

**Історія**

**УДК 94:004.9:72.025.4**

**DOI** <https://doi.org/10.5281/zenodo.20394555>

**Роль цифрових технологій у збереженні зруйнованої архітектурної  
спадщини**

**Петрова Наталія Олександрівна,**

кандидат історичних наук, доцент, доцент кафедри археології, етнології та  
всесвітньої історії, Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
м. Одеса, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-9536-4357>

**Марченко Світлана Давидівна,**

кандидат історичних наук, доцент, доцент кафедри суспільних наук,  
Поліський національний університет, м. Житомир, Україна,  
<https://orcid.org/0000-0002-3662-9826>

**Стефанюк Галина Василівна,**

кандидат історичних наук, доцент, доцент кафедри історії Центральної та  
Східної Європи і спеціальних галузей історичної науки,  
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
м. Івано-Франківськ, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-4143-9146>

**Прийнято: 10.05.2026 | Опубліковано: 26.05.2026**

***Анотація:** У статті досліджено роль цифрових технологій у процесі  
реконструкції зруйнованих пам'яток архітектури як важливого інструменту*



збереження культурної спадщини. Особливу увагу приділено сучасним методам цифрового моделювання, 3D-скануванню, фотограмметрії, а також технологіям віртуальної та доповненої реальності, що забезпечують високоточне відтворення втрачених або пошкоджених об'єктів. Метою статті є визначення ролі цифрових технологій у реконструкції зруйнованих архітектурних пам'яток та їх значення для збереження культурної спадщини й післявоєнної відбудови України. У дослідженні застосовано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, зокрема аналіз і синтез джерел, що дало змогу узагальнити сучасні підходи до цифрової реставрації та збереження культурної спадщини; порівняльний аналіз використано для зіставлення традиційних методів реставрації з сучасними цифровими підходами; кейс-стаді – для дослідження конкретних прикладів реконструкції зруйнованих пам'яток архітектури з використанням цифрових технологій; цифрове моделювання передбачало створення віртуальних реконструкцій на основі архівних матеріалів і результатів сканування, а візуалізація – представлення їх у вигляді 3D-моделей та інтерактивних форматів; системний підхід забезпечив комплексне осмислення процесів цифрової реставрації як взаємопов'язаної сукупності технологічних і культурно-історичних компонентів. У результаті дослідження встановлено, що цифрові технології відіграють важливу роль у процесах збереження та відтворення зруйнованих пам'яток архітектури, особливо в умовах воєнних руйнувань і природних катастроф. Доведено ефективність застосування технологій 3D-сканування та фотограмметрії, які дозволяють створювати високоточні цифрові копії архітектурних об'єктів. Встановлено, що використання інформаційного моделювання будівель (BIM-технологій) сприяє системному підходу до реконструкції. У висновках зазначено, що цифрові технології сьогодні відіграють важливу роль у збереженні та відновленні культурної



спадщини, особливо у випадках її часткового або повного знищення. Використання 3D-сканування, фотограмметрії, BIM-моделювання та VR/AR дає змогу точно фіксувати та відтворювати пам'ятки, створюючи віртуальні моделі для науки, освіти й туризму. Такі методи формують цифровий архів культурної спадщини та потребують міждисциплінарної співпраці й підтримки, забезпечуючи її збереження для майбутніх поколінь.

**Ключові слова:** цифрове моделювання, віртуальна реконструкція, 3D-сканування, архітектурна візуалізація, цифрові архіви, відновлення історичних об'єктів, цифрові музейні практики.

## **The Role of Digital Technologies in Preserving Ruined Architectural Heritage**

**Nataliia Petrova,**

PhD in History, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Archaeology, Ethnology and World History, Odesa I. I. Mechnikov National University, Odesa, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-9536-4357>

**Svitlana Marchenko,**

Candidate of Historical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Social Sciences,  
Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine,  
<https://orcid.org/0000-0002-3662-9826>

**Galyna Stefanyuk,**

Candidate of Historical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of History of Central and Eastern Europe and Special Branches of Historical Science, Vasyl Stefanyk Carpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-4143-9146>



