DOI 10.47315/archives2021.329.048

УДК 069:004](477.41-21Переяслав)

Андрій Кузьменко

кандидат історичних наук,

старший науковий співробітник,

завідувач науково-дослідного відділу

«Меморіальний музей академіка В. Г. Заболотного»,

Національний історико-етнографічний заповідник «Переяслав»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9349-1683>

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ НА БАЗІ ОБ'ЄКТІВ НАЦІОНАЛЬНОГО ІСТОРИКО-ЕТНОГРАФІЧНОГО ЗАПОВІДНИКА «ПЕРЕЯСЛАВ»

Анотація. Метою роботи є розгляд і аналіз актуальних напрямів технології доповненої реальності (AR) у контексті розвитку комплексної стратегії її впровадження в Національному історико-етнографічному заповіднику «Переяслав». **Методологія дослідження.** Запропонована наукова розробка презентує спробу вироблення універсальної інноваційної методології, яка синтезувала в собі широкий арсенал методів історичної науки, музеєзнавства та інформаційних технологій. Така багатоаспектність підпорядкована завданню максимально повного залучення наявних історичних відомостей про всі об'єкти, процеси і постаті, пов'язані з проблематикою НІЕЗ «Переяслав», задля найбільш ефективного донесення до споживача музейних послуг усього спектру здобутої розширеної інформації засобами доповненої реальності. Процес імплементації описаних у роботі репрезентативних проєктів стане експериментальним полігоном, який також дозволить шляхом цифрового моделювання максимально точно перевірити валідність і надійність традиційно використовуваного науковцями методологічного інструментарію. Це сформує підвалини методології історії більш високого рівня, орієнтованої на розроблення повномасштабних цифрових реконструкцій історичного процесу та розкриє нові горизонти історичного пізнання. **Наукова новизна** дослідження полягає у тому, що автором уперше запропоновано методики створення тематично орієнтованого імерсивного цифрового середовища на базі об'єктів Заповідника засобами AR-технології. Результатом проведеної роботи стало вироблення перспективних шляхів реалізації технології, основні з яких викладено в статті. **Висновки.** Упровадження в НІЕЗ «Переяслав» наведених різновидів AR-технології дозволить ефективно репрезентувати додаткову інформацію про його об'єкти й музейні предмети, суттєво збагативши їхній комунікаційний потенціал. Поєднання реального світу з віртуальним розширить межі експозицій та сприятиме посиленню їх емоційного впливу на відвідувачів. Інтегровані з доповненою реальністю Indoor-додатки оптимізують процес навігації експозиціями, нададуть розширені можливості людям із особливими потребами. Комплексна реалізація запропонованих інновацій орієнтована на

© А. Кузьменко, 2021

збільшення потенційної аудиторії відвідувачів Заповідника, передусім за рахунок тих, які активно долучаються до використання сучасних технологічних трендів у музейній галузі.

Ключові слова: НІЕЗ «Переяслав»; музейна експозиція; історична реконструкція; цифровізація; AR-технологія; 3D-контент; музейний продукт.

Національний історико-етнографічний заповідник «Переяслав» (далі – НІЕЗ «Переяслав», Заповідник) є одним із визначних центрів збереження та популяризації історико-культурної спадщини в Україні та за її межами. Унікальна гама з тематик 24-х музеїв, що входять у його структуру, та компактність їх розташування вже понад півстоліття задовольняють попит відвідувачів різних вікових груп із широким спектром інтересів та культурних уподобань¹.

Разом із досить високими показниками в усіх сферах діяльності Заповідник має значний, не реалізований повною мірою, науковий, культурно-освітній та туристичний потенціал. Найперше це виявляється у тому, що в світлі стрімкого розвитку інформаційних технологій традиційні форми взаємодії відвідувачів із об'єктами, пам'ятками і експозиціями НІЕЗ «Переяслав» вже не дозволяють повноцінно презентувати увесь спектр актуальних відомостей про них та задовольнити потреби сучасного споживача музейних послуг. Ці тенденції тісно пов'язані із динамікою розвитку ринкового середовища, для якого притаманне невпинне розширення арсеналу інноваційних продуктів у сфері послуг й, зокрема, у музейній галузі². Виходячи із викладеного вище, одним із перспективних напрямів вирішення окресленої проблеми є розвиток комплексної стратегії формування тематично орієнтованого середовища доповненої та змішаної реальності на базі пам'яток і об'єктів Заповідника.

Багатоаспектний характер розроблюваної проблеми зумовив звернення до різних напрямів наукових студій, що переважно охоплюють період від середини ХХ ст. до сьогодення. Зокрема, важливим складником для створення повноцінних цифрових просторових моделей постають історичні реконструкції архітектурного середовища і об'єктів у ньому. Значний корпус матеріалів у вказаному сегменті представлений періодом проведення масштабних археологічних розкопок у Переяславі, починаючи з другої половини 1940-х років. Завдяки зусиллям корифеїв археологічної й архітектурної науки (М. Каргер, Ю. Асєєв,

¹ Кузьменко А. Перспективи оптимізації та шляхи реалізації маркетингової стратегії Національного історико-етнографічного заповідника «Переяслав» // Військово-історичний меридіан. 2016. Вип. 1(11). С. 148.

² Креативний сектор економіки: досвід та напрями розбудови : монографія / С. А. Давимука, Л. І. Федулова; НАН України, Ін-т регіон. дослідж. ім. М. І. Долишнього. Львів: Омельченко В. Г., 2017. С. 102–107.

В. Харламов, П. Раппопорт, В. Гончаров, Р. Юра, М. Брайчевський, В. Заболотний та ін.) вдалося виявити й вивчити плеяду унікальних пам'яток давньої архітектури (у т. ч. й літописних) та відтворити містобудівельну структуру, планування й забудову середньовічного міста³. Саме ці ґрунтовні розвідки заклали надійний фундамент для продовження роботи у наступні роки переважно місцевими дослідниками та поступово визріли в наукову археологічну школу. Здобуті в результаті багаторічних досліджень відомості ґрунтуються на безцінних матеріалах первинного дослідження, що дозволяє безпосередньо використовувати їх для проведення репрезентативних історичних реконструкцій достатньої деталізації.

