



ЗБЕРЕЖЕННЯ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ ТА ДОСТУП ДО ЦИФРОВИХ РЕСУРСІВ

CULTURAL HERITAGE PRESERVATION AND ACCESS TO DIGITAL RESOURCES

СОХРАНЕНИЕ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ И ДОСТУП К ЦИФРОВЫМ РЕСУРСАМ

УДК 004.92:904

DOI: 10.31866/2617-796x.3.1.2020.206109

Коцюбівська Катерина,

кандидат технічних наук, доцент,

Київський національний університет культури і мистецтв,

Київ, Україна

katysivak@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3987-9871>

Баранський Степан,

студент, кафедра комп'ютерних наук,

Київський національний університет культури і мистецтв,

Київ, Україна

Stepovich98@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8846-726x>

3D-МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНИХ ЦІННОСТЕЙ

Метою статті є вивчення можливостей інструментів 3D-моделювання в завданнях комп'ютерної реконструкції об'єктів історико-культурної спадщини. Створення 3D-моделей елементів історичної спадщини та розробка програмного забезпечення для 3D-принтера. Сучасні установи пам'яті, місця, де зберігаються історико-культурні цінності, залишилися найменш залучені в глобальній цифровізації. Тому оцифрування культурної спадщини є актуальною проблемою сьогодення, адже за допомогою цифрових технологій можна не тільки створити електронні копії наявних музейних цінностей, а й створити тривимірну модель утрачених історико-культурних цінностей.

Методами дослідження є сукупність методів та технологій 3D-моделювання, їхніх можливостей і застосування їх для розв'язання проблем побудови віртуальної реконструкції історичної та культурної спадщини. Використання технології 3D-моделювання для фактичної реконструкції пам'яток історії та культури, таких як археологічні знахідки, і для створення цифрових копій музейних експонатів.

Новизною дослідження є використання сучасних комп'ютерних технологій для відновлення історичної чи культурної спадщини, яка була втрачена або частково втрачена. Процеси урбанізації охоплюють традиційний культурний простір, актуалізуючи проблему

збереження історико-культурної спадщини та національної і культурної ідентичності. Реконструються архітектурні комплекси міста, дворянські та земельні маєтки, храми та монастирі; часто місця історичної та культурної спадщини повністю або частково зникають через військову політику влади. Деякі археологічні пам'ятки чи музеї також потребують реставрації, а комп'ютерне моделювання може бути найкращим рішенням.

Висновки. Використовуючи 3D-моделювання, можна отримати тривимірну модель, а потім надати програмне забезпечення для реконструкції пошкоджених предметів або відтворення утрачених частин. Тривимірні математичні моделі включені до цифрового архіву історичної спадщини та доступні для подальшого видання з будь-якої точки світу. На основі створених 3D-моделей можна друкувати 3D-копії творів мистецтва, музейні виставки. Такий підхід до збереження історико-культурної спадщини відкриває нові перспективи для збереження наявних музейних цінностей і відтворення втраченої культурної спадщини.

Ключові слова: 3D-моделювання; реконструктивне моделювання; 3D-принтинг; оцифрування історико-культурної спадщини; комп'ютерне моделювання.

Вступ. Пам'ятки культури недовговічні: старі будівлі зносять чи реконструюють, тому важко запам'ятати їхній первісний вигляд, інші просто зруйновані, і їх можна знайти лише в збережених картинах чи описах. Зберегти або відновити ці пам'ятки з об'єктивних причин не завжди можливо.

Донедавна реконструкцію втрачених об'єктів історико-культурної спадщини часто проводили на папері у вигляді ескізів, малюнків, макетів чи офісних паперових композицій, які чітко відображають загальний вигляд історичних пам'яток, що не збереглися до нашого часу. Під час такого моделювання не завжди витримується точність передачі творів, а автентичність реконструкції не зберігається.

Комп'ютерна модель об'єкта значно відрізняється ступенем надійності реконструкцій від проведених дослідником пошуків без використання комп'ютера, на папері у вигляді креслення або офісного макета. Використання технологій тривимірного моделювання в історичних дослідженнях вимагає змін у дослідницьких та наукових завданнях.