**Abstract:** *The article explores the role of digital technologies in the reconstruction of destroyed architectural monuments as a vital tool for cultural heritage preservation. Particular attention is paid to modern methods of digital modeling, 3D scanning, and photogrammetry, as well as virtual and augmented reality technologies that ensure high-precision reproduction of lost or damaged objects. The purpose of the article is to define the role of digital technologies in the reconstruction of destroyed architectural landmarks and their significance for the preservation of cultural heritage and the post-war recovery of Ukraine. The study employs a complex of general scientific and specialized methods, including the analysis and synthesis of sources, which allowed for the generalization of modern approaches to digital restoration and cultural heritage preservation; comparative analysis was used to contrast traditional restoration methods with modern digital approaches; case studies were utilized to examine specific examples of reconstructing destroyed architectural monuments using digital technologies; digital modeling involved creating virtual reconstructions based on archival materials and scanning results, while visualization focused on presenting them as 3D models and interactive formats; a systems approach ensured a comprehensive understanding of digital restoration processes as an interconnected set of technological and cultural-historical components. The results of the study establish that digital technologies play a crucial role in the preservation and reproduction of destroyed architectural monuments, especially in the context of wartime destruction and natural disasters. The effectiveness of 3D scanning and photogrammetry technologies, which enable the creation of high-precision digital copies of architectural objects, is proven. It is established that the use of Building Information Modeling (BIM technologies) facilitates a systemic approach to reconstruction. The conclusions state that digital technologies currently play a significant role in the preservation and restoration of cultural heritage, particularly in cases of partial or*

*complete destruction. The use of 3D scanning, photogrammetry, BIM modeling, and VR/AR allows for the accurate recording and reproduction of monuments, creating virtual models for science, education, and tourism. Such methods form a digital archive of cultural heritage and require multidisciplinary cooperation and support, ensuring its preservation for future generations.*

**Keywords:** *digital modeling, virtual reconstruction, 3D scanning, architectural visualization, digital archives, restoration of historic sites, digital museum practices.*

**Постановка проблеми.** Сучасні збройні конфлікти, природні катастрофи, інтенсивна урбанізація та недостатній рівень ефективного управління охороною історико-культурного середовища зумовлюють суттєві втрати об'єктів культурної спадщини, передусім пам'яток архітектури, руйнування яких призводить не лише до фізичної деструкції матеріальних структур, але й до незворотної втрати унікальних носіїв історичної пам'яті, культурної ідентичності та механізмів міжпоколінної культурної трансмісії.

Традиційні реставраційно-відновлювальні практики характеризуються високою ресурсомісткістю, тривалістю реалізації та методологічними обмеженнями, зумовленими дефіцитом повної архівно-документальної бази щодо первісного стану об'єктів, що ускладнює забезпечення автентичності реконструкції. У цьому контексті особливого науково-прикладного значення набуває впровадження цифрових технологій просторового моделювання та реконструкції, зокрема лазерного 3D-сканування, фотограмметричних методів, інформаційного моделювання будівель та алгоритмів штучного інтелекту, які забезпечують високоточне відтворення геометрії та морфології втрачених об'єктів на основі архівних фотоматеріалів, хмар точок і фрагментарних натурних залишків.



Водночас їх практична імплементація супроводжується низкою методологічних та інституційних проблем, зокрема відсутністю стандартизованих протоколів цифрової реконструкції, неоднорідністю та неповнотою вхідних даних, недостатньою інтеграцією цифрових моделей у реставраційне проєктування, а також складністю верифікації ступеня автентичності реконструйованих об'єктів. З огляду на це, актуалізується необхідність розроблення науково обґрунтованих підходів до застосування цифрових технологій у процесах реконструкції зруйнованої архітектурної спадщини як комплексного інструменту збереження культурної спадщини, що поєднує принципи геометричної точності, історико-культурної достовірності та функціональної придатності цифрових моделей для подальшого використання в реставраційній практиці й культурно-освітніх комунікаціях.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У сучасних наукових дослідженнях питання цифрової реконструкції зруйнованих пам'яток архітектури розглядається в контексті розвитку цифрової гуманітаристики, BIM-технологій (англ. Building Information Modeling), 3D-сканування та фотограмметрії. Значна частина робіт присвячена інтеграції цифрових інструментів у процес збереження культурної спадщини, що дозволяє не лише фіксувати стан об'єктів, але й моделювати їх історичні реконструкції. Зокрема, Л. Іванова, С. Ботвіновська, О. Левченко та Р. Косаревська акцентують на визначенні напрямів удосконалення архітектурно-будівельної освіти в контексті впровадження BIM-технологій для об'єктів культурної спадщини. Автори підкреслюють, що цифрові технології, які застосовуються у сфері збереження історичних пам'яток, мають специфічні особливості та потребують окремого підходу, що дозволяє розглядати їх як самостійний напрям інформаційного моделювання [1]. Вплив російської агресії на українську культурну спадщину аналізують О. Бабушко та С. Стельникович,



пропонуючи підходи до її збереження, цифрової реконструкції й післявоєнного відновлення з урахуванням міжнародного досвіду [2].

