

Литовко В. С., Аксьонов К.О., Литовко С. І., Глушич О. М.

*Харківський національний університет будівництва та архітектури*

(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна, e-mail: [vwalknut@gmail.com](mailto:vwalknut@gmail.com), [orcid.org/0000-0002-1907-0928](https://orcid.org/0000-0002-1907-0928),  
[orsid.org/0000-0002-2933-8967](https://orcid.org/0000-0002-2933-8967), [orcid.org/0000-0003-1797-702](https://orcid.org/0000-0003-1797-702))

## ДОПОВНЕНА ТА ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ У АСПЕКТІ АПРОБАЦІЇ ВІЗУАЛЬНИХ ЯКОСТЕЙ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ВИТВОРІВ ОБРАЗОТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА

Метою дослідження є вивчення та класифікація методів створення доповненої реальності у аспекті віртуальної апробації складових елементів архітектурного середовища. Огляд можливостей доповненої та віртуальної реальності у якості доступного методу для підвищення візуально-естетичних якостей архітектурного середовища. Розглянути програмні методи, а також технології та обладнання для створення віртуальної реальності. Доповнена реальність у контексті художнього образу при побудові загальної архітектурної концепції. Основні елементи застосування доповненої реальності в контексті образотворчого мистецтва.

**Ключові слова:** доповнена реальність, віртуальна реальність, тривимірне моделювання, архітектурне середовище, візуальні якості, художній образ, програмні методи, образотворче мистецтво.

**Вступ.** Можливості віртуальної реальності дозволяють використовувати її в різних сферах і на різних стадіях проектування, а також безпосередньо впроваджувати в архітектурне середовище для взаємодії з навколишнім світом. Віртуальна реальність відкриває широкі можливості дизайнерам, інженерам, будівельникам та клієнтам моделювати, апробувати та переглядати реалістичну модель майбутнього проекту, дозволяючи вносити необхідні правки до початку будівництва [5, с 66-68].

Сучасні спеціалісти активно використовують комп'ютерні технології для побудови тривимірних моделей будівель, мостів чи паркових зон. Їхня творчість все частіше виходить за рамки монітора, перетворюючись на невловимі, але цілком видимі об'єкти. Для архітекторів це чудова можливість показати результат роботи не тільки на папері або у вигляді комп'ютерної графіки, а й у форматі проєкції, що доповнює реальність.

У цьому на допомогу приходять VR та AR. Затребувані в науковому середовищі та співтоваристві геймерів технології прижилися і в архітектурі, ставши повноцінним інструментом проектування та презентації. Сьогодні за допомогою спеціальних пристроїв та програм можна візуалізувати будь-який, навіть найскладніший проєкт [4].

**Віртуальна реальність (VR).** Поняття штучної чи віртуальної реальності вперше запровадив американський комп'ютерний художник Майрон Крюгер (Myron Krueger) наприкінці 60-х. Віртуальна реальність (virtual reality, VR) – це комп'ютерна симуляція реальності чи відтворення якоїсь ситуації. Технічними засобами вона відтворює світ (об'єкти та суб'єкти), що передається користувачеві через його відчуття: зір, слух, нюх, дотик тощо. VR – інтуїтивно зрозуміла технологія, яка впливає як мінімум на два з п'яти почуттів. Це зір та звук. Технологія створює сильне відчуття того, що ви знаходитесь в іншому місці, навіть коли вас насправді там немає.

Як VR досягається? Спочатку потрібно надіти гарнітуру, яка супроводжується пристроєм введення, який підключено до комп'ютера, який відповідає за створення віртуального середовища. Якщо ви використовуєте мобільний пристрій, гарнітура та комп'ютер об'єднуються для створення віртуального світу.

Хоча гарнітура є основним обладнанням для настроювання віртуальної реальності, можна додати більше пристроїв введення для глибшого занурення користувача у віртуальний світ. Наприклад, його можна покращити за допомогою трекерів руху, тактильних пристроїв та бігових доріжок. Гарнітура VR спроектована так, щоб виглядати як очі. Окуляри мають набір лінз, які спеціально вирівняні, щоб дати тривимірний ефект. Існують

спеціальні програми та сенсори, датчики відповідальні за створення інтуїтивно зрозумілого віртуального середовища.