Вагоме значення для розробки на базі об'єктів НІЕЗ «Переяслав» всебічно презентованого імерсивного середовища засобами доповненої реальності посідають цифрові реконструкції соціальної структури, способів господарювання, побуту, звичаїв і вірувань соціумів, що населяли регіон Середньої Наддніпрянщини у різні історичні епохи. Традиційно найбільш достовірний та інформативний пласт відомостей у цьому аспекті містять опубліковані й неопубліковані результати археологічних досліджень, що проводилися співробітниками Заповідника та інших установ як у радянські часи, так і за доби незалежності⁴.

Радикальна переорієнтація історіографічних концепцій після здобуття Україною незалежності змінила акценти і в сприйнятті творчості митців. У цей період побачила світ низка публікацій і енциклопедич-

³ Каргер М. К. Раскопки в Переяславе-Хмельницком в 1952–1953 гг. // Советская археология. 1954. Т. XX. С. 6–30; Асеев Ю. С., Харламов В. А., Сикорский М. И. Исследование Михайловского собора в Переяславе-Хмельницком // Славяне и Русь. (На материалах восточнославянских племен и Древней Руси) : сб. науч. трудов / АН УССР ИА. 1979. С. 122–137; Чукова Т. А. Алтарь древнерусского храма конца X – первой трети XIII в. : Основные архитектурные элементы по археологическим данным. СПб. : Петербургское Востоковедение, 2004. 224 с.; Трофіменко Г. В. Архітектура Переяслава Південного X – першої половини XIII століть (за матеріалами архітектурно-археологічних досліджень): автореф. дис. ... канд. архітектури: 18.00.01 / Трофіменко Геннадій Валерійович; Українська академія мистецтва. Київ, 1995. С. 2–16; Бузян Г. М. І. Сікорський та археологія Переяславщини 50–80-х рр. XX ст. // Переяславіка. Наукові записки : зб. наук. ст. 2017. Вип. 12 (14). С. 64–68, 70–71.

⁴ Толочко П. П., Гупало К. М., Харламов В. О. Розкопки Києвоподолу 1973 р. // Археологічні дослідження стародавнього Києва. Редакція історії та археології. 1976. С. 19–46; Харламов В. О. Конструктивні особливості дерев'яних будівель Подолу X–XIII ст. // Там само. С. 47–55; Романовський В. С. Основні проблеми та досягнення сучасних досліджень пам'яток трипільської археологічної культури // Вісник ХДАК. 2014. Вип. 44. С. 4–13; Бузян Г. М. І. Сікорський та етапи становлення археологічного розділу Музею народної архітектури та побуту Середньої Наддніпрянщини НІЕЗ «Переяслав» // Переяславіка. Наукові записки : зб. наук. ст. 2015. Вип. 9 (11). С. 18–44.

них видань, що окреслили об'єктивну картину творчого доробку багатьох українських художників, роботи окремих із яких експонуються в Заповіднику⁵. Ці праці дозволили повною мірою осмислити філософію їхніх творів, що помітно полегшує шлях інтерпретації закодowanego в мистецтві сенсу засобами AR.

Зважаючи на те, що предметом пропонованої наукової розробки в основному виступають музеї НІЕЗ «Переяслав», важливим блоком матеріалів для її втілення послуговували розвідки, присвячені історії створення й функціонування цих об'єктів⁶. Опубліковані впродовж останнього десятиліття, вони розкривають маловідомі сторінки становлення Заповідника, що є цінним підґрунтям для відтворення за допомогою цифрових технологій літопису збереження його пам'яток та етапів їх музеєфікації.

Обов'язковою умовою досягнення поставлених у статті завдань стало вивчення чинних нормативно-правових актів у межах окресленої тематики⁷. Кореляція різних аспектів наукової розробки з законодавчими нормами також виявила еволюцію останніх упродовж десятиліть незалежності. Було простежено, що здебільшого прогресивні зміни в законодавчій базі відбувалися у площині розв'язання назрілих проблем у музейній і пам'яткоохоронній сферах та зумовлювалися вимогами часу.

Беручи до уваги інноваційний характер презентованих у публікації методик, слід відзначити, що основний масив досліджень і джерел із

⁵ Тараненко Павло Вадимович / НАН України, НБУВ, Ін-т біограф. дослідж. НБУВ // Українська біографістика : зб. наук. пр. Київ, 1999. Вип. 2. С. 145–147.

⁶ Бойко Н. Музей-діорама «Битва за Дніпро в районі Переяслава-Хмельницького і створення букринського плацдарму восени 1943 року» Національного історико-етнографічного заповідника «Переяслав» : до 35-річчя заснування та діяльності // Краєзнавство. 2010. № 4. С. 69–75; Колибенко О., Павленко С. Маловідомі сторінки історії музейної справи на Переяславщині: Переяславський археологічний музей // Наукові записки з укр. історії : зб. наук. ст. 2011. Вип. 26. С. 177–193; Музей історії Української Православної Церкви : Про музеї. [Переяслав] : НІЕЗ «Переяслав», 2014. URL: <https://niez.com.ua/museums/about-museum/599-музей-історії-української-православної-церкви> (дата звернення: 19.05.2017); Вовкодав С. М. До питання функціонування музею космосу НІЕЗ «Переяслав» у приміщенні церкви св. Параскеви // Питання історії науки і техніки. 2017. № 4 (44). С. 73–77; Експозиції музею одягу відновлять у новому приміщенні : Адміністрація НІЕЗ «Переяслав» / Офіційний сайт Переяславської міської ради та виконавчого комітету. [Переяслав-Хмельниц.], 03.01.2019. URL: https://phm.gov.ua/?p=44813&fbclid=IwAR1DDi1_rmKFwFe5kWtxAzC9t-Iiww8L4DkhCTv0B73GOBnRLxKx9i5Jo2E (дата звернення: 10.03.2019).

⁷ Концепція державної політики реформування сфери охорони нерухокої культурної спадщини / Міністерство культури України : Офіційний сайт. [Київ], 2018. URL: http://mincult.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=245358162 (дата звернення: 19.10.2018).