У контексті цифрової реконструкції зруйнованих пам'яток архітектури О. Рішняк досліджує способи захисту культурної спадщини України, спираючись на міжнародний досвід і наголошуючи на особливій актуальності та необхідності системних рішень в умовах російсько-української війни [3].

Науковці І. Ковтун, О. Луган, А. Гусєва підкреслюють, що впровадження STEM-технологій і сучасних цифрових рішень у сфері культурної спадщини забезпечує її ефективне збереження, цифрову фіксацію та відтворення, формуючи довготривалий «цифровий захист» і нові освітньо-наукові можливості [4].

Використання технологій доповненої реальності для відтворення зруйнованих архітектурних об'єктів шляхом інтеграції їхніх 3D-моделей у реальний простір із метою реконструкції історичного вигляду пам'яток розглядають Г. Бондар та Н. Житеньова [5].

Науковець А. Мороз підкреслює, що доповнена реальність є ефективним інструментом в архітектурі для візуалізації, проєктування та відновлення об'єктів культурної спадщини на всіх етапах роботи — від концепції до реалізації [6].

На важливості поєднання UAV-фотограмметрії та LiDAR-сканування, що дозволяє створювати високоточні цифрові архіви пам'яток, які можуть бути використані для їх подальшої реставрації або віртуальної реконструкції, наголошує О. Гончерюк [7]. Аналогічно М. Муаддіб та співавтори (M. Mouaddib et al.) розглядають технологію HBIM (англ. Heritage Building Information Modeling) як важливий інструмент інтеграції історичних даних, архітектурних моделей та матеріальних характеристик об'єктів культурної спадщини [8]. Документування пошкоджених або частково зруйнованих



історичних будівель за допомогою цифрових інструментів та створення зображень реконструкції за допомогою ШІ досліджують І. Кутлу (İ. Kutlu), Д. Шімшек (D. Şimşek) [9].

Науковці С. Даншина, С. Андреев наголошують, що BIM-технології забезпечують не лише візуалізацію втрачених об'єктів, але й дозволяють відтворювати їхню конструктивну логіку, матеріальність та етапи історичних трансформацій. Це робить їх важливим інструментом для наукової реставрації та музейної репрезентації [10].

Таким чином, аналіз останніх досліджень свідчить про формування міждисциплінарного підходу до цифрової реконструкції архітектурної спадщини, який поєднує методи інженерії, інформатики, історії архітектури та культурології. Це відкриває нові можливості для збереження пам'яток архітектури в умовах їх фізичного пошкодження, руйнування або втрати.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Попри стрімкий розвиток цифрових технологій у сфері охорони культурної спадщини, проблема реконструкції зруйнованих пам'яток архітектури залишається недостатньо розробленою в низці концептуальних і прикладних аспектів. Сучасний науковий дискурс здебільшого зосереджується на дослідженні технічного потенціалу 3D-моделювання, лазерного сканування, фотограмметрії, технологій віртуальної та доповненої реальності (далі – VR/AR), тоді як питання комплексного використання зазначених інструментів для відтворення повністю або частково втрачених архітектурних об'єктів потребує подальшого наукового осмислення.

Недостатньо вивченими залишаються підходи до інтеграції архівних джерел, історичних креслень, фотоматеріалів і результатів цифрового сканування в єдине інформаційне середовище реконструкції пам'яток архітектури. Особливої актуальності набуває проблема забезпечення



достовірності цифрового відтворення у випадках значної втрати автентичних елементів об'єкта культурної спадщини. Водночас у науковій літературі відсутні уніфіковані критерії оцінювання точності, верифікації та наукової обґрунтованості цифрових реконструкцій.

Окремий напрям досліджень пов'язаний із розглядом цифрової реконструкції не лише як засобу візуалізації архітектурних об'єктів, а і як інструменту довготривалого збереження культурної пам'яті, популяризації історико-архітектурної спадщини та підтримки процесів післявоєнного відновлення. Зазначене питання набуває особливої значущості в українському контексті, оскільки внаслідок воєнних дій значна кількість пам'яток архітектури зазнала пошкоджень або повного руйнування.