Найунікальніший аспект технології VR – це високий рівень занурення. Існує почуття реалізму в тому, як ви взаємодієте з новим середовищем.

Технологія віртуальної реальності широко використовується у світі розваг. Наприклад, вона використовується у відеоіграх для поліпшення ігрового процесу. VR вже використовується у медичній, військовій та діловій сферах. Віртуальна реальність створюється за допомогою мови кодування, відомої як VRML (Virtual Reality Modeling Language). Її можна використовувати для створення серії зображень та вказати типи взаємодій між ними [2].

**Доповнена реальність (AR).** Термін «доповнена реальність» було запропоновано дослідником авіакосмічної корпорації Boeing Томом Коделлом (Tom Caudell) у 1990 році.

Доповнена реальність AR поміщає віртуальні об'єкти у середу, що існує у реальному світі.

Одна з ключових особливостей, яка відрізняє AR від VR, - те, що AR поєднує об'єкти реального світу та об'єкти, створені комп'ютером. Це не схоже на технологію VR, яка імітує довкілля. Інший видатною особливістю технології AR є тип обладнання, що використовується. На відміну від VR, який сильно залежить від набору спеціального зовнішнього обладнання, AR може бути досягнута без зовнішніх пристроїв. Але для AR є спеціальні прозорі гарнітури [9 с 20-30].

Щоб досягти AR, вам потрібен лише смартфон та програма AR. Камера вашого смартфона повинна мати здатність запам'ятати реальне середовище навколо вас. З іншого боку, програмне забезпечення або програма проектуватимуться на об'єкти, створені комп'ютером. Один приклад продукту AR – Google Glass. Він призначений для відображення цифрового накладання прямо перед користувачем. У медичному світі AR використовується для контакту хірургів один з одним, особливо коли вони виконують ту саму операцію. Інженери використовують технологію створення схем. AR можна використовувати для створення інтерактивних опцій введення, які можуть замінити звичайну клавіатуру [2].

**Віртуальна та доповнена реальність в архітектурі.** Найпоширеніший спосіб демонстрації архітектурних рішень – проектування 3D-моделі майбутньої будівлі для його перенесення до програми з підтримкою доповненої реальності. Пророблену модель можна розглянути під різними кутами, покрутити навколо осі, віддалити і наблизити. Такий підхід популярний і серед інтер'єрних дизайнерів: замовник може відразу оцінити поєднання кольорів, ергономічність і зручність планування.

Хоча класичні 3D моделі цілком добре справляються з візуалізацією архітектурних проектів, вони не дають навіть приблизно того ефекту, що віртуальна та доповнена реальність в архітектурі. Останні краще вирішують такі задачі: досліджувати локацію майбутнього будівництва; точніше вибрати об'ємно-просторові рішення; перевірити сумісність різноманітних дизайнерських, архітектурних рішень; оцінити інтер'єр, окремі його елементи [3 с 3-14].

Саме VR в архітектурі та дизайні дозволяє повністю поринути у те, що не існує тут і зараз. Або існує, але ще закінчено. Архітектори зможуть інсценувати реальні життєві ситуації. Наприклад, перевіряти, чи правильно спроектовані пожежні виходи, залучаючи добровольців, готових симулювати втечу з будівлі, яка ще не існує.

Але найголовніше – це все ж таки можливість побачити, що вийде в результаті, чи підходить цей варіант проекту. Це ключове рішення при проектуванні та на стадії будівництва.

**Демонстрація квартир у віртуальній реальності.** Якщо раніше дизайнерські рішення доводилося презентувати за допомогою комп'ютера, тепер можна надіти окуляри віртуальної реальності та прогулятися у віртуальній квартирі. Таку можливість клієнтам надають дизайнери та архітектори, що працюють з Unreal Engine 5 та окулярами Oculus

Rift. Сьогодні існує не один десяток програм, в яких можна створювати віртуальні копії реальних приміщень або змінювати їх дизайн за допомогою фотореалістичних 3D-об'єктів [11 с 35-66].