проблеми стосується розвитку широкого спектра AR-технологій та суміжних із ними науково-технічних розробок, які можуть забезпечити їх втілення на практиці. Оскільки зазначені студії у своїй сукупності розкривають технічний бік пропонованої розробки, то поле дослідницького аналізу в цьому сегменті окреслилося матеріалами про вже реалізовані і перевірені проекти, стрімкий розвиток яких відбувся в останнє десятиліття⁸.

До найранніших серед них відносяться наукові дослідження й розробки, що представляють новітні методи отримання цифрових просторових моделей архітектурних і археологічних об'єктів. Публікації цього тематичного напрямку засвідчують суттєвий прогрес аналізованого сегменту технологій на сучасному етапі⁹. Наукові розвідки узагальнюючого характеру, написані в різні роки, розкривають сутність і особливості функціонування доповненої реальності та дозволяють простежити віхи вдосконалення її інструментарію¹⁰. Важливий пласт

⁸ Чайківський Т., Дідич М. Експеримент із технологією доповненої реальності у вебі (front-end only) / DOU.ua. 7 квіт. 2016. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/web-ar/> (дата звернення: 04.12.2018); Мельник О. Білоруси запустили технологію розпізнавання мови жестів зі смартфона / Na chasi. 16.11.2017. URL: <https://nachasi.com/2017/11/16/bilorusy-zapustily-tehnologiyu-rozpiznavannya-movy-zhestiv-zi-smartfonu/> (дата звернення: 10.09.2018); Учені створили алгоритм, який «оживлює» людей на фото та картинах (відео) / Файненс.юа. Київ, 10.12.2018. URL: <https://news.finance.ua/ua/news/-/440148/ucheni-stvoryly-algorytm-yakuj-ozhyvlyuye-lyudej-na-foto-ta-kartynah-video> (дата звернення: 15.01.2019); Доповнена реальність (Augmented Reality, AR) / LOOKINAR. [Київ, Дубаї], 12/05/2020. URL: <https://lookinar.com/uk/rozyasnennya/dopovnena-realnistaugmented-reality-ar/> (дата звернення: 19.10.2020).

⁹ Боднар С. П., Білоус В. В. Створення обмірних креслень пам'ятників архітектури методами цифрової фотограмметрії // Часопис картографії. 2009. Вип. 14. С. 12–18; Глотов В., Марусаж Х. Аналіз методів створення фронтальних планів лазерним наземним скануванням та цифровим зніманням // Геодезія, картографія і аерофотознімання : міжвідомчий наук.-техн. зб. 2013. Вип. 78. С. 30–37; Малицький А., Голубінка Ю., Бубняк І., Бубняк А. Використання наземного лазерного сканування для збереження пам'ятки архітектури та геології // Культурна спадщина нафтової столиці Передкарпаття. Матер. наук.-практ. конф. (24–25 квіт. 2017 р., м. Борислав-Східниця). 2017. С. 71–73; RIEGL VUX-1UAV / RIEGL. Laser Measurement Systems GmbH. [Horn], 2021. URL: <http://www.riegl.com/products/unmanned-scanning/riegl-vux-1uav/> (дата звернення: 16.07.2021).

¹⁰ Доповнена реальність: як пристрої розширюють межі сприйняття / TechToday. 22 черв. 2014 р. URL: <https://techtoday.in.ua/reviews/dopovnena-realnist-yak-pristroyi-rozshiryuyut-mezhi-spriinyattya-25994.html> (дата звернення: 02.03.2018); Литвиненко І. Дополняем реальность / DataArt. 25 февр. 2016 г. URL: <https://dataart.ua/news/dopolnyaem-real-nost/> (дата звернення: 07.05.2019); Кравчук С. Доповнена реальність, або AR-технології. Як це працює? Технологія, яка змінює наше сприйняття навколишнього світу / [The Future]. 2020. URL: <http://thefuture.news/page1837780.html> (дата звернення: 14.08.2020).

опублікованої інформації присвячено досвіду застосування AR-технологій у музейних закладах¹¹. У контексті розроблюваної проблематики особливої уваги заслуговують платформи, на основі яких реалізувалися перші етапи безпосереднього впровадження в НІЕЗ «Переяслав» інструментів доповненої реальності, що знайшло відображення в окремому блоці матеріалів¹².

Вирішення актуального питання наповнення кіберфізичного середовища тематичним контентом торкалися наукові та науково-популярні статті, які можна систематизувати за такими аспектами: створення просторових цифрових моделей на основі площинних зображень; застосування штучного інтелекту; інтерактивна взаємодія з клієнтами й маркетинг; технології інтеграції віртуальних елементів в оточуючий простір без додаткового AR-обладнання¹³. Осібний напрям праць висвітлює перспективи втілення технологій доповненої і змішаної реаль-

¹¹ Состоялась презентация «тепловой карты» музея / Государственный музей изобразительных искусств им. А. С. Пушкина. Москва, 04.03.2017. URL: <http://www.arts-museum.ru/news/archive/2017/03/heatmap/index.php> (дата звернення: 12.06.2018); *Лупак О. А.* Застосування VR та AR технологій в музеях // *Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій : матеріали Міжнар. наук.-техн. конференції до 60-річчя з дня заснування ТНТУ та 175-річчя з дня народження І. Пулюя (14–15 трав. 2020 р., м. Тернопіль).* 2020. С. 159–160; *Музей ім. О. Блещунова / Aero3d. Engineering.* URL: <https://aero3d.com.ua/3d-modeljuvannja/bleshchunovamuseum/> (дата звернення: 23.11.2020).

¹² *Тодорова О.* Інструменти «доповненої реальності» як інновації в PR-комунікаціях // *Український інформаційний простір: Науковий журнал Ін-ту журналістики і міжнародних відносин Київського національного ун-ту культури і мистецтв.* Ч. 2. 2014. С. 314; *Izi.Travel.* [Амстердам] : IZITEQ B.V., [2016]. URL: <https://izi.travel/ru/o-nas#contacts> (дата звернення: 29.02.2016); *Кузьменко А.* Зазнач. твір. С. 154.

