

УДК 72.012:[614.212+616.89]
DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/41-2-5>

Владислав КЛИВАК,
orcid.org/0000-0002-6276-3025
аспірант кафедри графічного дизайну
Київського національного університету культури і мистецтв вулиця
(Київ, Україна) vladklivak@gmail.com

ХУДОЖНЬО-ОБРАЗНІ ЗАСОБИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ДИЗАЙНУ ВНУТРІШНЬОГО ПРОСТОРУ ПРИМІЩЕННЯ У ВІРТУАЛЬНОМУ ПРОСТОРИ

У статті розкрито художньо-образні засоби презентації елементів дизайну внутрішнього простору приміщення у віртуальному просторі. Дизайн внутрішнього простору – це процес, який передбачає співпрацю між клієнтами та дизайнерами, прийняття рішень щодо стилю, форми, змісту, меблів тощо відповідно до принципів дизайну та уподобань клієнта. Визначено поняття дизайну внутрішнього простору та розкрито принципи формування процесу. Описано напрями застосування традиційного програмного забезпечення САПР. Окреслено перехід від ескізного проектування до віртуального. Здійснено обґрунтування різних просторів представлення та зазначається, що іммерсивні віртуальні середовища з використанням проектованої віртуальної реальності також використовувалися для візуалізації та/або маніпулювання концепціями внутрішнього простору, оскільки вони можуть збільшити відчуття присутності та забезпечити природний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс маніпулювання об'єктами. Підкреслено, що презентація елементів дизайну внутрішнього простору приміщення у віртуальному просторі слідує принципам орієнтованої на користувача методології проектування та оцінки для віртуальних середовищ. Методологія ґрунтується на наступних принципах: аналізу завдань користувача, специфікації віртуального середовища, дизайну інтерфейсу користувача та проектування системи. Охарактеризовано сценарії використання середовища дизайну інтер'єру віртуального середовища: команді професійних дизайнерів пропонується розробити та оформити внутрішній простір, невелику команду професійних дизайнерів просять прикрасити простір, наявне середовище перебудовується непрофесійними дизайнерами. Визначено основні завдання користувача, спрямовані на реалізацію процесу дизайну інтер'єру: будівництво та модифікація середовища, визначення вимог до дизайну, формування концепцій, удосконалення концепції, оцінка. Наголошено, що одним з найважливіших завдань у середовищі дизайну інтер'єру є вибір та трансформація об'єктів у навколишньому середовищі. Зазначено, що програмний додаток повинен дозволяти миттєвий вибір та упорядкування елементів у 3D, щоб полегшити швидке формування понять та бути використаним недосвідченими користувачами інтуїтивно зрозумілим способом.

Ключові слова: художньо-образні засоби, презентація, елемент, дизайн, внутрішній простір, приміщення, віртуальний простір.

Vladyslav KLIVAK,
orcid.org/0000-0002-6276-3025
Graduate student at the Department of Graphic Design
Kyiv National University of Culture and Arts
(Kyiv, Ukraine) vladklivak@gmail.com

ARTISTIC MEANS FOR THE PRESENTATION OF DESIGN ELEMENTS OF THE INTERIOR SPACE OF A ROOM IN A VIRTUAL SPACE

The article reveals the artistic and figurative means of presenting the design elements of the interior space of the room in cyberspace. Interior design is a process that involves collaboration between clients and designers, making decisions on style, form, content, furniture, etc. in accordance with design principles and customer's preferences. The concept of interior space design is defined and the principles of process formation are revealed. The directions of application of traditional CAD software are described. The transition from sketch to virtual design is outlined. Different presentation spaces have been substantiated and it is noted that immersive virtual environments using projected virtual reality have also been used to visualize and / or manipulate interior space concepts, as they can increase the sense of presence and provide a natural and intuitive interface for manipulating objects. It is emphasized that the presentation of interior design elements of the room in the virtual space follows the principles of user-oriented design and evaluation methodology for virtual environments. The methodology is based on the following principles: user task analysis, virtual environment specifications, user interface design and system design. Scenarios of using the interior design environment of the virtual environment are described: a team of professional designers is asked to design and decorate the interior, a small team of professional designers are asked to decorate the space, the existing environment is rebuilt by non-professional designers. The main tasks of the user, aimed at the implementation of the process of interior design: construction and modification

of the environment, the definition of design requirements, the formation of concepts, concept improvement, evaluation. It is emphasized that one of the most important tasks in the interior design environment is the selection and transformation of objects in the environment. It is stated that the software application should allow instant selection and arrangement of elements in 3D to facilitate the rapid formation of concepts and be used by inexperienced users in an intuitive way.