Зростання інтересу громадськості до візуальних образів, візуального матеріалу, а також щораз більшої ролі цифрових технологій і методів у історичних дослідженнях породило виникнення нових методик та методів дослідження. Це дає змогу конвертувати багато джерел, шукати результати в електронному форматі та розширювати історичні засоби дослідження. І тому сьогодні маємо іншу реальність для історичних досліджень порівняно з періодом, що передував останньому десятиліттю.

Результати дослідження. Хоча впровадження комп'ютерних методів у історію датується півстоліттям, цей етап має свої особливості й сьогодні. Значно зросла кількість джерел, доступних для істориків-дослідників у цифровому форматі, можна відзначити це як факт, що вже впливає на технологію та методологію дослідження. Це торкнулося спорідненої сфери – збереження історичної та культурної спадщини. Тут відбувається справжня революція. Збереження культурної спадщини вже неможливе поза оцифруванням просторових та тривимірних зображень музейних предметів та архітектурної спадщини.

Історичні реконструкції для використання 3D-моделювання на вигляд мають бути такими, якими вони були в минулому або є на сьогодні. Ви можете бачити

еволюцію розуміючи, як споруда змінилася з часом. У межах заходів, які проводить Комісія з культурної спадщини, виконуються роботи, націлені на оцифрування, тобто переведення в електронно-цифровий вигляд, усіх цінних пам'яток культурної спадщини різних країн і народів. Це певна гарантія того, що у разі стихійних чи соціальних катастроф ці пам'ятки культури залишаться автентичними в 3D-моделях.

Автори О. Баркова, В. Бабенко, А. Савич зазначають, що незважаючи на світовий попит на українських програмістів-розробників, ринку програмного забезпечення у сфері культурної спадщини в Україні практично немає. Це затримує оцифрування установ національної пам'яті (бібліотек, музеїв, архівів тощо) і робить неможливою інтеграцію колекцій в історичні та культурні ресурси і світові системи (Баркова та Кульчицький, 2019). В Україні, можна сказати, немає повної інтегрованої цифрової технології, системи онлайн-презентацій цифрової спадщини та обслуговування клієнтів, а також рівня сучасності, інформативності, привабливості й актуальності; наявні технології, на жаль, важко порівняти з основними світовими моделями.

Справедливо сказати, що в останні роки із появою різноманітних грантів у сфері культурної спадщини з'явилися гнучкі програмні рішення та веброзробки для діджиталізованих колекцій – від цифрового подання до мобільного програмного забезпечення. У інтернет-мережі можна переглянути публікації про низку цікавих цифрових продуктів і можна отримати докладну інформацію про історичні та культурно-просвітницькі експозиції національної культурної спадщини. Ці сучасні цифрові та технологічні рішення стимулюють інтерес до історико-культурних колекцій і самих виставок, відзначених у праці О. Баркової (2019; 2018).

З іншого боку, оцифрування – це спроба відновити те, чого зараз немає. Наприклад, напрям історичної науки, що вивчає історію міста, тепер повернувся не стільки до соціальної історії міста, скільки до реконструкції його історичного простору. За останні століття великі міста кардинально змінилися. Це стосується також Києва та багатьох інших міст. Вони залишили щось традиційне, але загалом велике місто дуже змінюється. Перебудувати вигляд міста, яке було два-три століття тому і більше, – це таке завдання, як і робота історика, котрий працює з письмовими джерелами.

Цей жанр охоплює, наприклад, реконструкцію зовнішнього вигляду відомих монастирів, які зникли за останні століття. Ці роботи проводять за кордоном. Це віртуальні реконструкції Нотр-Дам де Парі та стародавнього Риму з Колізеєм. Можна навести безліч таких прикладів. А можливість реконструкції об'єктів культурної спадщини міст науковим і реальним способом є важливим завданням сучасної історичної науки та практичним напрямом, пов'язаним зі збереженням культурної спадщини. Сучасні технології дають змогу будувати доповнену реальність. Наприклад, користувачі деяких вебсайтів можуть після деякої перебудови зупинитися і побачити, як було 200 або 300 років тому. З цього моменту вони бачать не нинішнє місце з кінотеатром, а місце з монастирем, зі спорудами, які його оточували. Це дає змогу краще відчувати плин часу. Дуже важливою працею, якою зараз користуються фахівці, є електронна документація виконаних робіт.

