків для представлення меблів, аксесуарів, деталей просторового рішення в певному інтер'єрі чи екстер'єрі. Але це дуже обмежений напрямок застосування доповненої реальності, що в першу чергу використовують виробники та продавці цих предметів. В проєктній роботі доповнена реальність полегшує спілкування з замовником та суміжниками, оскільки дає змогу максимально наочно представити проєктну ідею. Автор наголошує на необхідності більш детального розгляду можливостей використання доповненої реальності безпосередньо в проєктній роботі дизайнера, оскільки моделювання в такому ракурсі дає змогу швидше приймати рішення – розроблювати та оцінювати різні варіанти. Таким чином, технологія доповненої реальності має значні переваги перед віртуальною реальністю, та має всі шанси на панування в просторі дизайн-проєктування інтер'єрів.

Ключові слова: доповнена реальність, дизайн інтер'єру, 3D-візуалізація, оптичний трекінг, інтеграція в реальне середовище, маркери.

Boiko Valeriia. AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY AS A TOOL FOR OPTIMIZING DESIGN WORK IN INTERIOR DESIGN

Purpose of Research: to determine the potential of using augmented reality technology in interior design. The article defines the possibilities of this technology, the features of the designer's application in the design practice, problems with the use and ways to solve them. The methodology of the work is based on the application of an integrated approach, which made it possible to take into account various aspects of this problem: from psychological (peculiarities of perception), design (directions of application) – to technical (analysis of means and opportunities). To conduct the study, general scientific methods and special ones were involved in accordance with the nature of the issue and the task. The scientific novelty lies in determining the possibilities of using augmented reality technology in order to optimize the design processes in the work of an interior designer.

Augmented reality is a modern design tool that allows you to optimize the various stages of work in the overall process. Thanks to the active development of digital technologies, the possibilities of modeling and visualizing 3D objects are constantly expanding, the technology is becoming more accessible to the general public. At the same time, it is necessary to distinguish between the features of its application by designers and customers, consumers. The creation of various applications for the presentation of furniture, accessories, details of a spatial solution in a particular interior or exterior is gaining popularity. But this is a very limited application of augmented reality, which is primarily used by manufacturers and sellers of these items. In design work, augmented reality facilitates

communication with the customer and subcontractors, as it allows you to visualize the project idea as clearly as possible. The author notes the need for a more detailed consideration of the possibilities of using augmented reality directly in the design work of the designer, since modeling in this perspective allows you to make decisions faster – to develop and evaluate various options. Thus, augmented reality technology has significant advantages over virtual reality and has every chance of dominating the interior design space.

Key words: *augmented reality, interior design, 3D visualization, optical tracking, integration into the real environment, markers.*

Вступ. Дизайн інтер'єру на сьогоднішній день є досить затребуваним напрямом діяльності, яка потребує постійного розвитку з урахуванням запитів сучасності і розвитку інноваційних технологій. Система дизайн-проектування вже на протязі значного часу активно застосовує різноманітне програмне забезпечення, вона цілком адаптована до цифрового середовища. Для підтримання клієнтської бази та максимально ефективного використання сучасних інструментів дизайнери залучають різні технології, пристосовуючи їх під свої специфічні потреби.

Додаткова реальність – це одна з сучасних технологій, що активно впроваджується в різні сфери життєдіяльності людини. В проектуванні інтер'єрів вона також має значний потенціал розвитку, оскільки дозволяє оптимізувати різні процеси. На сьогоднішній день для створення будь-якого дизайнерського продукту важливою є не лише розробка його функціоналу та естетики, але й повноцінна презентація замовнику. Також в проектну практику увійшли командні принципи роботи, побудовані на паралельному веденні процесу розробки дизайнерського продукту. Інтер'єр не є виключенням. В архітектурному проектуванні для цього активно застосовуються ВІМ-технології, в дизайні інтер'єрів одним з нових варіантів може стати опрацювання об'єкту у доповненій реальності. Це спрощує розуміння загального концепту всіма учасниками процесу.