Key words: *artistic means, presentation, element, design, interior space, premises, virtual space.*

Постановка проблеми. Дизайн внутрішнього простору – це процес, який передбачає співпрацю між клієнтами та дизайнерами, прийняття рішень щодо стилю, форми, змісту, меблів тощо відповідно до принципів дизайну та уподобань клієнта. Дизайнери, які використовують тривимірне (3D) середовище, витрачають менше часу на синтез концепцій дизайну порівняно з традиційними процесами, такими як ескізи, оскільки вони можуть легко маніпулювати частинами дизайну та миттєво оцінювати концепцію. Таким чином, дизайн внутрішнього простору може отримати вигоду від розширених можливостей візуалізації та взаємодії, пропонуваніх віртуальною реальністю, шляхом розробки корисних інструментів для впровадження та оцінки концепцій у 3D.

Існує ряд підходів до проектування внутрішніх просторів у 3D в Інтернеті, але в більшості випадків програми розрізняють фазу проектування, яка є 2D-інтерактивним процесом побудови внутрішнього простору та розміщення меблів на плані поверху, а також фаза візуалізації / оцінки, яка є 3D-зображенням концепції. Таке використання двох різних зображень дозволяє дизайнеру миттєво спостерігати за його/її концепцією, одночасно перепроектуючи простір, і уповільнює процес проектування. Крім того, традиційне програмне забезпечення САПР не розраховане на це конкретне завдання, хоча воно вимагає особливих навичок та обладнання високого класу, тому його можуть використовувати переважно професіонали. Його використання може ускладнити співпрацю між клієнтом та дизайнером, оскільки останній не може активно брати участь у процесі розстановки меблів у 3D-середовищі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Чимало науковців підійшли до вивчення елементів дизайну у віртуальному просторі. Так, варто відзначити роботу О. С. Подволоцької та К. А. Ткачук (Подволоцька, Ткачук, 2021). Авторами розкрито принципи застосування віртуального простору у візуалізації проектних рішень дизайну середовища. С.-Р. О. Дудка (Дудка, 2019) представила роботу яка є першим комплексним багатоаспектним дослідженням ергодизайну у предметно-просторовому середовищі ресторанних закладів. Авторкою проаналізовано теоретичні передумови розвитку оптимізаційних

підходів в проектуванні закладів громадського харчування, а саме ресторанів. У роботі сформульовані основні властивості ергодизайнерського підходу, до яких сьогодні можливо віднести: інклюзивність, екологічність, оптимальність, компактність, функціональність. Особливості організації дизайн-об'єктів інформаційно-комунікативного середовища сучасного міста запропонував Ю. О. (Сосницький, 2019), Д. В. Борисенко (Борисенко, 2017) окреслив методіку використання комп'ютерного 3D проектування у навчанні майбутніх фахівців з дизайну. Автором розкрито принципи застосування 3D проектування, наведено особливості формування елементів 3D простору. Із зарубіжних авторів варто відзначити такі роботи як: Leisi, Chris Elvis & Sahli, Oliver (Leisi & Sahli, 2020), Ferdig, Richard & Freitas, Sara & Guynup, Steve (Guynup, 2014), Ettlinger, Or. (Ettlinger, 2007), Smith, Charity & Weigold, Ingrid & Carducci, Bernardo & Nave, Christopher & Mio, Jeffrey & Riggio, Ronald (Smith & Weigold, 2020), Shakarova, Inna (Shakarova, 2021), Hartwick, Peggy & Nowlan, Nuket (Hartwick & Nowlan, 2019), Burrell, Andrew (Burrell, 2021), Polyakov, Vladimir & Mezhenin, Aleksandr (Polyakov & Mezhenin, 2020), MacPherson, Deborah (MacPherson, 2021), He, Jingjing (He Jingjing, 2020) та інші. Проте, враховуючи описані наукові набутки, за темою, питання дослідження художньо-образних засобів презентації елементів дизайну внутрішнього простору приміщення у віртуальному просторі залишається відкритим та потребує детального опрацювання.