Таким чином, актуальними залишаються дослідження, спрямовані на розроблення ефективних методик цифрової реконструкції зруйнованих пам'яток архітектури, визначення критеріїв автентичності та наукової достовірності цифрових моделей, а також формування практичних механізмів застосування цифрових технологій у процесах збереження, документування та відновлення культурної спадщини, що й зумовлює необхідність подальшого наукового обґрунтування підходів до цифрового відтворення об'єктів культурної спадщини в умовах сучасних викликів.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою статті є визначення ролі цифрових технологій у відтворенні зруйнованих архітектурних пам'яток та їх значення для збереження культурної спадщини та післявоєнної відбудови України.

Для забезпечення реалізації поставленої мети сформульовано такі завдання:

1) проаналізувати сучасні цифрові технології, що застосовуються для реконструкції зруйнованих пам'яток архітектури;



2) дослідити можливості 3D-модельовання, лазерного сканування, фотограмметрії та віртуальної реальності у сфері збереження культурної спадщини;

3) визначити роль цифрової реконструкції у відновленні історичної пам'яті та популяризації архітектурної спадщини.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У сучасному гуманітарному дискурсі цифрові технології постають не лише як технічний засіб фіксації чи реконструкції архітектурних об'єктів, а і як важливий інструмент збереження культурної пам'яті та репрезентації історичного досвіду суспільства. В умовах воєнних конфліктів, природних катастроф, урбанізаційних трансформацій і поступової руйнації історичного середовища проблема втрати архітектурної спадщини набуває не лише матеріального, а й культурологічного виміру. У цьому контексті цифрові методи реконструкції стають засобом відновлення символічного зв'язку між минулим і сучасністю, забезпечуючи збереження культурної ідентичності та історичної тяглості.

Поняття цифрової реконструкції культурної спадщини охоплює процес створення цифрових моделей, візуалізацій та інтерактивних середовищ, що відтворюють історичні об'єкти, архітектурні пам'ятки або культурні ландшафти на основі наукових даних, архівних матеріалів і сучасних технологій. Цифрова реконструкція є не лише способом візуального представлення втрачених або пошкоджених об'єктів, а й інструментом дослідження, документування та довготривалого збереження культурної спадщини [11].

Принципи цифрового збереження культурної спадщини базуються на забезпеченні точності, наукової обґрунтованості, довготривалого зберігання цифрових даних, відкритості доступу та можливості повторного використання інформації. Важливим аспектом є фіксація стану пам'ятки в різні часові



періоди, що дозволяє відстежувати зміни та планувати реставраційні втручання. Цифрові технології також сприяють створенню резервних копій культурних об'єктів у випадках воєнних руйнувань, природних катастроф або фізичного знищення пам'яток.

Особливого значення в цифровій реконструкції набувають концепції автентичності та історичної достовірності. Автентичність передбачає збереження історичної цінності об'єкта, його матеріальної, просторової та культурної ідентичності, тоді як історична достовірність вимагає використання перевірених джерел, архівних документів, креслень, фотографій та результатів наукових досліджень під час створення цифрових моделей. У цифровому середовищі важливо розмежовувати фактично підтверджені елементи реконструкції та гіпотетичні доповнення, щоб уникнути викривлення історичного контексту [12, с. 915].

Співвідношення фізичної реставрації та цифрового відтворення полягає в тому, що цифрові технології не замінюють традиційної реставрації, а доповнюють її. Цифрові моделі можуть використовуватись для попереднього аналізу стану пам'ятки, планування реставраційних робіт, тестування різних сценаріїв відновлення та документування змін. Водночас цифрове відтворення дає можливість демонструвати втрачені елементи без втручання у фізичну структуру пам'ятки, що особливо важливо для об'єктів із високим рівнем історичної цінності. Таким чином, поєднання фізичної реставрації та цифрової реконструкції формує комплексний підхід до збереження культурної спадщини.

Одним із найпоширеніших інструментів цифрової реконструкції є 3D-сканування, яке за допомогою лазерного сканування та фотограмметрії створює точні цифрові моделі архітектурних пам'яток. Такі моделі зберігають не лише фізичну форму об'єкта, а і його історико-культурну цінність, особливо у випадках часткового чи повного знищення пам'яток.

Важливу роль у відтворенні культурної спадщини відіграє фотограмметрія, що дозволяє реконструювати історичний вигляд споруд на основі архівних і сучасних фотографій. BIM-технології забезпечують комплексне цифрове моделювання пам'яток, інтегруючи дані про конструкцію, матеріали та реставраційні втручання [10, с. 141].