¹³ *Михайленко А. В.* Від фотознімків до цифрових 3D моделей // *Сучасні проблеми архітектури та містобудування.* 2013. Вип. 34. С. 152–159; *Гринько Я.* 3D-фотограмметрія для музеїв : наш досвід / *Національний музей «Меморіал жертв Голодомору» ; Музейний простір.* [Київ], 2017. URL: <http://prostir.museum.ua/post/39905> (дата звернення: 22.12.2017); *Муригін К. В.* Комп'ютерна ідентифікація людини за зображенням обличчя на основі кореляційних методів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.23 / *Муригін Кирило Валерійович; Ін-т проблем штучного інтелекту.* Донецьк, 2005. 21 с.; *Гаврилов Є.* Штучний інтелект розібрався в історії мистецтва / *Дзеркало тижня.* Київ, 26 верес., 2012. URL: https://zn.ua/ukr/SCIENCE/shtuchniy_intelekt_rozibravsa_v_istoriyi_mistetstva.html (дата звернення: 18.11.2017); *Віртуальна примірка AR / LOOKINAR.* [Київ, Дубаї], 2020. URL: <https://lookinar.com/uk/project/ar-try-on-app/> (дата звернення: 05.04.2020); *Хижняк Н.* Выпущено серийное устройство для «голопортации» – трансляции полноразмерного 3D-изображения человека в реальном времени / *3DNews – Daily Digital Digest.* [Москва], 10.08.2020. URL: <https://3dnews.ru/1017871> (дата звернення: 27.01.2021).

ності у різних галузях, суміжних із музейною сферою¹⁴. Проведення їх аналізу сприяло виробленню об'єктивних підходів при формуванні концепції інтегрування цифрових продуктів до фізичного простору експозицій Заповідника. Простежуючи увесь період виходу в світ публікацій наведеного вище блоку, слід відзначити характерну тенденцію поступового трансформування їх проблематики від описання науково-технічних розробок, що функціонують на базі локальних обчислювальних потужностей, до аналізу можливостей нейромереж і хмарних сервісів.

Таким чином, узагальнення на основі опрацьованих історіографічних джерел тенденцій накопичення знань за ключовими напрямками, дотичними до проблематики наукової розробки, дає підстави виділити 2 умовні періоди, що хронологічно частково накладаються один на одного. Перший період тривав від другої половини 1940-х років до сьогодення. Він характерний проведенням ґрунтовних наукових досліджень, які забезпечили репрезентативну інформаційну базу для здійснення майбутніх цифрових реконструкцій. Наступний період представлений публікаціями наукових розвідок і розробок у сегменті розвитку AR-технологій, активна фаза яких припадає переважно на останнє десятиліття. Результати акумулювання знань упродовж обох періодів стали важливою опорою при розробленні загальної стратегії і схеми створення імерсивного середовища на базі об'єктів Заповідника засобами доповненої реальності.

Першими кроками, що заклали підґрунтя для втілення цієї стратегії на практиці, стало розміщення QR-кодів на експонатах та об'єктах НІЕЗ «Переяслав» для швидкого надання відвідувачам актуальної інформації у зручному електронному форматі¹⁵. Зокрема, екскурсанти за допомогою мобільних пристроїв можуть зчитувати розширені (порівняно зі звичайним етикетажем) дані з QR-кодів як у текстовому варіанті, так і прослуховувати відповідні аудіофайли, проглядати зображення, відео. Ця інновація, що набуває все більшого поширення у музеях світу, дозволяє ефективніше донести інформаційний потенціал експозицій і об'єктів Заповідника до потреб сучасних відвідувачів, тим самим збільшивши їх чисельність.

Також НІЕЗ «Переяслав» долучений до програми забезпечення туристів сучасними аудіогідами, що інтегровані з QR-кодами. Зокрема, Заповідник не один рік поспіль активно розробляє і впроваджує кон-

¹⁴ Microsoft Mesh – нова платформа для взаємодії в змішаній реальності / TMGINFONET. [Півне], 2021-04-11. URL: <https://tmginfo.net/2021/04/microsoft-mesh-nova-platforma-dlya-vzaємodii-v-zmi/> (дата звернення: 09.07.2021); Breakthrough Technology for the Brain / NEURALINK. 2021. URL: <https://neuralink.com/> (дата звернення: 16.08.2021).

¹⁵ Тодорова О. Зазнач. твір.

тент з інформацією про експозиції своїх музеїв і об'єктів, використовуючи платформу izi.TRAVEL¹⁶. Ця міжнародна компанія пропонує безкоштовну технологію для смартфонів і планшетних комп'ютерів на базі поширених ОС Android, Windows, iOS, яка дозволяє створювати доступні і якісні аудіогіди для музеїв. Так, для навігації на відкритому просторі Музею народної архітектури та побуту Середньої Наддніпрянщини можуть використовуватися GPS-координати, а при відвідуванні експозицій тематичних музеїв Заповідника – QR-коди та звичайні «номерки»¹⁷.

Утім, орієнтуючись на розвиток започаткованих інноваційних тенденцій, не менш перспективним вбачається впровадження перегляду експозицій музеїв і об'єктів НІЕЗ «Переяслав» із застосуванням мобільного додатка з доповненою реальністю (AR-технологія). Він є одним із різновидів комплексного використання QR-кодів та інших маркерів доповненої реальності в музейній сфері. Зокрема, попередньо розроблене для пріоритетних об'єктів Заповідника, це програмне забезпечення (AR-додаток) дозволить при огляді експозицій розширити межі видимого людиною, взаємодіючи з об'єктами реального світу через смартфон чи окуляри доповненої реальності. Такий пристрій за допомогою камери, датчиків (GPS-приймач, акселерометр, гіроскоп, цифровий компас) та інтерфейсів (Wi-Fi, Bluetooth, GPS) розпізнає об'єкти чи спеціальні маркери на них і експонатах, а також координати розташування відвідувача¹⁸. Функцію маркера можуть виконувати: 1) радіомаяк зі спеціальним чипом, зона дії якого поширюється на конкретну експозиційну площу; 2) QR-код; 3) зображення об'єкта чи експоната, що, потрапивши до об'єктива камери, відразу трансформується програмою в 3D-форми та ідентифікується з попередньо внесеними параметрами цього об'єкта-маркера¹⁹. Загалом же арсенал маркерів доповненої реальності є досить широким²⁰, що дозволяє гнучко їх використовувати в інноваційній діяльності НІЕЗ «Переяслав».