**Будівництво у віртуальній реальності.** Прогресивний архітектор Йохан Ханграф пропонує використовувати віртуальну реальність не тільки для демонстрації вже готових об'єктів, але й для їх створення та редагування. Він займається розробкою програми, яка у майбутньому допоможе суттєво скоротити терміни підготовки 3D-моделей. Одягнувши окуляри віртуальної реальності та озброївшись спеціальними інструментами, архітектори зможуть працювати прямо всередині симуляції [7 с 64-90].

**Ландшафти від Euесad VR.** Ще одна креативна програма, в якій архітектори, дизайнери та фахівці з ландшафту зможуть творити - Euесad VR. Програма дозволяє створювати природні пейзажі, так і проектувати дизайн інтер'єру. Вона буде цікава фахівцям, які бажають швидко відтворити у віртуальній реальності певні локації. Вже зараз програму використовують для фотореалістичного моделювання [8 с 53-62].

**Проектування NVIDIA Holodeck** – сучасна платформа, створена спеціально для роботи архітекторів, дизайнерів та автомобілебудівників у віртуальній реальності. Одна з ключових особливостей програми – фотореалістичність. У проект можна перенести неймовірно деталізовані, пророблені до дрібниць 3D-моделі. Занурившись у віртуальну реальність за допомогою спеціальних шоломів, клієнт та архітектор можуть обговорити деталі проекту, дивлячись на його зразок у масштабі 1 до 1 [1].

**Віртуальна та доповнена реальність в образотворчому мистецтві.** Досі доповнену реальність (AR) люди представляють лише у сфері інформаційних технологій чи розваг. Але вона застосовується у атракціонах торгового центру. Технологія використовується у мистецтві художниками та скульпторами [6, с 41-45]. А в умовах пандемії саме доповнена реальність дозволила відвідувати музеї та виставки.

Доповнена реальність корисна не лише художникам, а й відвідувачам виставок. В умовах коронавірусу виникла проблема відсутності екскурсій, адже через обмеження музеї змушені були заборонити групові відвідування. Та й зараз вони проходять з обмеженнями у кількості учасників. Для багатьох людей це стало справжньою проблемою, адже без екскурсовода дізнатися всю інформацію про картину дуже складно [10 с 39-49].

Наприклад, у Тайбейському музеї образотворчих мистецтв було виявлено, що відвідувачі, які використовують гід із доповненою реальністю, дізналися більше, довше були залучені та мали кращий досвід взаємодії, ніж відвідувачі без доповненої реальності.

Так само в AR-інсталяції під назвою ReBlink у Художній галереї Онтаріо (AGO) відвідувачі використовували свої телефони, щоб побачити, як існуючі предмети з колекції AGO оживають та переносяться у 21 століття. Було знайдено що з усіх відвідувачів, які відвідували цей досвід AR, 84% повідомили, що відчували себе залученими до роботи, а 39% переглядали зображення після використання програми. Доповнена реальність відкриває перед мистецтвом світ можливостей та дозволяє художникам висловлювати свою творчість новими інтерактивними та ефективними способами. Це особливо актуально, коли арт-спільноті доводиться вигадувати інші способи показу своїх творів мистецтва.

Цю проблему вирішив національний проект Artefact. За допомогою AR відвідувач може отримати інформацію про предмети мистецтва.

1. Програма розпізнає експонат.
2. Програма підсвічує «точки інтересу», з якими може взаємодіяти відвідувач.
3. З'являються факти про час і контекст створення твору.