Технології віртуальної та доповненої реальності створюють нові форми взаємодії з культурною спадщиною завдяки VR-турам, цифровим експозиціям і візуалізації втрачених елементів архітектури. Водночас геоінформаційні системи (далі – GIS) забезпечують можливість аналізу історичного середовища та розроблення стратегій збереження культурних територій. При цьому штучний інтелект і машинне навчання дають змогу аналізувати архівні матеріали, автоматично відновлювати пошкоджені фрагменти та прогнозувати структуру втрачених елементів, сприяючи збереженню автентичності культурної спадщини.

Важливими є практичні приклади цифрової реконструкції пам'яток як в Україні, так і за кордоном. В Україні особливого значення цифрове документування культурної спадщини набуло в умовах повномасштабної війни. Після руйнування або пошкодження історичних об'єктів у Маріуполі, Харкові, Чернігові, Ізюмі та інших містах активно здійснюється 3D-фіксація архітектурних пам'яток за допомогою фотограмметрії, лазерного сканування та аерозйомки. Зокрема, цифрові моделі створюються для пошкоджених храмів, історичних будівель та музеїв з метою їх майбутнього відновлення й архівного збереження. Прикладом є проекти цифрової документації зруйнованих об'єктів у Маріуполі, де фахівці формують цифрові архіви міського середовища для збереження культурної пам'яті та планування реконструкції [13; 14].



Одним із найбільш відомих міжнародних прикладів є реконструкція Собору Паризької Богоматері після пожежі 2019 року. Ще до руйнування пам'ятка була детально відсканована за допомогою лазерних технологій, що дозволило створити надзвичайно точну цифрову модель собору. Ці дані стали основою для аналізу пошкоджень і планування реставраційних робіт, забезпечуючи максимальну історичну достовірність відновлення [8].

Іншим прикладом є цифрова реконструкція історичного міста Пальміра, значна частина якого була знищена під час воєнних дій у Сирії. Міжнародні організації та дослідницькі центри використовували архівні фотографії, супутникові дані та 3D-моделювання для створення цифрових копій античних споруд [15]. Подібні ініціативи дозволяють не лише зберегти інформацію про втрачені пам'ятки, а й використовувати цифрові моделі для освітніх та наукових цілей.

Важливим напрямом розвитку цифрової спадщини є створення цифрових музеїв і віртуальних експозицій. Такі проєкти дають можливість забезпечити доступ до культурних цінностей незалежно від фізичного місця перебування користувача. Віртуальні музеї поєднують 3D-моделі експонатів, інтерактивні тури, мультимедійні матеріали та елементи доповненої реальності. Прикладами реалізації цифрових музеїв є віртуальні експозиції Лувру та Британського музею, що забезпечують онлайн-доступ до колекцій через цифрові платформи (Louvre; British Museum; Google Arts & Culture). В Україні розвиток цифрових музейних практик представлений, зокрема, віртуальними турами Музею війни та іншими онлайн-ініціативами, що набули особливої актуальності в умовах воєнного стану.

Таким чином, цифрова реконструкція культурної спадщини стає не лише інструментом збереження пам'яток, а й важливим засобом відновлення



історичної пам'яті, популяризації культури та забезпечення доступу до культурних цінностей для майбутніх поколінь.

Сучасні цифрові технології дедалі активніше інтегруються у сферу збереження та репрезентації культурної спадщини, формуючи нові підходи до осмислення історико-культурного простору в умовах глобальних трансформацій. У контексті культурологічного дискурсу цифровізація пам'яткоохоронної діяльності постає не лише як технічний інструмент фіксації чи реконструкції, а і як спосіб конструювання культурної пам'яті, збереження символічних смислів та трансляції історичного досвіду наступним поколінням. Особливої актуальності ці процеси набувають у ситуаціях воєнних конфліктів, природних катастроф або поступового руйнування архітектурних пам'яток під впливом часу.

Одним із провідних напрямів цифрової гуманітаристики є 3D-моделювання, яке дає змогу створювати віртуальні реконструкції архітектурних об'єктів на основі креслень, архівів, фотографій і просторового сканування. Такі моделі виконують не лише реставраційну, а й інтерпретаційну функцію, відтворюючи культурний контекст, естетику та історичну автентичність пам'яток. Вони стають важливими елементами цифрових архівів, наукових досліджень і музейної комунікації.