Далі, коли відвідувач входить у зону взаємодії з маркерами, пристрій, розпізнавши їх, може активувати тематично орієнтований контент, який віртуально прив'язаний до відповідних об'єктів чи експонатів на визначених ділянках експозиції. Цим контентом можуть бути: аудіофайли, розширена інформація у текстовому форматі, зображення,

¹⁶ Izi.Travel. [Амстердам] : IZITEQ B.V., [2016]. URL: <https://izi.travel/ru/o-nas#contacts> (дата звернення: 29.02.2016).

¹⁷ Кузьменко А. Зазнач. твір. С. 154.

¹⁸ Доповнена реальність: як пристрої розширюють межі сприйняття / TechToday. 22 черв. 2014 р. URL: <https://techtoday.in.ua/reviews/dopovnena-realnist-yak-pristroyi-rozshiryuyut-mezhi-spriynnyattya-25994.html> (дата звернення: 02.03.2018).

¹⁹ Литвиненко І. Зазнач. твір.

²⁰ Кравчук С. Зазнач. твір.

відео, графіка, віртуальні об'єкти, що в режимі реального часу накладаються поверх відеопотоку на дисплеї, а також відтворюються іншими інструментами пристрою²¹.

Досить ефективним вбачається поєднання AR-технології та indoor-карт²² у сегменті навігації територією Заповідника й у приміщеннях його музеїв. Так, зручна візуалізація маршруту за допомогою стрілок напрямку руху та віртуальних міток і ярликів дозволить відвідувачам оптимально обирати пересування експозиціями у власному темпі, без допомоги екскурсовода та відтворювати медіаконтент, прив'язаний до визначених музейних пам'яток і об'єктів.

Однією з можливостей indoor-додатка, що розширює перспективи оптимізації маркетингових каналів взаємодії закладу з відвідувачами, є доступ до аналітичної інформації та деталізованої статистики відвідувань музеїв і об'єктів НІЕЗ «Переяслав». Так, опираючись на зібрані за допомогою додатка дані про потоки відвідувачів й переміщення обслуговуючого персоналу, можна зробити вичерпний аналіз у різних розрізах, акумулювавши його результати у відповідні теплові карти²³. Зокрема, наведена технологія музейної роботи дає змогу визначити як виграшні експозиційні рішення, що стають визначальними для привернення уваги відвідувачів, так і невдалі, які ніби ховають експонати в загальній структурі експозиції²⁴. Наприклад, на основі інформації про час перебування відвідувачів на різних ділянках будівлі музею, їх концентрацію та швидкість переміщення, програма допоможе визначити такі основні емоції як увага, нудьга, азіотаж, розгубленість, цілеспрямованість, які, ймовірно, супроводжують екскурсантів під час руху експозиціями²⁵. Таким чином, отримана аналітична інформація, розкриваючи важливі складові емоційної палітри, на якій переважно ґрунтується взаємодія відвідувача з музеєм, може виступати одним із ключових дороговказів на шляху створення нових експозицій у Заповіднику та ефективного оновлення вже існуючих.

Іншою перспективою застосування AR-технології є розроблення спеціалізованого програмного забезпечення для людей з обмеженими

²¹ *Липак О. А.* Знач. твір.

²² Государственный музей А. С. Пушкина / [ООО «Индорс Навигейшн»]. [Москва], 2021. URL: <https://indoorsnavi.pro/portfolio-items/pushkin-ru/> (дата звернення: 01.03.2021).

²³ Сервис навигации в помещениях с набором аналитических и рекламных инструментов / [ООО «Индорс Навигейшн»]. Москва, 2021. URL: <http://indoorsnavi.su/#> (дата звернення: 04.06.2021).

²⁴ Состоялась презентация «тепловой карты» музея / Государственный музей изобразительных искусств им. А. С. Пушкина. Москва, 04.03.2017. URL: <http://www.arts-museum.ru/news/archive/2017/03/heatmap/index.php> (дата звернення: 12.06.2018).

²⁵ Там само.

можливостями²⁶. Наприклад, поєднання доповненої реальності з сурдоперекладом, який, будучи інтегрованим із віртуальним контентом експозицій музеїв та об'єктів НІЕЗ «Переяслав», зробить останні доступними для відвідувачів із порушеннями слуху. Втілення цієї технології дозволяє збільшити число потенційних відвідувачів закладу за рахунок дієвого механізму надання послуг цій категорії людей.

Однією з опосередкованих форм популяризації Заповідника може бути використання попередньо розроблених логотипів його музеїв у якості маркерів доповненої реальності²⁷. Такі логотипи-маркери, розміщені на друкованій та рекламній продукції, що реалізується закладом, зчитуватимуться камерою мобільного пристрою й за допомогою встановленого на ньому спеціального AR-додатка розшифровуватимуть для потенційного відвідувача актуальну інформацію про той чи інший музей або об'єкт НІЕЗ «Переяслав».

Серед різноманітних видів AR-контенту очевидні перспективи передбачає застосування цифрових 3D-моделей, які є найбільш інформативними та відповідно затребуваними для майбутніх відвідувачів Заповідника. Зразком такого програмного забезпечення може стати використання технології трансформування 2D-образів у їх 3D-версії²⁸, що концептуально є найспорідненішим віртуальним доповненням свого фізичного вихідника. Цифрова історична реконструкція у цьому форматі передбачає створення об'ємної моделі обличчя людини на основі лише одного-єдиного площинного зображення. Технологія найбільш ефективно реалізується на платформі штучного інтелекту, який застосовує для аналізу спеціалізовану нейромережу, що працює за принципом біологічних моделей. Також створені тривимірні моделі можна експортувати до відповідних форматів для їх наступної публікації в мережі Інтернет чи друкування на 3D-принтері²⁹.