Постановка завдання. Розкрити художньо-образні засоби презентації елементів дизайну внутрішнього простору приміщення у віртуальному просторі.

Викладення основного матеріалу дослідження. Досягнення технології комп'ютерної графіки за останні 20 років призвели до переходу від процесу дизайну внутрішнього простору від традиційних концептуальних ескізів та креслень до використання спеціальних програмних середовищ для проектування у 3D. Останні пропонують дизайнерам значні переваги, оскільки дозволяють миттєво маніпулювати елементами внутрішнього простору та реалістично переглядати концепцію, тим самим прискорюючи оцінку

та удосконалення діяльності, які є необхідними у будь-якому процесі концептуального проектування. Крім того, використання реалістичних 3D-зображень для візуалізації концепцій дизайну інтер'єру полегшує спілкування між дизайнерами та клієнтами, оскільки останні отримують більш багате уявлення про остаточне оформлення порівняно з переглядом креслення з паперу. Існує ряд професійних застосувань для архітектурного та внутрішнього дизайну простору.

Іммерсивні віртуальні середовища з використанням проєктованої віртуальної реальності також використовувалися для візуалізації та/або маніпулювання концепціями внутрішнього простору, оскільки вони можуть збільшити відчуття присутності та забезпечити природний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс маніпулювання об'єктами.

Цікавою альтернативою віртуальному простору для дизайну інтер'єру є матеріальні інтерфейси, які дозволяють користувачам безпосередньо маніпулювати фізичними об'єктами та спостерігати за перетвореннями на відповідних віртуальних елементах у розширеному середовищі.

Захоплюючі та реалістичні інтерфейси можуть бути перспективними засобами взаємодії, але технології все ще недостатньо зрілі, щоб їх могли використовувати повсякденні користувачі у своїх будинках. Останні досягнення в області обчислювальної потужності та технології візуалізації в режимі реального часу дозволяють реалістичному інтерактивному 3D-середовищу працювати на домашніх комп'ютерах, таким чином, з'являються настільні програми віртуального простору, які можна використовувати як альтернативу. Крім того, 3D-технології для Всесвітньої павутини дозволили інтегрувати віртуальні середовища у веб-сторінки, що мають безліч переваг, наприклад, бути кроссплатформенними, бути доступними для будь-якого користувача, оновлювати їх вміст або функціональні можливості з віддаленого джерела, використовувати інші веб-технології тощо.

Презентація елементів дизайну внутрішнього простору приміщення у віртуальному просторі слідує принципам орієнтованої на користувача методології проєктування та оцінки для віртуальних середовищ.

Методологія ґрунтується на: 1. Аналіз завдань користувача: ідентифікація та опис потенційних завдань користувача у процесі відображення наявного середовища у віртуальному просторі та створення і модифікації концепцій дизайну.

2. Специфікація віртуального середовища: на основі визначених завдань віртуальне середовище визначається з точки зору змісту, уявлення та поведінки. 3. Дизайн інтерфейсу користувача: підтримка взаємодії користувача, тобто навігації, вибору об'єктів та маніпулювання ними, а також управління системою, на основі завдань користувача та вказівок щодо зручності використання для 3D-середовищ. 4. Проєктування системи: визначення технологій, компонентів програмного забезпечення та баз даних, які будуть частиною реалізованої програми.