Важливу роль відіграє лазерне сканування, яке забезпечує високоточне документування архітектурних об'єктів через створення деталізованих хмар точок. Це дозволяє зберігати цифровий просторовий образ пам'ятки навіть у разі її фізичного руйнування, виконуючи функцію «цифрової консервації пам'яті». Особливого значення ця технологія набула в умовах війни та загрози знищення культурної спадщини. В Україні лазерне сканування активно застосовується для документування пошкоджених пам'яток у Харкові, Чернігові, Маріуполі та інших містах. Зокрема, цифрова фіксація зруйнованих



історичних будівель дає можливість не лише створити архів їхнього стану, а й підготувати основу для майбутньої реставрації та наукового аналізу [16, с. 56].

Значне місце у цифровій реконструкції посідає фотограмметрія – метод створення 3D-моделей на основі фотографій. Її доступність і мобільність роблять технологію ефективною для фіксації пошкоджених об'єктів культурної спадщини та сприяють залученню ширших суспільних спільнот до процесів збереження історичної пам'яті. Саме фотограмметрія використовувалася для цифрової реконструкції окремих українських церков, історичних будівель і музейних експонатів, що постраждали внаслідок російської агресії [17]. Аналогічні практики застосовувалися й за кордоном, зокрема під час документування зруйнованих пам'яток у Сирії та Іраку після воєнних конфліктів [18, с. 320–321].

Технології VR трансформують взаємодію суспільства з культурною спадщиною, створюючи імерсивний досвід сприйняття історичних просторів. VR розширює можливості музейної педагогіки, популяризації культурного надбання та переосмислення втраченої спадщини, перетворюючи цифрову реконструкцію на простір діалогу між минулим і сучасністю. Порівняльний аналіз цифрової реконструкції пам'яток наведено в таблиці 1.

**Таблиця 1**

*Порівняльний аналіз цифрової реконструкції пам'яток*

| Об'єкт / проєкт            | Країна  | Технології                         | Мета реконструкції               | Значення                                                    |
|----------------------------|---------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Собор Паризької Богоматері | Франція | Лазерне сканування, 3D-моделювання | Відновлення після пожежі 2019 р. | Точна реставрація та збереження архітектурної автентичності |

| Об'єкт / проєкт                  | Країна       | Технології                          | Мета реконструкції                                 | Значення                                       |
|----------------------------------|--------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Пальміра                         | Сирія        | Фотограмметрія, 3D-реконструкція    | Документування зруйнованої спадщини                | Збереження пам'яті про знищені античні об'єкти |
| Маріупольський драматичний театр | Україна      | 3D-сканування, цифрові архіви       | Фіксація руйнувань унаслідок війни                 | Архівування злочинів проти культурної спадщини |
| Спасо-Преображенський собор      | Україна      | Лазерне сканування, VR-візуалізація | Підготовка до реставрації після обстрілів пам'ятки | Цифрове збереження та популяризація пам'ятки   |
| Цифрові музеї та VR-експозиції   | Різні країни | VR, інтерактивні 3D-середовища      | Освітня та музейна комунікація                     | Імерсивне занурення в культурну спадщину       |

Джерело розроблено авторами на основі [19, с. 65]

Варто зазначити, що цифрова реконструкція пам'яток виходить за межі технічного відтворення архітектурних форм і стає важливим інструментом культурної пам'яті, документування втрат та осмислення історичного досвіду. У контексті воєнних руйнувань цифрові технології не лише сприяють збереженню культурної спадщини, а й формують нові способи взаємодії суспільства з минулим через цифрові архіви, VR-середовища та інтерактивні музеї.

Отже, використання цифрових технологій у сфері охорони культурної спадщини відображає становлення нової дослідницької та практичної парадигми, у межах якої інтегруються технічні інновації, науковий аналіз і



культурна інтерпретація. 3D-моделювання, лазерне сканування, фотограмметрія та технології VR забезпечують не лише документування й відтворення архітектурних пам'яток, а й сприяють їх осмисленню як складника динамічної системи колективної пам'яті та культурної ідентичності в умовах цифрової трансформації.

У сучасному культурологічному дискурсі цифрова реконструкція постає як важливий інструмент репрезентації та інтерпретації історико-культурної спадщини, особливо у випадках часткової або повної втрати об'єктів, коли традиційні методи фіксації виявляються недостатніми для повного відтворення історичного контексту. Застосування сучасних технологій, зокрема 3D-сканування, фотограмметрії, інформаційного моделювання будівель і методів віртуального моделювання, забезпечує високий рівень просторової та візуальної достовірності реконструкцій, що дає змогу відтворювати як морфологічні характеристики об'єктів, так і їхнє культурно-історичне значення.