Робота над контентом відбувається спільно: працівники музеїв вибирають картини, знаходять інформацію про них, а фахівці Artefact адаптують під формат програми. На прикладі Artefact видно розвиток технологій, адже система зчитує зображення навіть під кутом 45 градусів, у режимі реального часу обробляє інформацію та зіставляє з базою даних. Пара секунд та людині доступна вся інформація про картину, з якою людина може

взаємодіяти. Тут і з'являється AR-технологія, тому що користувач може вибрати фрагмент картини, збільшити її, подивитися перші ескізи та дізнатися про історію створення.

Саме за умов пандемії користувачі повністю оцінили можливості програми. Як і при відвідуванні музею, перед користувачем з'являються «точки інтересу», з кожною з яких можна взаємодіяти. Завдяки програмі ні гроші, ні епідемії, ні відстані не будуть перешкодою відвідування виставок.

**Динозаври Handbuilt Creative** Дивовижний зразок фотореалістичного AR із світу культури та мистецтва – створений співробітниками Handbuilt Creative динозавр. Доісторична тварина є точною копією ящера, який жив колись на нашій планеті. Пророблена до дрібниць 3D-модель демонструє будову скелета та звички стародавньої рептилії. Таке видовище захопить дитину і дорослого.

**Віртуальне мистецтво.** Ліз Едвардс Художниця надихалася колегою, який додав робочий стіл у VR-програмі звичайний Photoshop і малював у ньому картини. Замовивши шолом віртуальної реальності, Ліз обзавелася разом із ним додатком Tilt Brush, за допомогою якого сьогодні малює свої 3D-шедеври. На її малюнках найчастіше миготять сцени з фільмів, включаючи супергеройські: наприклад, її недавня робота з Чудо-Жінкою. Зазвичай дівчина створює картини у світі гри Fallout 4. Це складніше через особливості ігрової механіки, але завжди цікаво та захоплююче. Використання сучасних технологій для художника – чудова нагода привернути увагу до свого таланту.

**Пристрої, що реалізують AR.** Пристрої, здатні створювати доповнену реальність, можна розділити такі групи. Мобільні пристрої. До них відносяться планшети, смартфони, окуляри та, в перспективі, лінзи доповненої реальності. На планшети та смартфони має бути встановлене спеціалізоване ПЗ. Наприклад, на смартфони та планшети можна встановлювати браузері доповненої реальності, такі як Wikitude, Layar, Blippar, або спеціальні програми (зокрема City Lens для Windows Phone). Ці браузері можуть показувати найближчі місця розташування визначні пам'ятки, магазини, кафе, пункти прокату, пункти обслуговування тощо, а також виконувати інші корисні функції [12, С. 213-222].

Окуляри доповненої реальності – це окремих повноцінний пристрій, розроблений безпосередньо для роботи з AR. Вони здебільшого вміють проектувати голограми та інформацію в реальний простір, але не прив'язують їх до фізичних об'єктів. Фактично, це просто екран перед очима. Найбільш відомі окуляри Google Glass (у 2018 р. звичайним користувачам були доступні версії 2.0 та 3.0, компаніям – версія 2017 року, Google Glass Enterprise Edition). З ними конкурують Vuzix Blade, Epson Moverio, Sony SmartEyeglass. У порівнянні з Google Glass ці та інші окуляри доповненої реальності дешевші та доступніші — звичайні користувачі можуть купити їх на офіційних сайтах.

А ось окуляри Microsoft HoloLens, Magic Leap One та Meta 2 – це вже окуляри змішаної реальності, тобто. вони дозволяють працювати з віртуальними об'єктами, прив'язаними до реального світу [14, с. 13-21].

Лінзи для доповненої реальності поки що залишаються технологією майбутнього. Розробники прагнуть перетворити лінзи на прозорий екран, що містить систему управління, мініатюрну камеру, антену, світлодіоди та інші оптоелектронні компоненти. Зокрема, компанія Samsung вже подала патент на «розумні» контактні лінзи, роботи в цьому напрямі веде компанія Google. Але на ринок подібні пристрої вийдуть не раніше 5-10 років.