Зокрема, зазначена розробка дозволить виграшно презентувати колекцію портретів, які знаходяться в експозиціях музеїв та у фондОВОМУ зібранні НІЕЗ «Переяслав». Серед них – полотна, малюнки й фото із зображеннями таких відомих постатей, як: Богдан Хмельницький,

²⁶ Мельник О. Білоруси запустили технологію розпізнавання мови жестів зі смартфона / Na chasi. 16.11.2017. URL: <https://nachasi.com/2017/11/16/bilorusy-zapustily-tehnologiyu-rozpiznavannya-movy-zhestiv-zi-smartfonu/> (дата звернення: 10.09.2018).

²⁷ Как мы научили iPhone футбольные клубы распознавать / Habr. [Москва], 22 апр. 2015. URL: <https://habr.com/company/dataart/blog/256385/> (дата звернення: 12.06.2017).

²⁸ Исаков С. Метод создания 3D-аватара на основе одной фотографии / Neurohive. [СПб.], 14 июля 2018. URL: <https://neurohive.io/ru/papers/noveshij-metod-sozdaniya-3d-avataara-na-osnove-odnoj-fotografii/> (дата звернення: 03.08.2018).

²⁹ Михайленко А. В. Зазнач. твір. С. 157.

Арсеній Берло, Григорій Сковорода, Осип Бодяньський, Тарас Шевченко, Павло Житецький, Шолом-Алейхем, Володимир Заболотний, а також картинна галерея учасників боїв на Букринському плацдармі. До числа додаткових опцій створеного ІТ-продукту можливо включити алгоритм визначення орієнтовного віку особи в той період її життя, коли вона була зображена на портреті чи фото. Загалом цей підхід спрямований на поглиблення реалістичності сприйняття образів вказаних вище історичних постатей та покликаний розширити аудиторію потенційних відвідувачів закладу, спонукаючи їх до безпосереднього знайомства з музейними колекціями. У перспективі затребуваність цього програмного забезпечення зростатиме, оскільки додатки з аналогічною функцією набувають все більшої популярності як серед різних соціальних та вікових груп населення, так і в науковому середовищі³⁰.

Також одним із продуктивних напрямів використання штучного інтелекту в програмному забезпеченні цього сегменту стане застосування софту на кшталт WND-CHARM, розробленого свого часу для вивчення біомедичних зображень³¹. Завдяки йому, приміром, вдасться створити кладограму – дерево схожості різних художників і митців, роботи яких презентовані в музеях закладу. Результати таких обчислень стануть у нагоді тим відвідувачам і фахівцям, які націлені на більш поглиблене вивчення й аналіз предметів мистецтва з фондового зібрання Заповідника.

Цікавою з точки зору впровадження є інновація, яка здатна у віртуальному форматі буквально «оживлювати» персонажі на картинах і інших зображеннях чи скульптурних роботах, з якими взаємодіє відвідувач музею³². Зважаючи на достатню представленість таких предметів у фондових групах НІЕЗ «Переяслав», застосування цієї технології, аналогічно з попередньою, має широкі перспективи. Суть розробки полягає у тому, що образ площинної фігури тієї чи іншої постаті аналізується спеціальною програмою, яка виділяє окремі частини тіла та фіксує на відповідних її ділянках опорні точки, що дозволяють змоделювати подальший рух віртуальної 3D-моделі об'єкта. Зокрема, кожного персонажа, який приміром «вибігає» чи «вистрибує» за межі полотна картини, відвідувач зможе буквально роздивитися з усіх боків. Ефективність використання технології варіюватиметься в залежності від обраного AR-обладнання.

³⁰ Нейромережа: машинний інтелект у смартфоні / Korrespondent.net. Київ, 28 січ. 2017 р.. URL: <https://ua.korrespondent.net/tech/science/3806682-neiromerezha-mashynnyi-intelekt-u-smartfoni> (дата звернення: 16.10.2017); *Мурігін К. В.* Зазнач. твір.

³¹ *Гаврилов Є.* Зазнач. твір.

³² Учені створили алгоритм, який «оживлює» людей на фото та картинах (відео) / Файненс.юа. Київ, 10.12.2018. URL: <https://news.finance.ua/ua/news/-/440148/ucheni-stvoryly-algorytm-yakyj-ozhyvlyuye-lyudej-na-foto-ta-kartynah-video> (дата звернення: 15.01.2019).

Практичним рішенням стане включення до композицій з «оживлених» із полотен, зображень чи скульптур віртуальних постатей також й інших об'єктів доповненої реальності у вигляді сувенірної та друкованої продукції, пропонованої Заповідником, яка тематично вписана у відповідні змодельовані сюжети. Завдяки інтегрованій опції інтерактивної взаємодії відвідувача з цим видом AR-контенту, який презентує зазначені вище товари, їх відразу можна буде замовити та придбати на сайті Заповідника у процесі перегляду експозицій.

Інструментарій доповненої реальності якнайкраще допоможе розкрити глибину задуму монументальних композицій, які інтегровані до внутрішнього простору окремих музеїв НІЕЗ «Переяслав» та підкреслюють ідейний задум їхньої основної експозиції. Характерним прикладом таких творчих рішень є авторська концепція світобудови, створена київським художником-монументалістом Павлом Тараненком в інтер'єрі Музею історії Української Православної Церкви³³. Зокрема, свої філософські пошуки космогонічної еволюції і розвитку цивілізації у Всесвіті митець втілює у форматі об'ємно-планувальної структури підкупольного простору церкви, оформленого ним із застосуванням унікальної живописної техніки. Важливими колористичними й функціональними акцентами всіх 3-х тематичних блоків композиції є розписане художником засклення вікон, що залишає незабутнє враження від особливих світлових ефектів при спогляданні сповнених символізму образів. У монументальному творі широко використані медитативні схеми й елементи, що мають часткову композиційну спорідненість із тибетськими мандалами³⁴ та адаптовані до архітектури українського дерев'яного храму.