1. Аналіз завдань користувача. Люди, які беруть участь у застосуванні дизайну інтер'єру, є як дизайнерами, так і клієнтами. Тому потенційні користувачі програми, яка підтримує цей процес, варіюються від професійних дизайнерів інтер'єрів до недосвідчених кінцевих користувачів. Вивчаючи вимоги дизайнерів та кінцевих користувачів, варто відокремити три можливі сценарії використання середовища дизайну інтер'єру віртуального середовища: 1. Команді професійних дизайнерів пропонується розробити та оформити внутрішній простір, напр. літак, конференц-центр, готель тощо. 2. Невелику команду професійних дизайнерів просять прикрасити квартиру. Через ітераційний процес, коли клієнти висловлюють свої вимоги, а дизайнери відповідають альтернативними концепціями, виходить кінцева концепція дизайну. 3. Наявне середовище перебудовується непрофесійними дизайнерами, наприклад, власниками установки. Кілька різних концепцій перевіряються, поки не буде отримано задовільне рішення.

Перший випадок вже підтримується професійним програмним забезпеченням, наприклад, програмами САПР зі спеціалізованими доповненнями, які надають складні інструменти професійним дизайнерам для переходу до детального проєктування внутрішнього середовища. Запропонована методологія спрямована на підтримку двох останніх сценаріїв, які також включають значне залучення кінцевих користувачів. Основні завдання користувача, спрямовані на реалізацію процесу дизайну інтер'єру: Будівництво та модифікація середовища: користувачі створюють модель існуючої квартири чи кімнати, зазвичай на основі плану поверху. Вони вставляють та змінюють такі елементи, як стіни, двері та вікна, щоб визначити навколишнє середовище. Визначення вимог до дизайну: користувачі визначають вимоги, на яких ґрунтуватиметься процес дизайну інтер'єру. Вони можуть включати існуючі вказівки (наприклад, принципи проєктування

або техніки безпеки) або визначати власні. Формування концепцій: користувачі переглядають меблі та елементи декору з бібліотек із категоріями, вибирають та вставляють їх у середовище. Вони випробовують різні концепції, переставляючи предмети всередині кімнат. Удосконалення концепції: користувачі вдосконалюють концепцію, додаючи деталей до навколишнього середовища та вносячи незначні зміни для покращення естетики та ергономіки внутрішнього простору. Оцінка: користувачі оцінюють запропоновану концепцію, спостерігаючи за внутрішнім простором з точки зору першої особи, випробовуючи різні точки зору та виконуючи покрокові інструкції. Описані вище завдання використовуються для визначення вимог до проектування віртуального середовища та взаємодії з користувачами.

2. Специфікація віртуального середовища. Більшість програм 3D-моделювання представляють одночасно декілька точок зору одного середовища. З іншого боку, ряд середовищ для дизайну внутрішнього простору дозволяє користувачам будувати внутрішній простір на плані поверху та використовувати 3D-зображення лише для візуалізації та покрокових інструкцій. Обидва підходи не цілком підходять для недосвідченого користувача, особливо на ранніх стадіях концептуального проектування, де не потрібно багато деталей. Навпаки, різні точки зору можуть розчарувати нового користувача та уповільнити його/її завдання, тоді як використання різних уявлень для інтерактивного аранжування та покрокового опису перешкоджає миттєвій оцінці нових концепцій і, можливо, призведе до постійного перемикання між цими двома режимами під час розробки їх концепції. Ефективна програма базується на інтегрованому віртуальному середовищі, в якому побудова, маніпуляції з об'єктами та навігація користувача можуть відбуватися одночасно. Цей підхід вимагає проектування 3D-взаємодії та візуалізації користувачів на всіх етапах побудови та маніпулювання внутрішнім простором, а також його елементами. Одним з найважливіших завдань у середовищі дизайну інтер'єру є вибір та трансформація об'єктів у навколишньому середовищі. Додаток повинен дозволяти миттєвий вибір та упорядкування елементів у 3D, щоб полегшити швидке формування понять та бути використаним недосвідченими користувачами інтуїтивно зрозумілим способом. З іншого боку, для більш детального проектування внутрішнього простору або вдосконалення концепції потрібні інструменти для точного масштабування, позиціонування та вирівнювання об'єктів.