Для створення концепту вже задіяні такі технічні засоби, як системи автоматизованого проектування (САПР) та різні графічні редактори. За допомогою даних технічних засобів можна реалістично уявити модель простору, але ця модель буде представлена лише в площині екрану монітора. Для створення справжнього простору необхідно враховувати масштабність всіх складових, їх обсяг, зовнішній

вигляд. Доповнена реальність дозволяє вирішувати питання представлення реальних габаритів та маси всіх елементів, їх взаємовідносин в просторі проєктованої моделі інтер'єру. Тому актуальним є розгляд можливих аспектів використання цієї технології в дизайн-проектуванні інтер'єрів.

Матеріали та метод. Методологія роботи побудована на застосуванні комплексного підходу, що дозволив врахувати різні аспекти означеної проблеми: від психологічних (особливості сприйняття), проєктних (напрями застосування) – до технічних (аналіз засобів та можливостей). Для проведення дослідження були залучені загально-наукові методи та спеціальні у відповідності до характеру питання та поставленого завдання.

Аналіз досліджень і публікацій. Перші спроби реалізувати доповнену реальність відносяться ще до початку ХХ століття. За часів Першої світової війни в авіації почали використовувати коліimatorні приціли – оптичні пристрої, що комбінують природне зображення цілі з накладеним зображенням прицільної марки, спроектованої в безкінечність. Далі розвиток цієї технології продовжувався в військовій сфері. Для ВВС США у 1992 р. Льюїсом Розенбергом була розроблена одна з перших систем доповненої реальності, що дозволяла керувати машинами з віддаленого центру управління. Також розробки були пов'язані зі створенням авіанавігації. В 1990–2000 р. доповнена реальність стає затребуваною в індустрії розваг. Поступово сфера застосування цієї технології розширюється, що знайшло відображення в багатьох наукових публікаціях [1–9].

По-перше, детально розглядається сутність поняття «доповнена реальність», обґрунтовуються його використання, вибір відповідних комп'ютерних систем [10; 11]. В деяких роботах розглядається історія виникнення та роз-

виту доповненої реальності. С.Г. Литвинова, О.Ю. Буров, С.О. Семеріков детально проаналізували сферу застосування технології AR та можливості її розширення для потреб суспільства [12]. С.О. Лебеденко, М.О. Корчага дослідили особливості використання технології доповненої реальності та різних форматів, визначили основні принципи та методи їх використання [13].

Окрема група досліджень торкається технічного аспекту технологій доповненої реальності. F. Rebelo, E. Duarte, P. Noriega, M. M. Soares, Sh. Munir, B.C. Клівак розглядають особливості UX / UI дизайну для віртуальної та доповненої реальності, основи процесу проектування та подання результатів для користувачів [11].

Найбільш детально використання технологій доповненої реальності досліджено в освітньому процесі [12; 14], торгівлі та маркетингу [13].

Ще один напрям досліджень стосується аналізу та розробки AR-додатків, зокрема для дизайну інтер'єрів. Ці питання розглядаються в роботі М. Санду та І. С. Скарлат [15]. Група китайських дослідників (Ю-Шінг Чанг, Куо-Цзюй Ху та ін.) представили мобільний додаток доповненої реальності (MAR), що націлений на підтримання навчання та подальшої діяльності в області дизайну інтер'єру. Додаток дозволяє тестувати альтернативні варіанти рішень у режимі реального часу [16].

Триведі Х., Дубей Н. в своїй роботі акцентують увагу на застосуванні додаткової реальності в дизайні інтер'єру, наголошуючи що це буде сприяти покращенню результату, оскільки співпраця між дизайнером і його клієнтом стає набагато простішою. Вони пропонують застосовувати різні концепції комп'ютерного зору для забезпечення інтер'єрного досвіду користувачам.