У контексті відновлення історичної пам'яті цифрова реконструкція виконує функцію посередника між минулим і сучасністю, актуалізуючи культурні смисли матеріальної спадщини та забезпечуючи їх інтеграцію в сучасний комунікативний простір. Вона є інструментом репрезентації колективної пам'яті, що відіграє важливу роль у формуванні культурної самосвідомості та національної ідентичності. В українських умовах ця функція набуває особливої значущості внаслідок руйнування архітектурних об'єктів у результаті воєнних дій.

У контексті популяризації культурної спадщини цифрові реконструкції забезпечують її доступність для широкої аудиторії поза межами фізичного простору її локалізації. Інтеграція таких моделей у музейні експозиції, освітні платформи, віртуальні тури та цифрові архіви сприяє розширенню

комунікативного потенціалу культурної спадщини та підвищенню суспільного інтересу до історико-культурних об'єктів [20, с. 74].

Отже, цифрова реконструкція функціонує не лише як технологічний інструмент відновлення втрачених об'єктів, але і як частина сучасної культурної комунікації, що забезпечує безперервність діалогу між історичним минулим і цифровою сучасністю.

**Висновки.** У межах проведеного дослідження встановлено, що сучасні цифрові технології, зокрема 3D-моделювання, лазерне сканування, фотограмметрія, а також VR/AR-рішення, набувають системоутворювального значення у процесах реконструкції зруйнованих пам'яток архітектури та збереження культурної спадщини. Їх застосування забезпечує високоточну фіксацію морфологічних та просторових характеристик об'єктів, відтворення їхньої первісної конфігурації, а також створення цифрових репрезентацій, що функціонують як у науково-дослідному полі, так і в практиках реставраційно-відновлювальної діяльності.

Аналіз засвідчує, що інструментарій тривимірного моделювання та цифрової візуалізації суттєво трансформує методологію документування й реставрації архітектурних пам'яток, особливо тих, що зазнали часткового або повного руйнування внаслідок воєнних конфліктів. У цьому контексті цифрові технології виконують не лише функцію технічного відтворення матеріальної форми об'єктів, а й забезпечують збереження їхньої історико-культурної автентичності та символічної значущості.

З'ясовано, що соціокультурний вимір цифрової реконструкції виявляється у відновленні колективної історичної пам'яті, актуалізації культурної спадщини та формуванні суспільного усвідомлення її значущості. Такі практики сприяють також інтернаціоналізації культурного дискурсу,

забезпечуючи репрезентацію української спадщини в глобальному культурному просторі.

У контексті післявоєнної відбудови України застосування зазначених технологій набуває стратегічного значення, оскільки дозволяє інтегрувати науково обґрунтовані підходи до реконструкції втраченої спадщини з сучасними моделями просторового планування та реставраційної політики.

Отже, цифрові технології реконструкції постають не лише як інструментарій відновлення зруйнованих архітектурних об'єктів, але і як вагомий чинник збереження культурної ідентичності, що формує концептуальні засади сталого розвитку архітектурно-культурного середовища України. Подальші дослідження мають бути спрямовані на інтеграцію технологічних, історико-культурних і методологічних підходів для формування комплексної системи цифрового збереження архітектурної спадщини.

### Список використаних джерел

1. Іванова Л., Ботвіновська С., Левченко О., Косаревська Р. Використання технології Heritage Building Information Modelling у підготовці фахівців для роботи з пам'ятками архітектури. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2025. Т. 106, № 2. С. 35–57. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v106i2.5896>.
2. Бабушко О. В., Стельникович С. В. Збереження та відновлення об'єктів культурної спадщини України в умовах російської військової агресії. *Актуальні питання у сучасній науці*. 2025. № 9(39). С. 815–826. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2025-9\(39\)-815-826](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2025-9(39)-815-826)
3. Рішняк О. Культурна спадщина у воєнному конфлікті: міжнародний досвід другої половини XX – початку XXI ст. та українська

дійсність. *Український історичний журнал*. 2022. № 4. С. 159–173. DOI: <https://doi.org/10.15407/uhj2022.04.159>.