Дотримуючись парадигми додатків для 3D-моделювання, середовище має підтримувати прямі маніпуляції в 3D, а також можливість змінювати значення геометричних властивостей та відношень елементів, наприклад положення, розмір, відстань від даної точки тощо. Що стосується ступеня реалізму у репрезентації, візуалізація середовища повинна бути максимально реалістичною, щоб посилити відчуття присутності користувача під час навігації всередині середовища та спостереження за контекстом. З іншого боку, середовище має працювати з прийнятною частотою кадрів під час навігації агента та взаємодії з вмістом. Тому для збереження реалізму без збільшення обчислювальних витрат на візуалізацію середовища слід використовувати загальні методи, такі як використання текстур та рівні деталізації. Виявлення зіткнень також є бажаною функцією, щоб запобігти користувачеві вказувати неможливі меблі, але ця функція має бути необов'язковою, оскільки може уповільнити завдання користувача спробувати нові концепції або змінити існуючі. Нарешті, усі об'єкти, які є частиною середовища дизайну інтер'єру, мають бути повністю визначені з точки зору їх властивостей та інтерактивності, що дозволяє здійснювати їх динамічні маніпуляції. У разі, якщо структурні елементи були представлені як пасивні об'єкти, які можна довільно трансформувати, користувачеві, по-перше буде потрібно, докласти багато зусиль, щоб спроектувати можливе середовище. Крім того, для моделювання простору навколишнього середовища потрібні оператори, які навіть можуть змінювати геометрію існуючих об'єктів у навколишньому середовищі, наприклад у разі встановлення вікна на стіні. Тому додаток повинен розрізняти різні класи елементів, оскільки їх очікувана поведінка змінюється, а їх відношення до навколишнього середовища створює кілька обмежень. Крім того, користувачі повинні мати можливість визначати певні вимоги до проектування, використовуючи правила, які включають певні класи та властивості, наприклад ширина коридору, відстань від стіни тощо. Заздалегідь визначена функціональність та семантика різних класів об'єктів у середовищі дозволить розробити інструменти, які полегшують спеціалізовані завдання користувача щодо вибору та розташування елементів під час формування нових концепцій.

3. Дизайн інтерфейсу користувача. Відповідно до специфікацій віртуального середовища, інтерфейс користувача розроблений таким чином, щоб підтримувати зручну та інтуїтивно зрозумілу взаємодію з користувачем. Осно-

вними взаємодіями у віртуальних середовищах є користувальницька навігація, вибір об'єктів та маніпулювання ними та управління системою. Щодо навігації користувача, то процес проектування внутрішнього простору та розташування елементів усередині нього може бути краще підтриманий екзоцентричним виглядом навколишнього середовища, що забезпечить глобальну візуалізацію сцени, її елементів та їх відносин. З іншого боку, краще розуміння та оцінка концепції досягається за допомогою навігації від першої особи, яка представить більш реалістичний аспект внутрішнього простору. Отже, віртуальне середовище повинне забезпечувати обидві точки зору, що може бути підтримано рядом відомих методів навігації. Під час процесу зміни існуючої сцени та розташування елементів користувачеві, можливо, доведеться спостерігати за навколишнім середовищем з різних точок зору, щоб краще зрозуміти 3D-структуру та взаємодіяти з підвищеною точністю. Щоб уникнути безперервних перемикань між навігацією та вибором об'єктів, а також маніпулюванням ними, середовище має забезпечувати засоби для миттєвої зміни точки зору під час будь-якого завдання взаємодії, без необхідності чітко вибирати її з системного інтерфейсу. Користувачі повинні мати можливість швидко вибирати та маніпулювати елементами середовища, оскільки процес моделювання внутрішнього простору та упорядкування об'єктів передбачає безперервне нанесення на них геометричних перетворень. Найпростіший та інтуїтивно зрозумілий метод вибору в 3D-середовищі настільних ПК – це натиснути на проєктовану геометрію об'єкта. Система повинна забезпечити візуальний зворотний зв'язок щодо вибраного елемента та операцій, доступних на той момент, за допомогою компонентів візуальної взаємодії. Крім того, з огляду на відмінності в поведінці різних класів об'єктів, середовище має також підтримувати маніпуляції на основі обмежених об'єктів для полегшення спеціалізованих завдань, наприклад групування та вирівнювання меблів, розташування елементів декору на стіні тощо.