Аналітичні документи, які підготували автори О. Баркова та І. Кульчицький, у межах проекту № 52646 «Адвокація проєвропейських змін в національній ін-

новаційній політиці», що реалізується ГО «Агенція Європейських Інновацій» за підтримки Європейського Союзу та Міжнародного фонду «Відродження» у межах грантового компонента проекту «Громадська синергія» (<https://www.civicsynergy.org.ua/>), вказують на таке: «У квітні 2019 року 24 країни – члени ЄС – підписали декларацію про співпрацю з метою оцифрування культурної спадщини (Декларація про співпрацю задля пропаганди оцифрування культурної спадщини, [ec.europa.eu](https://ec.europa.eu/culture/en/declaration-culture-heritage)). Це друга загальноєвропейська ініціатива після Europeana. Вона спрямована на оцифрування артефактів, пам'яток та історичних пам'яток 3D-культурної спадщини. Декларація також підтримує повторне використання цифрових даних і розвиток інноваційних методів використання цієї інформації».

Інші проекти оцифрування культурної спадщини ЄС:

- i-MareCulture – технології, що забезпечують доступ до підводного культурного надбання Європи;
- GRAVITATE – 3D-реконструкція об'єктів культурної спадщини;
- Машина часу – карта 2000 років європейської історії.

ViMM – віртуальні музеї. Зважаючи на досвід учасників цифрового співтовариства, реалізованих проєктів і заявок проєктів UKF 2018–2019, можна сказати, що національні фахівці в галузі IT і спадщини мають знання, уміння та досвід, включно зі стартапами та пілотними рішеннями, у всіх цих сферах.

Під час реалізації проєктів оцифрування світової спадщини розробляється їхня IT-складова (Barkova, 2018). Цей компонент IT – це сфера спадщини та прямий простір для роботи з культурними експертами, і, власне, програмний компонент інформаційних систем є «зоною відповідальності» IT (Barkova, 2018).

Реалізація всіх можливостей використання 4D електронного ресурсу стала можливою завдяки досить досконалим комп'ютерним технологіям. Це програми 3D-моделювання, програми візуалізації, які дають змогу відображати реконструйовані об'єкти в усіх тонкощах кольорів і деталей. Однак це не лише питання складного програмного забезпечення, а й міждисциплінарного складу проєкту. У цих розробках беруть участь історики та мистецтвознавці, архітектори та інформатики. На перетині дисциплін можна скласти якісний програмний продукт. Це спосіб збереження чи реконструкції культурної спадщини.

В історичних дослідженнях побудова віртуальної реконструкції стала можливою лише за допомогою вивчення історичного контексту та просторової еволюції досліджуваного об'єкта (наприклад, містобудування, монастирський комплекс тощо).

Застосування віртуальних реконструкцій у галузі історії змусило дослідників мати широке бачення проблем, які вони вивчають. Професійні проєкти, засновані на віртуальній реконструкції, є багатопрофільними. До їх реалізації, як правило, залучено фахівців з різних галузей: істориків, археологів, архітекторів, програмістів; на перший план виступає роль історика, який спеціалізується на такому колективі.

Скласти такий міждисциплінарний колектив важко, тому історик, який працює над віртуальною реконструкцією, повинен поєднувати кілька професійних якостей, зокрема знання історії архітектури й інформаційних технологій.

Процеси глобалізації та урбанізації сприяли не тільки посиленню уваги до вивчення історико-культурної спадщини, а й розробці методів і технологій її реконструкції. Окрім фізичної реконструкції, своє застосування знайшли віртуаль-

ні реконструкції, засновані на можливостях сучасних інформаційних технологій. Освоєння технологій тривимірного моделювання, виявлення їхніх можливостей у вивченні та реконструкції історико-культурної спадщини є актуальним завданням сучасних історичних досліджень.