Основними засобами виразу замислу П. Тараненка стало компонування площинних зображень у єдину структуру, витончено вписану в геометрію кожного із 3-х підкупольних восьмимериків. Однак, у залежності від обраного місця й кута огляду експозиції відвідувачем, проявляється ефект перекривання окремих її ділянок розташованими ближче елементами конструкції будівлі, що унеможливорює вичерпне сприйняття твору. У цьому контексті далеко не останню роль відіграє й рівень інтенсивності природного освітлення, яке залежить від пори року та часу доби.

Виходячи із зазначеного вище, одним із засобів максимально повного розширення інформативності монументальної композиції може

³³ Музей історії Української Православної Церкви : Про музеї. [Переяслав] : НІЕЗ «Переяслав», 2014. URL: <https://niez.com.ua/museums/about-museum/599-музей-історії-української-православної-церкви> (дата звернення: 19.05.2017).

³⁴ Тараненко Павло Вадимович / НАН України, НБУВ, Ін-т біограф. дослідж. НБУВ // Українська біографістика : Зб. наук. праць. Київ, 1999. Вип. 2. С. 146.

виступити AR-технологія. Вона дозволить «розшарувати» й деталізувати всі багатогранні аспекти замислу митця та реалізувати їх яскраву просторову презентацію. Очевидно, що найбільш трудомним процесом при вирішенні цього завдання стане трансформування площинного змісту живопису у цифрові 3D-об'єкти. Вже скомпоновану з них віртуальну архітектоніку слід підпорядкувати низці тематичних напрямів, відображених художником у його розписах. Так, виступаючи базовими прообразами для актуальних у сучасній науці тенденцій, вони, приміром, можуть включати такі сюжети, як: «Зодіакальні сузір'я»; «Еволюція космогонічних знань»; «Метаморфози Всесвіту та циклічність цивілізацій у ньому»; «Сакралізація космічних першопроходців і вшанування героїв минулих цивілізацій»; «Перетворення людства на мультипланетарний вид».

Обов'язковим сегментом розроблюваних AR-продуктів, що концептуально тісно споріднені з експозиціями Заповідника, повинно бути створення віртуальних 3D-копій низки сюжетно пов'язаних із ними об'єктів. У залежності від тематики музею чи пам'ятки, ними можуть виступати просторові цифрові моделі наявних музейних предметів із фондової колекції НІЕЗ «Переяслав», віддалених археологічних об'єктів чи зниклих архітектурних пам'яток. Включення цих елементів за допомогою технології доповненої реальності сприятиме розширенню й завершеності картини сприйняття кожної з фізичних експозицій у процесі знайомства з ними.

Багату палітру можливостей у цьому плані розкриває Музей космосу, де міститься ціла плеяда унікальних експонатів, які є концентрацією технологічності й функціональності³⁵. Очевидно, що для повного розуміння відвідувачами всіх процесів, пов'язаних із роботою космічних апаратів, пристроїв, обладнання, спорядження та особливостей їх взаємодії з людиною й системами, необхідна додаткова візуалізація. У нагоді тут якраз і стане AR-технологія, що дозволить змодельовати інформативні тематичні блоки, серед яких: конструкція ракетного двигуна та віртуальна демонстрація його роботи; здійснення пуску ракети зі стартового майданчика на космодромі; виведення на орбіту першого штучного супутника Землі; будова скафандра та принцип його функціонування; приземлення спускового апарата з екіпажем; стикування орбітального відсіку космічного корабля; спуск модуля автоматичної станції на Венеру; етапи запуску, посадки й дослідницької роботи місяцехода; просторова реконструкція космічних об'єктів на основі зображень і даних досліджень, отриманих із міжпланетних апаратів.

Також AR-об'єкти значно полегшать візитерам Археологічного музею сприйняття загального вигляду середньовічного Пере-

³⁵ Вовкодав С. М. До питання функціонування музею космосу НІЕЗ «Переяслав» у приміщенні церкви св. Параскеви. С. 75.

яслава та системи його планування й забудови³⁶. Так, використання цифрових 3D-реконструкцій, включених до відповідного додатка, уможливить повноцінне представлення всього комплексу сакральних, господарських, адміністративних будівель і оборонних споруд, розкопаних та ідентифікованих науковцями на території давньоруського міста. Сюди ж доречно застосувати просторово-часову схему поступового заселення й формування міста. Більшу деталізацію продемонструють репрезентативні моделі усіх стадій будівництва окремих пам'яток, із розкриттям їхніх конструктивних особливостей. У руслі візуалізації тематичних блоків музею окреме місце слід приділити й цифровому просторовому моделюванню тактичних прийомів і технічних засобів, застосованих військами Батия під час облоги Переяслава. Помітний потенціал для «оживлення» в додатках доповненої реальності містить і експонований у музеї унікальний комплекс археологічних знахідок періоду від XV–XII тис. до н. е. до середини XIII ст.

Розвиваючи напрям відтворення просторових моделей із площинних зображень, варто звернутися до проблематики Музею-діорами «Битва за Дніпро в районі Переяслава і створення букринського плацдарму восени 1943 року», в якому знаходиться значне число образів такого типу³⁷. При реалізації AR-технології на його базі слід зосередитися на історичній 3D-реконструкції зразків техніки, озброєння та амуніції радянської й німецької армій, візуалізація яких широко представлена в експозиції музею. У процесі ж безпосереднього споглядання полотна й натурного плану за допомогою пристроїв доповненої реальності особливе практичне значення матиме програмне накладання віртуальних схем і карт переміщення військ та демонстрування основних етапів ведення бойових дій в динаміці.

Одним із перевірених методів, що дозволяє побудувати зазначені вище об'єкти, є створення 3D-моделі за фотозображеннями (фотограмметрія)³⁸. Він, зокрема, передбачає такі етапи: 1) фотографування об'єкта послідовно, з різних ракурсів, таким чином, щоб до об'єктива потрапили абсолютно всі його важливі деталі; 2) завантаження отриманих фото у спеціалізовану програму та генерація відповідної 3D-моделі об'єкта за допомогою щільної хмари точок; 3) накладання текстур на отриману модель; 4) маркування 3D-моделей необхідними інформаційними мітками³⁹.