Мета роботи: визначити потенціал використання технології доповненої реальності в дизайні інтер'єру. В статті проаналізовані можливості даної технології, особливості застосування в проектній практиці дизайнера, проблеми з впровадженням та шляхи їх вирішення.

Результати. В першу чергу слід розглянути саме поняття доповненої реальності (ДР).

Досить часто її поєднують з реальністю віртуальною. Ці технології мають багато схожого, але при цьому і важливі відмінності. Віртуальна реальність використовується в дизайні з появою різних засобів 3D-моделювання та на цей час має значну практику. В дизайні інтер'єру це побудова та представлення моделей простору, середовища, що проектується. Побудовані візуальні моделі відповідають за своїми геометричними параметрами та художніми характеристиками майбутнім реальним просторам, але вони не дають повноцінної уяви про створене середовище.

Доповнена реальність (англ. Augmented Reality, AR) поєднує в собі об'єктивну та віртуальну реальності та має ряд специфічних якостей та властивостей, недоступних в об'єктивній та віртуальній реальності окремо.

Термін «доповнена реальність» вперше був запропонований Томом Коделлом у 1992 році в ході опису цифрових дисплеїв, які використовувалися для будівництва літаків. Майстри-збиральники мали при собі портативні комп'ютери і могли бачити креслення та інструкції за допомогою шоломів, що мали напівпрозорі дисплейні панелі [1].

У загальновідомій роботі Рональда Азума «Дослідження доповненої реальності» (1997), наведені основні критерії доповненої реальності: поєднання реального та віртуального світів; взаємодія в режимі реального часу; робота з тривимірним простором. Крім додавання будь-яких елементів віртуального в реальне, у межах доповненої реальності також можливо видалення елементів реального [2]. У більш вузькому значенні доповнену реальність можна визначити, як технологію інтеграції віртуальних об'єктів у реальний світ.

Поняття «доповнена реальність» включає в себе кілька аспектів: візуалізація; контекстні операції (тригери); візуальні вказівки (асистування).

Доповнена реальність пропонує унікальні способи відображення візуальної інформації, зокрема візуалізації тривимірних об'єктів. Важливою особливістю для дизайну інтер'єру є те, що за допомогою засобів ДР об'єкт може бути візуалізований безпосередньо у контексті його експлуатації – тобто предмет меблів

може бути візуалізований в інтер'єрі. Плюсом також є те, що концепція доповненої реальності пропонує більш досконалий інтерфейс для візуалізації за рахунок сукупності способів управління та візуалізації. Управління ракурсом об'єкта здійснюється через природні рухи голови користувача або пристрою і є зрозумілим та ефективним. Спосіб візуалізації тривимірного об'єкта шляхом поєднання його зображення з оточенням у відповідному ракурсі дозволяє краще сприймати сам об'єкт, його розміри (за умови відповідності масштабу) і, у деяких випадках, властивості матеріалів. При цьому, на відміну від процесу створення традиційної візуалізації (за допомогою ПЗ для 3d-моделювання), для відтворення об'єктів засобами ДР не потрібно моделювання оточення.

Звернемося до історії формування технології ДР саме з позицій її використання у дизайні інтер'єру. В 1995 р. Клаусом Х. Алерсом з групою «User Interaction and Visualization group at European Computer-Industry Research Centre GmbH» була розроблена система для колективного дизайну [3]. З її допомогою кілька користувачів могли віддалено взаємодіяти з тривимірними віртуальними об'єктами, вбудованими в реальний час у відео потік, що передається з камери. Система була створена для демонстрації підходу до розробки колективної взаємодії. Вона продемонструвала ефективність доповненої реальності для вирішення завдань дизайну інтер'єру.

Д. Коллер та ін. в роботі «Оптичний трекінг камери в реальному часі для застосування до доповненої реальності» (1997) представили результати дослідження проблеми відстеження точного тривимірного руху камери у відомому тривимірному середовищі та динамічного розрахунку її розташування [4]. В якості області застосування на час розробки експерименту було обрано тривимірні моделі споруд у відео, знятих на будівельних майданчиках, швидкість і точність підходу автори продемонстрували на прикладі додатків для дизайну інтер'єру.