4. Проектування системи. Середовище дизайну

інтер'єру – це додаток, який включає як клієнтів, так і дизайнерів, які можуть працювати над однією концепцією, можуть поділитися концепціями та ідеями тощо. Для задоволення цих та подібних потреб архітектура клієнт-сервер є кращою, оскільки вона може здійснити підтримку дистанційного обміну робочими або повними концепціями, до яких зацікавлені сторони мають доступ. Крім того, децентралізована архітектура дозволить користувачам попередньо переглядати та імпортувати меблі на вимогу, а дизайнерам – керувати та оновлювати вміст. Таким чином, середовище повинно бути підтримано базою даних на стороні сервера, яка може включати прототипи внутрішніх просторів, зразки концепцій, моделі меблів, відповідні інформаційні сторінки, палітри кольорів, текстури тощо, і ними керуватиме команда дизайнерів та, за бажанням, користувачі програми. На стороні клієнта користувачі, які взаємодіють із додатком, можуть переглядати віддалену базу даних, імпортувати вміст у середовище та зберігати свої концепції локально або на віддаленому сервері.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У роботі розкрито художньо-образні засоби презентації елементів дизайну внутрішнього простору приміщення у віртуальному просторі. Представлена методологія проектування та впровадження віртуальних середовищ для підтримки проектування та оцінки внутрішніх просторів. Настільна технологія віртуальної реальності була використана як засіб для створення реалістичних візуалізацій навколишнього середовища в режимі реального часу та дозволила користувачам формулювати та вдосконалювати свої концепції дизайну безпосередньо у 3D. Запропонована методологія наголошує на зручності використання навколишнього середовища, особливо для недосвідчених користувачів, і спрямована на підвищення продуктивності користувачів у процесі моделювання внутрішнього середовища, вибору меблів та елементів оздоблення, а також випробовування різних механізмів.

Перспективи подальших досліджень ґрунтуються на розробці інноваційних методів тримірної візуалізації при побудові віртуальної реальності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Подволоцька О. С., Ткачук К. А. Застосування віртуального простору у візуалізації проєктних рішень дизайну середовища. *Дизайн після епохи постмодерну: ідеї, теорія, практика*: матер. Всеукр. наук.-практ. конф., (м. Київ, 15 – 16 квітня 2021 р.); МОН України, Київ. нац. ун-т к-ри і мист; редкол.: Удріс-Бородавко Н., Болтенков А.. Київ : КНУКІМ, 2021. С. 67-70.
2. Дудка С.-Р. О. Ергономічні принципи організації інтер'єрних просторів ресторанних закладів : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата мистецтвознавства : 17.00.07; Міністерство освіти і науки України, Харківська державна академія дизайну і мистецтв. Львів, 2019. 322 с.
3. Сосницький Ю. О. Особливості організації дизайн-об'єктів інформаційно-комунікативного середовища сучасного міста (на прикладі м. Харків) : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата мистецтвознавства :

17.00.07; Міністерство освіти і науки України, Хмельницький національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова. Львів, 2019. 285 с.

4. Борисенко Д. В. Аналіз методик навчання комп'ютерного проектування фахівців з дизайну. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УІПА., 2017. № 54-55. С. 208-215.

5. Leisi C. E., & Sahli O. *Co-experiencing virtual spaces: A standalone multiuser virtual reality framework*. Zenodo. 2020. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4399217>

6. Guynup S. The design of virtual space: Lessons from videogame travel. In *Interdisciplinary Advancements in Gaming, Simulations and Virtual Environments*. IGI Global. 2014. P. 120–141. doi:10.4018/978-1-4666-0029-4.ch009

7. Ettliger O. In search of architecture in virtual space: an introduction to The Virtual Space Theory. *South African Journal of Art History*. 2007. Vol.22(1). P. 10-23.

8. Smith C. A., & Weigold I. K. Physical and virtual spaces. In *The Wiley Encyclopedia of Personality and Individual Differences* Wiley. 2020. p. 97–101. <https://doi.org/10.1002/9781119547167.ch86>

9. Shakarova I. *Interaction of virtual space and modern educational environment*. 2021. P. 1597-1605. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2021.05.02.202>.

10. Hartwick, P., & Nowlan, N. S. (2019). Integrating virtual spaces: Connecting affordances of 3D virtual learning environments to design for twenty-first century learning. In *Virtual Reality in Education* (pp. 124–150). IGI Global.