4. Ковтун І., Луган О., Гусева А. Діджиталізація культурної спадщини за допомогою stem-технологій – спосіб поєднання освіти з технологіями та історико-культурними надбаннями України. *Сучасні трансформації педагогічної освіти: проблеми теорії і практики: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Запоріжжя, 29-30 січня 2026 р.). Запоріжжя, 2026. С. 394–399. DOI: <http://doi.org/10.33842/conf.stpo.2026>

5. Бондар Г., Житеньова Н. Реконструкція пам'ятників архітектури Харківщини засобами доповненої реальності. *Professional Art Education*. 2023. Т. 4 № 2. С. 6–12. DOI: <https://doi.org/10.34142/27091805.2023.4.02.01>

6. Мороз А. Вплив продукції графічного дизайну на відновлення понівечених культурних осередків України. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2025. Вип. 86, Т. 2. С. 141–150. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/86-2-22>

7. Гончерюк О. Теоретичні аспекти наземного цифрового фотограмметричного знімання для моніторингу пам'яток архітектури в умовах війни. *Просторовий розвиток*. 2024. Вип. 10. С. 441–457. DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.441-457>

8. Mouaddib M., Pamart A., Pierrot-Deseilligny M., Girardeau-Montaut D. 2D/3D data fusion for the comparative analysis of the vaults of Notre-Dame de Paris before and after the fire. *Journal of Cultural Heritage*. 2024. Vol. 65. P. 221–231. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207423001073> (дата звернення: 10.03.2026).

9. Kutlu İ., Şimşek D. Artificial intelligence (AI) assisted digital reconstruction of historical buildings. *4th International Civil Engineering and*



*Architecture conference* (17–19 May 2025). Trabzon, 2025. DOI: [https://doi.org/10.31462/icearc2025\\_a\\_car\\_860](https://doi.org/10.31462/icearc2025_a_car_860)

10. Даншина С., Андреев С. Дистанційні дані в процесі реставрації пам'яток архітектури. *Управління розвитком складних систем*. 2024. № 59. С. 138–147. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.138-147>

11. Pedersen M., Hognestad H. M., Helle R. R., Jelle B. P., The Challenge of Rehabilitating Relocated Listed Heritage Buildings: Requirements and Opportunities. *Energy and Buildings*. 2023. Vol. 303. Article 113577. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113577>.

12. Zhaldak M. Innovative concepts for designing commercial spaces: functionality, adaptability and aesthetics. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*. 2025. Vol. 13, № 4. P. 911–924. DOI: <https://doi.org/10.21533/pen.v13.i4.632>.

13. Save Mariupol Heritage project: вебсайт. URL: <https://docs.skeiron.com.ua/mariupol/> (дата звернення: 10.03.2026).

14. Mariupol Reborn: вебсайт. URL: <https://www.remariupol.com/> (дата звернення: 10.05.2026).

15. Recommendations of the Technical Meeting on the Recovery of the World Heritage Site of Palmyra. *UNESCO: вебсайт*. URL: <https://whc.unesco.org/en/news/2133/> (дата звернення: 10.03.2026)/

16. Hrechka U. Integration of AR and VR into Architectural Design and Spatial Solution Verification Processes. *Emerging Frontiers Library for The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research*. 2025. Vol. 7, № 12. P. 48–60. URL: <http://emergingsociety.org/index.php/efltajiir/article/view/632> (дата звернення: 10.03.2026).

17. Tytarenko I., Pavlenko I. Digitization of civil architecture objects during wartime using photogrammetry: A case study of Sumy State University. *EAI*

*Endorsed Transactions on Digital Transformation of Industrial Processes*. 2025. Vol. 1. № 2. DOI: <https://doi.org/10.4108/dtip.9697>

18. Wahbeh W. and Nebiker S. Three dimensional reconstruction workflows for lost cultural heritage monuments exploiting public domain and professional photogrammetric imagery. *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* 2017. Vol. IV-2/W2. P. 319–325. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-2-W2-319-2017>

19. Даншина С. Ю. ГІС-технології в задачах планування напрямів відбудови міст. *European Scientific e-Journal*. 2024. №28: Actual Issues of Modern Science. С. 63–72. DOI: <https://doi.org/10.47451/inn2024-01-01>

20. Крицький Д. М., Шкуренко Н. І., Попов О. В., Кравцова О. О. Розроблення програмного забезпечення для сегментації даних по фото та відео інформації. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. 2023. № 3. С. 61–84. DOI: <https://doi.org/10.32620/aktt.2023.3.07>