У 2003 р. Ю. Ясумуро та ін. був запропонований новий підхід з урахуванням особливостей дизайн-проектування інтер'єрних

просторів [5]. Він полягав у інтерактивному розташуванні та візуалізації віртуальних об'єктів у реальному просторі за рахунок маніпулювання фізичними тривимірними маркерами. Для цього кожний віртуальний об'єкт отримує індивідуальний маркер. Але при застосуванні цього підходу виникли певні проблеми: процес маніпулювання маркерами в масштабі більшому, ніж поверхня столу (напр., кімната) процес стає дуже трудомістким і неефективним. Також при використанні підходу в домашніх умовах користувачам необхідно надати ці маркери, що обмежує його широке застосування.

Ще один проєкт 2003 р. заслуговує на увагу. Він представлений у статті Дж. Кука [6]. Метою проєкта ARIS стало створення фото-реалістичного вбудовування штучних цифрових об'єктів у фотографічне зображення. Для цього були розроблені нові методи візуалізації з реалістичним освітленням, здатні працювати на інтерактивних частотах на загальнодоступному обладнанні. Описана система може бути вбудована у веб-сторінку, що дозволяє користуватись нею широкому колу споживачів. Обмеження стосуються ракурсів, з яких можна переглядати інтер'єр, вони повинні бути створені заздалегідь та завантажені в систему.

В 2005 р. компанією Metaio GmbH (Німеччина) був створений комерційний додаток KPS Click&Design, який дозволяв вбудовувати віртуальні об'єкти меблів в статичне зображення інтер'єру. Для цього користувачу потрібно було роздрукувати маркер, розмістити його в приміщенні, зробити фотографії за допомогою цифрового фотоапарату та завантажити їх у додаток. Після розпізнавання маркера на зображенні, користувач міг обирати моделі меблів та додавати їх на зображення. Моделі меблів автоматично вбудовувались у вірному ракурсі та масштабі завдяки відомим положенням і розмірам маркера.

Аналогічна система була розроблена С. Сілтаненом та Ч. Вудвордом у 2006 р. Але вони додали в інтерфейс користувача більше функціоналу, серед якого стирання маркера із зображення, додавання світла та тіней та ін. Джерела світла користувач міг додати само-

стійно вручну, а тіні генерувалися вже автоматично. Але ця система також не була досконалою: вона працювала лише зі статичними зображеннями інтер'єру, реалістичність моделей була заниженою, процес дуже тривалий та складний для розуміння [7].

В 2011 р. Р. Нобрега та Н. Корейя також запропонували систему, що дозволяє вбудовувати віртуальні об'єкти меблів у зображення інтер'єру користувача [8]. Їх система вже була більш доступною для користувача за рахунок відсутності маркера на зображенні – геометричні параметри сцени визначалися за допомогою алгоритмів обробки зображення. Однак масштаб сцени при такому підході може бути визначений лише приблизно.

В цьому ж році на 21-й міжнародній конференції зі штучної реальності та телеприсутності Т. Танакою та групою вчених був представлений симулятор дизайну інтер'єру з використанням доповненої реальності, спочатку спроектований як веб-додаток [9].

Зараз великі фірми, що спеціалізуються на виготовленні предметів інтер'єру, пропонують своїм потенціальним клієнтам скористатися технологією ДР на своїх сайтах. Це відомі BoConcept (Данія), ІКЕА (Швеція), Villeroy & Boch (Німеччина), WayFair (США) та ін.

ІКЕА застосовує ДР-технології вже більше 5 років, за цей час впровадивши кілька програмних рішень. Серед них додаток для смартфонів ІКЕА Place, за допомогою якого можна змодельовати будь-який інтер'єр, максимально наблизивши його до реальних умов. Програма масштабує об'єкти відповідно до розмірів кімнати, заявлена точність – 98%. Користувач може обирати позиції з асортименту інтернет-магазину та «розміщувати» їх реалістичні 3D-копії в певному просторі.