<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8179-6.ch006>.

11. Burrell A. Between the physical and the virtual: The present tense of virtual space. *Virtual Creativity*. 2021. Vol. 11(1). P. 91–109. https://doi.org/10.1386/vcr_00044_1.

12. Polyakov V., Mezhenin A. Procedural generation of virtual space. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* Springer International Publishing. 2020. P. 623–632. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50097-9_64.

13. MacPherson D. Perceiving design in virtual spaces. *Proceedings of the Fourth International Conference of Mathematics & Design, Special Edition of the Journal of Mathematics & Design*. 2021. Volume 4, No.1, pp. 271-281.

14. He Jingjing. Design of Form and Meaning of Traditional Culture in *Virtual Space*. 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60703-6_49.

REFERENCES

1. Podvolotskaya O.S., Tkachuk K.A. (2021). *Zastosuvannya virtualnoho prostoru u vizualizatsii proektnykh rishen dyzainu seredovyshcha* [Application of virtual space in the visualization of design solutions for environmental design]. Design after the postmodern era: ideas, theory, practice: mater. All-Ukrainian scientific-practical conf., (Kyiv, April 15-16, 2021); MES of Ukraine, Kyiv. nat. un-t to-ry and bridge; editor in chief: Udris-Borodavko N., Boltenkov A. Kyiv: KNUKiM, pp. 67-70. (in Ukrainian)

2. Dudka S.-R. O. (2019). *Erhodyzainerski pryntsyipy orhanizatsii interierynykh prostoriv restorannykh zakladiv* [Ergodesign principles of the organization of interior spaces of restaurant establishments] (PhD Thesis). Lviv: Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv State Academy of Design and Arts. (in Ukrainian)

3. Sosnitsky Y.O. (2019). Features of the organization of design objects of the information-communicative environment of the modern city (on an example of Kharkiv) (PhD Thesis). Lviv: Ministry of Education and Science of Ukraine, Khmelnytsky National University of Municipal Economy named after OM Beketov. (in Ukrainian)

4. Borisenko D.V. (2017). *Analiz metodyk navchannia kompiuternoho proektuvannia fakhivtsiv z dyzainu* [Analysis of methods of teaching computer design by design specialists]. Problems of engineering and pedagogical education. Kharkiv: UIPA, 54-55, pp. 208-215. (in Ukrainian)

5. Leisi, C. E., & Sahli, O. (2020). *Co-experiencing virtual spaces: A standalone multiuser virtual reality framework*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4399217>

6. Guynup, S. (2014). The design of virtual space: Lessons from videogame travel. In *Interdisciplinary Advancements in Gaming, Simulations and Virtual Environments* (pp. 120–141). IGI Global.

7. Ettliger, O. (2007). In search of architecture in virtual space: an introduction to The Virtual Space Theory. *South African Journal of Art History*, 22(1), 10-23.

8. Smith, C. A., & Weigold, I. K. (2020). Physical and virtual spaces. In *The Wiley Encyclopedia of Personality and Individual Differences* (pp. 97–101). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119547167.ch86>

9. Shakarova, Inna. (2021). *Interaction of virtual space and modern educational environment*. 1597-1605. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2021.05.02.202>.

10. Hartwick, P., & Nowlan, N. S. (2019). Integrating virtual spaces: Connecting affordances of 3D virtual learning environments to design for twenty-first century learning. In *Virtual Reality in Education* (pp. 124–150). IGI Global.

11. Burrell, A. (2021). Between the physical and the virtual: The present tense of virtual space. *Virtual Creativity*, 11(1), 91–109.

12. Polyakov, V., & Mezhenin, A. (2020). Procedural generation of virtual space. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (pp. 623–632). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50097-9_64.

13. MacPherson Deborah. Perceiving design in virtual spaces. *Proceedings of the Fourth International Conference of Mathematics & Design, Special Edition of the Journal of Mathematics & Design*, (2021). 4(1), 271-281.

14. He, Jingjing. (2020). Design of Form and Meaning of Traditional Culture in *Virtual Space*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60703-6_49.