Останнім часом технології 3D-моделювання дали змогу створити точні тривимірні електронні моделі старовинних предметів мистецтва, які є як мобільними, так і монументальними, завдяки чому об'єкти культури, зокрема й ретельно захищені, є доступними широкому колу користувачів. Відтворення тривимірних моделей здатне заповнити інформаційний вакуум на наявних місцях культурної спадщини, які зараз представлені лише у вигляді музейних виставок чи окремих фотографій. Крім того, створення таких моделей може полегшити проблему збереження унікальних артефактів: взаємодія з електронним об'єктом не руйнує його, тоді як оригінальний об'єкт може погіршитися навіть за умов освітлення, не кажучи вже про прямий контакт з дослідником (Драб и Ерємина, 2015).

Особливості, запропоновані цифровими 3D-копіями, охоплюють демонстрацію наукової колекції, яку можна побачити з усіх боків; можливість експонування необмеженої кількості предметів у обмеженому просторі музею за допомогою телевізійних екранів або інших дисплеїв, зокрема стереоскопічних; можливість надзвичайно простого вивчення різних експозицій і стендів музею, зокрема обертання відповідно до днів тижня чи іншого принципу; можливість створення паперових примірників усіх предметів у музеї та розповсюдження їх, у тому числі як сувенірів.

Однією з ознак 3D-технології є побудова моделей невеликих об'єктів високої роздільної здатності, таких як геометричні мікроліти – мініатюрні кам'яні інструменти. Під час оцифрування таких об'єктів археологу важливо зберігати деталі настільки ж важливі, як переробка та сліди макрозносу (Драб и Ерємина, 2015).

Проблема віртуальної реконструкції об'єктів історичної та культурної спадщини є дуже актуальною сьогодні. Один з найперспективніших історичних методів реконструкції – комп'ютерне моделювання, засноване на методології 3D-реконструкції.

Однак, незважаючи на існування міжнародних програм під егідою ООН та різноманітність сучасних інструментів 3D-візуалізації, 3D-моделювання на практиці не є широко розповсюдженим засобом візуалізації історичних і культурних цінностей музеїв.

Одним із поточних проєктів упровадження 3D-моделювання в музеях є Смітсонівська інституція (США), яка реалізує тривимірну програму оцифрування понад 137 мільйонів експонатів з американських музеїв.

Є вебсайт проєкту (<http://3d.si.edu/tour-browser>), де можна побачити різні артефакти. Користувачі можуть обертати 3D-моделі експонатів, змінювати своє освітлення, переглядати артефакти. Проєкт створення 3D-моделей історичних об'єктів був реалізований як частина створення університетського музею віртуальної історії у Гродненському державному університеті імені Янки Купали.

Для створення унікальних 3D-моделей потрібні 3 види програмного забезпечення. Насамперед це програми створення форм. По-перше, традиційно для моделювання фізичних об'єктів використовують системи автоматизованого проєктування (САПР). По-друге, це автоматизовані виробничі програми (CAM), які пе-

ретворюють вашу модель в дискретні для друку. По-третє, це програмне забезпечення, яке надсилає інструкції до принтера в режимі реального часу.

Програма для друку – це інструмент для отримання цифрових інструкцій для 3D-принтера в такому форматі, який розуміє апаратура 3D-друку. Швидкий розвиток технології адитивного друку був би неможливим без сучасного програмного забезпечення. Сучасне програмне забезпечення для 3D-принтерів дає змогу майже повністю автоматизувати процес друку та значно спростити поводження з високотехнологічним обладнанням.

Практично всі пристрої 3D-друку керуються так званим G-кодом – це загальноприйнята мова, яку використовують для пристроїв такого типу. У 60-х роках цю назву прозвали мовою верстатів з ЧПУ. Його почала розробляти американська компанія «Electronic Industries Alliance», тоді майже всі виробники та користувачі автоматизованих верстатів почали ним користуватися.

Алгоритми моделювання – це математичні підходи, які в тій чи тій формі інтегруються в програмне забезпечення та розрізняють за своїми можливостями різні алгоритми створення однієї і тієї ж моделі, кожен зі своїми властивостями.