Стаціонарні пристрої. Це може бути телевізор, екран комп'ютера, ігровий комп'ютер типу Kinect. На екран телевізора виводиться вже доповнене зображення (особливо це буває під час трансляції футбольних та хокейних матчів), приклад для комп'ютера — карти Google у режимі «Satellite», коли на супутниковий знімок накладаються назви вулиць та пам'яток. Іноді використовуються широкоформатні екрани, і навіть проєкційні системи, здатні накладати зображення як на екрани, а й у будь-які поверхні [13, с.111-120].

**Спеціальні засоби.** До них відносяться, наприклад, спеціалізовані шоломи військових пілотів. На скло шолома виводиться необхідна пілоту важлива інформація, і він може сприймати її, не переводячи погляд на панель приладів, заощаджуючи тим самим дорогі цінні секунди. Багато подібні системи дозволяють здійснювати цілепоказання шляхом повороту голови або рухом очних яблук пілота. Шолом пілота винищувача п'ятого покоління F-35 використовує такі сучасні технології, що пілот може бачити навіть крізь непрозорий корпус літака. Це найдорожчий шолом у світі – його вартість перевищує 400 тис. дол. А британські інженери розробили для військових пілотів шолом із уже вбудованою системою нічного бачення.

На захисному склі «розумного мотошолома» може відображатися швидкість мотоцикла, маршрут, текстові повідомлення та багато іншого. Таку технологію використовують і для відображення інформації на лобовому склі автомобіля [14, с. 13-21].

**Висновки.** За останні кілька років технології віртуальної, доповненої та змішаної реальності зробили величезний крок уперед. Це легко пояснити їхньою універсальністю та багатофункціональністю. Якщо творці софту для архітектури та дизайну продовжать розвивати на прогресивні технології, у майбутньому багато фахівців зі сфери образотворчого мистецтва та архітектури зможуть перенести свій робочий простір у комп'ютерну симуляцію це допоможе заощадити час та ресурси.

Доповнена реальність має широкий спектр застосування її можна використовувати як інформативне та художнє наповнення для парків, скверів, арт просторів, художніх галерей, історичних та художніх музеїв, відкриваючи нові можливості для творчості та взаємодії людей з навколишнім світом. Ключові галузі використання цих технологій у найближчому майбутньому: відеоігри, образотворче мистецтво, архітектура, VR-парки, охорона здоров'я, нерухомість, освіта. З розвитком технологій та пристроїв, здатних підтримувати доповнену та віртуальну реальність, відкриються нові можливості для творчості у сфері образотворчого мистецтва та апробації майбутніх архітектурних проєктів. У майбутньому VR/AR-проєкти будуть більш глибоко інтегровані у наше життя у якості арт об'єктів, що візуально доповнюють архітектурне середовище або інтерактивної інфографіки, яка занурює нас у історію. Всі ці фактори покращують візуальні якості архітектурного середовища виводячи на новий рівень взаємодію людей з архітектурним середовищем.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Дополненная реальность в архитектуре. URL: <https://lookinar.com/ru/>.
2. Виртуальная реальность vs. Дополненная реальность. URL: <https://habr.com/ru/company/ua-hosting/blog/393835/>.
3. Ahlers K. H. et al. Distributed augmented reality for collaborative design applications. Computer Graphics Forum. Blackwell Science Ltd, 1995. T. 14. № 3. С. 3-14.
4. Eberly D. H. 3D game engine design: a practical approach to real-time computer graphics. CRC Press, 2006.
5. Литовко В.С. Підвищення естетичних якостей архітектурного середовища за допомогою застосування інноваційних технологій. Науковий вісник будівництва. 2016. Т. 86. №4. С. 66-68.
6. Литовко В.С. Принципи гуманізації депресивних областей архітектурного середовища. Науковий вісник будівництва. 2014. Т.78. №4. С. 41 –45.