Німецька компанія Villeroy & Boch створила додаток Augmented Reality для iOS, Android та Windows, який допомагає підібрати меблі та сантехніку у ванну кімнату. Для цього достатньо навести камеру смартфона та планшета на ванну кімнату, і у зафіксованому на екрані приміщенні можна розставляти цифрові зображення предметів.

До цього фірми-виробники предметів інтер'єру пропонували дизайнерам 3D-моделі

своїх виробів для створення візуалізацій, тим самим залучаючи додаткову клієнтську базу. Зараз вони намагаються більш тісно працювати безпосередньо з покупцями.

З одного боку можна казати про певну конкуренцію таких додатків з професійними дизайнерами – тобто клієнт може самостійно моделювати собі інтер'єр простір на свій смак, не звертаючись до спеціаліста. Тим не менш, поступово приходять розуміння, що такого роду симуляції не можуть замінити процесу проектування, вони є лише його доповненням.

Висновки. Доповнена реальність є сучасним інструментом дизайн проектування, що дозволяє оптимізувати різні етапи роботи у загальному процесі. Завдяки активному розвитку цифрових технологій можливості моделювання та візуалізації 3D-об'єктів постійно розширюються, технологія стає доступнішою широкому загалу. При цьому слід розрізняти особливості застосування її проектувальниками та замовниками, споживачами. Поширення набуває створення різних додатків для представлення меблів, аксесуарів, деталей просторового рішення в певному інтер'єрі чи екстер'єрі. Але це дуже обмежений напрямок застосування доповненої реальності, що в першу чергу використовують виробники та продавці цих предметів. В проектній роботі доповнена реальність полегшує спілкування з замовником та суміжниками, оскільки дає змогу максимально наочно представити проектну ідею. Саме доповнена, а не віртуальна реальність, що домінує зараз серед інструментів візуальної демонстрації результатів проектування, має більший потенціал для подальшого розвитку в цій сфері. Вбудовування нових елементів в реальний простір на відміну від віртуалізації ситуації з новим предметним наповненням дають максимальне відчуття простору, розуміння закладеного в нього функціонування та естетичного оформлення. Автор наголошує на необхідності більш детального розгляду можливостей використання доповненої реальності безпосередньо в проектній роботі дизайнера, оскільки моделювання в

такому ракурсі дає змогу швидше приймати рішення – розроблювати та оцінювати різні варіанти. Особливо це стосується роботи у команді – всі учасники процесу бачать потенціальний результат в реальному просторі та можуть дати оцінку з позицій своєї компетентності. Крім того, напрям розвитку технології у бік підвищення мобільності надає додаткові переваги – можливості представлення проекту безпосередньо на будівельному майданчику за принципом

«вдягання» конструктивної основи у запропонований дизайн.

Таким чином, технологія доповненої реальності має значні переваги перед віртуальною реальністю, та має всі шанси на панування в просторі дизайн-проектування інтер'єрів. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на розширення можливостей застосування доповненої реальності саме у процесі проектування, що дозволить поліпшити якість та скоротити терміни прийняття рішень.

Література:

1. Caudell T. P., Mizell D.W. Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *System Sciences: Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on IEEE*. 1992. V. 2. P. 659–669.
2. Azuma R. A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments*. 1997. № 6.4. P. 355–385.
3. Ahlers K.H. et al. Distributed augmented reality for collaborative design applications. *Computer Graphics Forum*. Blackwell Science Ltd, 1995. V. 14. P.1–17.
4. Koller D. et al. Real-time vision-based camera tracking for augmented reality applications. *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*. ACM, 1997. P. 87–94.
5. Yasumuro Y. et al. Consistent Presentation of Interactive Virtual Objects in Real Space with 3D Markers–Interactive Virtual Interior Design. *Digital Image Computing: Techniques and Applications, Proceedings of the VIIth Biennial Australian Pattern Recognition Society Conference*. 2003. P. 653–662.
6. Cook J. et al. Real-time photo-realistic augmented reality for interior design. *ACM SIGGRAPH 2003 Sketches & Applications*. ACM, 2003. P. 1–11.
7. Siltanen S., Woodward C. Augmented interiors with digital camera images. *Proceedings of the 7th Australasian User interface conference*. Australian Computer Society, Inc., 2006. V. 50. P. 33–36.
8. Nóbrega R., Correia N. Design your room: adding virtual objects to a real indoor scenario. *CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2011. P. 2143–2148.
9. Tanaka T. et al. A Web Application for an Interior-Design Simulator using Augmented Reality. *The 21st International Conference on Artificial Reality and Telexistence*. Osaka, Japan, November 28–30, 2011.
10. Волинець В.О. Віртуальна, доповнена і змішана реальність: сутність понять та специфіка відповідних комп'ютерних систем. *Питання культурології*. 2021. № 37. С. 231–243. DOI: <https://doi.org/10.31866/2410-1311.37.2021.237322>.
11. Клівак В.С. Особливості UX / UI дизайну для віртуальної та доповненої реальностей. *Український мистецтвознавчий дискурс*. 2022. № 6. С. 29–35. DOI: <https://doi.org/10.32782/uad.2022.6.4>
12. Литвинова С.Г., Буров О.Ю., Семеріков С.О. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2020. Вип. 55. С. 46–62. DOI: [10.31652/2412-1142-2020-55-46-62](https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62)
13. Лебеденко С.О., Корчага М.О. Використання технологій доповненої реальності в торгівлі та маркетингу. *Ефективна економіка: електронне наукове фахове видання*. 2019. DOI: [10.32702/2307-2105-2019.10.46](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.10.46)
14. Гончарова Н. Технологія доповненої реальності в підручниках нового покоління. *Проблеми сучасного підручника*. 2019. Вип. 22. С. 46–56. <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2019-22-46-56>
15. Sandu M., Scarlat I.S. Augmented Reality Uses in Interior Design. *Informatica Economică*. 2018. Vol. 22, № 3. DOI: [10.12948/issn14531305/22.3.2018.01](https://doi.org/10.12948/issn14531305/22.3.2018.01)
16. Yuh-Shihng Chang, Kuo-Jui Hu, Cheng-Wei Chiang, and Artur Lugmayr. Applying Mobile Augmented Reality (AR) to Teach Interior Design Students in Layout Plans: Evaluation of Learning Effectiveness Based on the ARCS Model of Learning Motivation Theory. *Sensors*. 2020. № 20(1). P. 105. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20010105>
17. Trivedi H., Dubey N. A Survey on Augmented Reality and its Applications in the field of Interior Design. *Journal of Xidian University*. 2020. № 14(5). P. 4321–4330. DOI: [10.37896/jxu14.5/474](https://doi.org/10.37896/jxu14.5/474)

References:

1. Caudell T. P. & Mizell D.W. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *System Sciences: Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on IEEE*, 2, 659–669 [in English].
2. Azuma R. A (1997). Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6.4, 355–385 [in English].
3. Ahlers K.H., Andre Kramer, David E. Breen, Pierre-Yves Chevalier, Chris Crampton, Eric Rose, Mihran Tuceryan, Ross T. Whitaker & Douglas Greer. (1995). Distributed augmented reality for collaborative design applications. *Computer Graphics Forum. Blackwell Science Ltd*, 14, 1–17 [in English].
4. Koller D., Udrun Klinker G., Rose E., Breen D., Whitaker R. & Mihran Tucer (1997). Real-time vision-based camera tracking for augmented reality applications. *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, ACM, 87–94. DOI: 10.1145/261135.261152 [in English].
5. Yasumuro Y., Ishikawa Y., Imura M. & Manabe Y. (2003). Consistent Presentation of Interactive Virtual Objects in Real Space with 3D Markers—Interactive Virtual Interior Design. *Digital Image Computing: Techniques and Applications, Proceedings of the VIIth Biennial Australian Pattern Recognition Society Conference*, 653–662. DOI: 10.3169/itej.57.1307 [in English].
6. Cook J., Gibson S., Howard T. & Hubbold R. (2003). Real-time photo-realistic augmented reality for interior design. *ACM SIGGRAPH 2003 Sketches & Applications*. ACM, 1–11. DOI: 10.1145/965400.965427 [in English].
7. Siltanen S. & Woodward C. (2006). Augmented interiors with digital camera images. *Proceedings of the 7th Australasian User interface conference*. Australian Computer Society, Inc., 50, 33–36. DOI:10.1145/1151758.1151761 [in English].
8. Nóbrega R. & Correia N. (2011). Design your room: adding virtual objects to a real indoor scenario. *CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2143–2148. DOI: 10.1145/1979742.1979851 [in English].
9. Tanaka T., Nakabayashi T., Kado K. & Hirasawa G. (2011). A Web Application for an Interior-Design Simulator using Augmented Reality. *The 21st International Conference on Artificial Reality and Telexistence*. Osaka, Japan [in English].
10. Volynets V.O. (2021). Virtual, augmented and mixed reality: the essence of the concepts and the specifics of the corresponding computer systems (Virtual, augmented and mixed reality: the essence of the concepts and the specifics of the corresponding computer systems.) *Issues of cultural studies*, 37, 231–243. DOI: 10.31866/2410-1311.37.2021.237322. [in Ukrainian].
11. Klivak V.S. (2022). Osoblyvosti UX / UI dyzainu dlia virtualnoi ta dopovненоi realnosti (Features of UX / UI design for virtual and augmented reality). *Ukrainian art history discourse*, 6, 29–35. DOI: 10.32782/uad.2022.6.4 [in Ukrainian].
12. Lytvynova S.H., Burov O.Yu. & Semerikov S.O. (2022). Kontseptualni pidkhody do vykorystannia zasobiv dopovненоi realnosti v osvithnomu protsesi (Conceptual approaches to the use of augmented reality tools in the educational process.). *Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems*, 55, 46–62. DOI: 10.31652/2412-1142-2020-55-46-62 [in Ukrainian].
13. Lebedenko S.O. & Korchaha M.O. (2019). Vykorystannia tekhnolohii dopovненоi realnosti v torhivli ta marketynhu (Use of augmented reality technologies in trade and marketing). *Effective economy: electronic scientific publication*. DOI: 10.32702/2307-2105-2019.10.46 [in Ukrainian].
14. Honcharova N. (2019). Tekhnolohiia dopovненоi realnosti v pidruchnykakh novoho pokolinnia (Augmented reality technology in new generation textbooks). *Problems of the modern textbook*, 22, 46–56. DOI: 10.32405/2411-1309-2019-22-46-56 [in Ukrainian].
15. Sandu M. & Scarlat I.S. (2018). Augmented Reality Uses in Interior Design. *Informatica Economică*, 22, 3. DOI: 10.12948/issn14531305/22.3.2018.01 [in English].
16. Yuh-Shihng Chang, Kuo-Jui Hu, Cheng-Wei Chiang, & Artur Lugmayr (2020). Applying Mobile Augmented Reality (AR) to Teach Interior Design Students in Layout Plans: Evaluation of Learning Effectiveness Based on the ARCS Model of Learning Motivation Theory. *Sensors*, 20(1), 105. DOI: 10.3390/s20010105 [in English].
17. Trivedi H. & Dubey N. (2020). A Survey on Augmented Reality and its Applications in the field of Interior Design. *Journal of Xidian University*, 14(5), 4321–4330. DOI:10.37896/jxu14.5/474 [in English].