У дослідженні з'ясовано, що 3D-технологія відіграє важливу роль у збереженні культурної спадщини, допомагає швидко, ефективно та з великою точністю відновити, відтворити історичні цінності та твори мистецтва.

У висновку відзначимо, що, використовуючи 3D-сканер, ви можете отримати тривимірну модель, а потім надати програмне забезпечення інженеру для реконструкції пошкоджених предметів або відтворення його втрачених частин.

Тривимірні математичні моделі включені до цифрового архіву історичної спадщини та доступні для подальшого видання з будь-якої точки світу. На основі створених 3D-моделей можна друкувати 3D-копії творів мистецтва, музейні виставки.

Перелік представлених інструментів зовсім не повний – їх уже є набагато більше. З'являються нові, а наявні покращуються дуже швидко. З'являються інтуїтивно зрозумілі параметри редагування G-коду, прості методи редагування поверхневих об'єктів та інструменти візуального управління функціями прямого друку. Ми на порозі технологічного зльоту цієї нової галузі, роблячи наш можливий внесок у навчання та вдосконалення.

Висновки. Передові комп'ютерні технології пропонують широкий спектр варіантів збереження, реставрації та відновлення історичної й культурної спадщини. Однією зі сфер у цій галузі є використання 3D-моделювання для створення 3D-музейних експонатів. 3D-моделювання – це процес створення віртуальної тривимірної моделі об'єкта, що дає змогу представити форму, розмір і текстуру об'єкта найчестніше, щоб оцінити його ергономічність. Завдання 3D-моделювання – розробити тривимірне візуальне зображення імітованого об'єкта (Драб и Ерємина, 2015). Справжньою тенденцією використання 3D-моделювання є побудова 3D-моделей для відновлення втрачених історичних і культурних цінностей та оцифрування наявних археологічних і музейних експонатів. 3D-моделі можуть відтворити втрачену історико-культурну спадщину або зберегти музейні предмети, що мають історико-культурну цінність. Малюнки, ескізи, описи, фотографії та фактичні предмети можуть бути використані як відправна точка для створення 3D-моделі.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

Адвокація проєвропейських змін в національній інноваційній політиці. Аналітичний матеріал підготовлено в межах проєкту № 52646 «Громадська синергія». [online] Доступно: <<https://www.civic-synergy.org.ua/>> [Дата звернення 15 лютого 2020].

Баркова, О. та Кульчицький, І., 2019. Європейський та український досвід використання цифрових технологій у сфері культури. Аналітичний огляд та пропозиції на основі матеріалів дискусійного форуму. В: *Синергія мистецтва, культури та технологій як джерело креативності та інновацій*. [online] Львів. Україна, 14 червня 2019 р. Львів. Доступно: <<https://www.dropbox.com/s/z94r0iq165hcdgl/Barkova%20Kulchytskyi%20Kultura%20vs%20Technology%20Forum%20materials%20.pdf?dl=0>> [Дата звернення 30 серпня 2019].

Драб, В.А. и Ерѐмина, А.Р., 2015. Использование 3D-моделирования как инструмента создания экспонатов виртуальных музеев. В: *Молодежный форум: технические и математические науки: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции*. [online] Воронеж. Россия, 9-12 ноября 2015 г. Воронеж: ВГЛУ. Доступно: <<http://www.elib.grsu.by/katalog/526943pdf.pdf?d=true>> [Дата обращения 10 марта 2020].
Інтернет-платформа «Культурна спадщина» для цифрового реєстру культурної спадщини України. [online] Доступно: <<https://nachasi.com/2019/05/05/05/17/government-startups/>> [Дата звернення 15 лютого 2020].

Ожга, М.М., 2012. Проблеми графічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів у наукових дослідженнях. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*, 34-35, с.226-233.

Barkova, O., 2018. Digitized Heritage Events – from Studying to Actions or the Ukrainian Digital Movement. *Uncommon Culture. Cultural Heritage, Real Virtual*, [online] 7, 1/2 (13/14), pp.186-192. Available at: <<https://uncommonculture.org/ojs/index.php/UC/article/view/9296/7492>> [Accessed 30 October 2019].