REFERENCES:

1. Doplnennaya real'nost' v arhitekture. URL: <https://lookinar.com/ru/>.
2. Virtual'naya real'nost' vs Doplnennaya real'nost'. URL: <https://habr.com/ru/company/ua-hosting/blog/393835/>.
3. Ahlers K. H. et al. Distributed augmented reality for collaborative design applications. Computer Graphics Forum. Blackwell Science Ltd, 1995. T. 14. № 3. S. 3-14.
4. Eberly D. H. 3D game engine design: a practical approach to real-time computer graphics. CRC Press, 2006.
5. Litovko V.S. Pidvishchennya estetichnih yakostej arhitekturnogo seredovishcha za dopomogoyu zastosuvannya innovacijnih tekhnologij //Naukovij visnik budivnictva. 2016. T.86. №4. S.66-68.
6. Litovko V.S. Principi gumanizacii depresivnih oblastej arhitekturnogo seredovishcha//Naukovij visnik budivnictva. 2014. T.78. №4. S.41-45.

7. Engelbart D. C. Augmenting human intellect: a conceptual framework. AFOSR-3233. Summary Report. 1962.
8. Feiner S., Macintyre B., Seligmann D. Knowledge-based augmented reality. Communications of the ACM. 1993. T. 36. №. 7. С. 53-62.
9. Feldman S., Kay A. C. A conversation with Alan Kay. ACM Queue. 2004. T. 2. №. 9. С. 20-30.
10. Fitzmaurice G. W. Situated information spaces and spatially aware palmtop computers. Communications of the ACM. 1993. T. 36. №. 7. С. 39-49.
11. Foley J. D. et al. Fundamentals of interactive computer graphics. Reading, MA: Addison-Wesley, 1982. с 35-66.
12. Goral C. M. et al. Modeling the interaction of light between diffuse surfaces. ACM SIGGRAPH Computer Graphics. ACM, 1984. T. 18. №. 3. С. 213- 222.
13. Kurz D., Benhimane S. Gravity-aware handheld augmented reality. Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 2011 10th IEEE International Symposium on. IEEE, 2011. С. 111-120.
14. Lee K. Augmented reality in education and training. TechTrends. 2012. T. 56. №. 2. С. 13-21.
7. Engelbart D. C. Augmenting human intellect: a conceptual framework. AFOSR-3233. Summary Report. 1962.
8. Feiner S., Macintyre B., Seligmann D. Knowledge-based augmented reality. Communications of the ACM. 1993. T. 36. №. 7. S. 53-62.
9. Feldman S., Kay A. C. A conversation with Alan Kay. ACM Queue. 2004. T. 2. №. 9. S. 20-30.
10. Fitzmaurice G. W. Situated information spaces and spatially aware palmtop computers. Communications of the ACM. 1993. T. 36. №. 7. S. 39-49.
11. Foley J. D. et al. Fundamentals of interactive computer graphics. Reading, MA: Addison-Wesley, 1982. s 35-66.
12. Goral C. M. et al. Modeling the interaction of light between diffuse surfaces. ACM SIGGRAPH Computer Graphics. ACM, 1984. T. 18. №. 3. S. 213- 222.
13. Kurz D., Benhimane S. Gravity-aware handheld augmented reality. Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 2011 10th IEEE International Symposium on. IEEE, 2011. S. 111-120.
14. Lee K. Augmented reality in education and training. TechTrends. 2012. T. 56. №. 2. S. 13-21.

**Litovko V.S., Aksonov K.O., Litovko S.I., Glushich O.M. SUPPLEMENTED AND VIRTUAL REALITY IN THE ASPECT OF APPROBATION OF VISUAL QUALITIES OF ARCHITECTURAL ARTISTS.** The aim of the research is to classify the methods of creating augmented reality in the aspect of virtual approbation of the constituent elements of the architectural environment. Review of the possibilities of augmented and virtual reality as an accessible method for improving the visual and aesthetic qualities of the architectural environment. Consider software methods, as well as technologies and equipment for creating virtual reality. Augmented reality in the context of artistic representation in the construction of a common architectural concept. The main elements of augmented reality in the context of fine arts.

**Keywords:** augmented reality, virtual reality, 3D modeling, architectural environment, visual qualities, artistic concept, software methods, fine Arts.