Smithsonian 3D. [online] Available at: <<http://3d.si.edu/tour-browser>> [Accessed 3 February 2020].

REFERENCES

Advokatsiia proievropeiskykh zmin v natsionalnii innovatsiinii politytsi. Analitychnyi material pidhotovleno v mezhakh proiektu № 52646 «Hromadska synerhiia» [Advocacy for pro-European changes in national innovation policy. Analytical material was prepared within the project № 52646 “Public Synergy”]. [online] Available at: <<https://www.civic-synergy.org.ua/>> [Accessed 15 February 2020].

Barkova, O. and Kulchytskyi, I., 2019. Yevropeyskyi ta ukrainskyi dosvid vykorystannia tsyfrovyykh tekhnolohii u sferi kultury. Analitychnyi ohliad ta propozytsii na osnovi materialiv dyskusiinoho forumu [European and Ukrainian experience in the use of digital technologies in the field of culture. Analytical review and proposals based on the materials of the discussion forum]. In: *Synerhiia mystetstva, kultury ta tekhnolohii yak dzherelo kreatyvnosti ta innovatsii* [Synergy of art, culture and technology as a source of creativity and innovation]. [online] Lviv. Ukraine, 14 June 2019. Lviv. Available at: <<https://www.dropbox.com/s/z94r0iq165hcdgl/Barkova%20Kulchytskyi%20Kultura%20vs%20Technology%20Forum%20materials%20.pdf?dl=0>> [Accessed 30 August 2019].

Barkova, O., 2018. Digitized Heritage Events – from Studying to Actions or the Ukrainian Digital Movement. *Uncommon Culture. Cultural Heritage, Real Virtual*, [online] 7, 1/2 (13/14), pp.186-192. Available at: <<https://uncommonculture.org/ojs/index.php/UC/article/view/9296/7492>> [Accessed 30 October 2019].

Drab, V.A. and Erjomina, A.R., 2015. Ispol'zovanie 3D-modelirovaniya kak instrumenta sozdaniya jeksponatov virtual'nyh muzeev [Using 3D modeling as a tool for creating exhibits of virtual museums]. In: *Molodezhnyj forum: tehniczeskie i matematicheskie nauki* [Youth Forum: Technical and Mathematical Sciences]. Collection of articles based on materials of an international scientific and practical conference. [online] Voronezh, Russia, 9-12 November, 2015. Voronezh: VGLTU. Available: <<http://www.elib.grsu.by/katalog/526943pdfpdf?d=true>> [Accessed 10 March 2020].

Internet-platforma «Kulturna spadshchyna» dlja tsyfrovoho reiestru kulturnoi spadshchyny Ukrainy [Internet platform “Cultural Heritage” for the digital register of cultural heritage of Ukraine]. [online] Available at: <<https://nachasi.com/2019/05/05/05/17/government-startups/>> [Accessed 15 February 2020].

Ozhha, M.M., 2012. Problemy hrafichnoi podhotovky maibutnikh inzheneriv-pedahohiv u naukovykh doslidzhenniakh [Problems of graphic training of future engineers-teachers in scientific research]. *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity*, 34-35, pp.226-233

Smithsonian 3D. [online] Available at: <<http://3d.si.edu/tour-browser>> [Accessed 3 February 2020].

UDC 004.92:904

Kotsiubivska Kateryna,

PhD in Technical Sciences, Associate Professor,

Kyiv National University of Culture and Arts,

Kyiv, Ukraine

katysivak@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3987-9871>

Baranskyi Stepan,

student, the department of Computer Sciences,

Kyiv National University of Culture and Arts,

Kyiv, Ukraine

Stepovich98@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8846-726X>

3D SIMULATION IN THE RESTORATION OF HISTORICAL AND CULTURAL VALUES

The purpose of the article is to study the possibilities of 3D modeling tools in the tasks of computer reconstruction of historical and cultural heritage sites. Creating 3D models of historical heritage elements and developing software for 3D printers. Modern memorials, places where historical and cultural values are preserved, have remained the least involved in global digitization. Therefore, the digitization of cultural heritage is an urgent problem today, because with the help of digital technologies you can not only create electronic copies of existing museum values, but also create a three-dimensional model of lost historical and cultural values.

The research methods are a set of methods and technologies of 3D modeling, their capabilities and their application to solve problems of building a virtual reconstruction of historical and cultural heritage. Use 3D modeling technology to actually reconstruct historical and cultural monuments, such as archeological finds, and to create digital copies of museum exhibits.

The novelty of the study is the use of modern computer technology to restore historical or cultural heritage that has been lost or partially lost. The processes of urbanization cover the traditional cultural space, actualizing the problem of preserving the historical and cultural heritage and national and cultural identity. Architectural complexes of the city, noble and land estates, temples and monasteries are being reconstructed; often historical and cultural heritage sites disappear in whole or in part due to the government's military policy. Some archeological sites or museums also need restoration, and computer simulations may be the best solution.

Conclusions. Using 3D modeling you can get a three-dimensional model and then provide software to reconstruct damaged objects or reproduce their lost parts. Three-dimensional mathematical models are included in the digital archive of historical heritage and are available for further publication from anywhere in the world. On the basis of the created 3D-models it is possible to print 3D-copies of works of art, museum exhibitions. This approach to the preservation of historical and cultural heritage opens new perspectives for the preservation of existing museum values and the reproduction of lost cultural heritage.

Keywords: 3D modeling; reconstructive modeling; 3D printing; digitization of historical and cultural heritage; computer modeling.

УДК 004.92:904

Коцюбивская Екатерина,

кандидат технических наук, доцент,

Киевский национальный университет культуры и искусств,

Киев, Украина

katysivak@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3987-9871>

Баранский Степан,

студент, кафедра компьютерных наук,

Киевский национальный университет культуры и искусств,

Киев, Украина

Stepovich98@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8846-726X>

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫХ ЦЕННОСТЕЙ

Целью статьи является изучение возможностей инструментов 3D-моделирования в задачах компьютерной реконструкции объектов историко-культурного наследия. Создание 3D-моделей элементов исторического наследия и разработка программного обеспечения для 3D-принтера. Современные учреждения памяти, места, где хранятся историко-культурные ценности, остались наименее задействованы в глобальной цифровизации. Поэтому оцифровка культурного наследия является актуальной проблемой

современности, ведь с помощью цифровых технологий можно не только создать электронные копии существующих музейных ценностей, но и создать трехмерную модель утраченных историко-культурных ценностей.

Методами исследования является совокупность методов и технологий 3D-моделирования, их возможностей и их применение для решения проблем построения виртуальной реконструкции исторического и культурного наследия. Использование технологии 3D-моделирования для фактической реконструкции достопримечательностей истории и культуры, таких как археологические находки, и для создания цифровых копий музейных экспонатов.

Новизной исследования является использование современных компьютерных технологий для восстановления исторического или культурного наследия, которое было потеряно или частично утрачено. Процессы урбанизации охватывают традиционное культурное пространство, актуализируя проблему сохранения историко-культурного наследия, а также национальной и культурной идентичности. Реконструируются архитектурные комплексы города, дворянские и земельные поместья, храмы и монастыри; часто места исторического и культурного наследия полностью или частично исчезают через военную политику власти. Некоторые археологические достопримечательности или музеи также нуждаются в реставрации, а компьютерное моделирование может быть лучшим решением.

Выводы. Используя 3D-моделирование, можно получить трехмерную модель, а затем предоставить программное обеспечение для реконструкции поврежденных предметов или воспроизведения утраченных частей. Трехмерные математические модели включены в цифровой архив исторического наследия и доступны для дальнейшего издания с любой точки мира. На основе созданных 3D-моделей можно печатать 3D-копии произведений искусства, музейные выставки. Такой подход к сохранению историко-культурного наследия открывает новые перспективы для сохранения существующих музейных ценностей и воспроизведения утраченного культурного наследия.

Ключевые слова: 3D-моделирование; реконструктивное моделирование; 3D-принтинг; оцифровка историко-культурного наследия; компьютерное моделирование.

20.05.2020