³⁶ Колибенко О., Павленко С. Зазнач. твір.

³⁷ Бойко Н. Зазнач. твір. С. 72.

³⁸ Михайленко А. В. Зазнач. твір. С. 156–157; Гринько Я. Зазнач. твір.

³⁹ Боднар С. П., Білоус В. В. Зазнач. твір; Музей ім. О. Блещунова / Aero3d. Engineering. URL: <https://aero3d.com.ua/3d-modeljuvannja/bleshchunovamuseum/> (дата звернення: 23.11.2020).

Власне для побудови цифрових 3D-моделей реальних архітектурних та археологічних пам'яток і об'єктів, інженерних споруд, устаткування, техніки, транспорту, пристроїв, що експонуються у НІЕЗ «Переяслав» на відкритій місцевості, найефективнішим стане застосування спеціалізованих дронів для 3D-картографування. Завдяки сучасному обладнанню та програмному забезпеченню ця технологія є оптимальним варіантом із точки зору співвідношення затрат на проведення сканування вказаних об'єктів до ефективності від використання отриманих даних у процесі здійснення їх 3D-реконструкцій⁴⁰.

Значні можливості для збереження й відтворення архітектурного вигляду історичних будівель і споруд НІЕЗ «Переяслав» відкриває технологія наземного лазерного сканування (далі – НЛС)⁴¹. Так, унікальний комплекс пам'яток архітектури Заповідника, що перебуває в умовах невинного руйнування під впливом навколишнього середовища, потребує застосування особливих методів роботи з його об'єктами. Найперше вони передбачають проведення систематичного моніторингу з фіксуванням стану збереження пам'яток та визначенням обсягу необхідних реставраційно-ремонтних робіт⁴². Вирішити ці завдання ефективно допомагає НЛС, що на сьогодні відноситься до найбільш високопродуктивних засобів отримання точних і найповніших просторових даних про архітектурні об'єкти⁴³. Саме ця технологія дає змогу оперативно визначити геометрію пам'яток архітектури НІЕЗ «Переяслав», провести 3D-документування результатів, а також створити цифрові 3D-моделі цих об'єктів, які можна широко використовувати надалі. У результаті застосування НЛС суттєво полегшить роботу, оскільки, для прикладу, отримання таких даних традиційними методами обмірних робіт зайняло б набагато більше зусиль та часу.

Для найбільш точного й оперативного сканування територій, на яких розташовані архітектурні та археологічні пам'ятки Заповідника, за аналогією із виконанням описаних вище фотограмметричних ро-

⁴⁰ Крупномасштабные геодезические работы и фотограмметрия с помощью дронов / SKYMEC. Дистрибуция и интеграция беспилотных решений. Москва, 2021. URL: <https://skymec.ru/blog/drone-use-cases/promyshlennost/krupnomasshtabnye-geodezicheskie-raboty-i-fotogrammetriya-s-pomoshchyu-dronov/> (дата звернення: 23.07.2021).

⁴¹ Глотов В., Марусаж Х. Зазнач. твір.

⁴² Концепція державної політики реформування сфери охорони нерухомої культурної спадщини / Міністерство культури України : Офіційний сайт. [Київ], 2018. URL: http://mincult.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=245358162 (дата звернення: 19.10.2018).

⁴³ Малицький А., Голубінка Ю., Бубняк І., Бубняк А. Зазнач. твір; Принцип лазерного сканування / Навігаційно-геодезичний центр. Майстер-представник Leica Geosystems в Україні. [Київ], 2021. URL: https://ngc.com.ua/ua/info/whats_hds.html (дата звернення: 29.08.2021).

біт, можливе застосування ультрапортативних лазерних сканерів, що встановлюються на дронах відповідного призначення⁴⁴. Одним із далекосяжних напрямів використання цієї технології може стати повномасштабне сканування території Музею народної архітектури та побуту Середньої Наддніпрянщини. Беручи до уваги помітну концентрацію унікальних архітектурних пам'яток, зібраних на єдиній території, повітряне лазерне сканування дозволить відносно швидко отримати цілісну картину розташування об'єктів та зняти їхні параметричні дані. Здобута інформація стане цінним матеріалом для розроблення масштабної просторової моделі всього музейного комплексу під відкритим небом. Зокрема, на основі зазначених даних вдасться також створити цілу галерею з окремих цифрових копій архітектурних об'єктів, які можна інтегрувати до різноманітних сценаріїв перегляду в AR-додатках.

Особливі перспективи використання потенціалу 3D-моделювання розкриваються при розробленні наукових реконструкцій зруйнованих та частково зруйнованих архітектурних і археологічних пам'яток, що перебувають у структурі Заповідника. Окремої уваги в цьому контексті заслуговують такі музеєфіковані об'єкти, як: залишки Спаської церкви-усипальні XI ст., залишки Михайлівського собору XI ст., залишки дерев'яних зрубів житлово-господарського комплексу XI ст. із Київського Подолу⁴⁵.

Спираючись на відомості з наукових досліджень⁴⁶, убачається здійсненним виконання повномасштабних AR-реконструкцій зазначених об'єктів. Вони дозволять відтворити екстер'єр і інтер'єр будівель, із відповідною деталізацією об'ємів, текстур, фактур, кольорів, та поєднати їх у комплексі в єдину просторову модель. Накладені на збережені залишки, ці цифрові моделі стануть їх віртуальним продовженням, що демонструватимуться через пристрої доповненої реальності. Завдяки прив'язуванню до місцевості надійними маркерами можна буде «спостерігати» кожен реконструйований будівлю в реальному масштабі з будь-якої точки видимості – як ззовні павільйону музею, так і зсередини (у випадках можливості фізичного перебування відвідувача в павільйоні). Таким чином, застосування зазначеного сегмента AR-тех-

⁴⁴ RIEGL VUX-1UAV / RIEGL. Laser Measurement Systems GmbH. [Horn], 2021. URL: <http://www.riegl.com/products/unmanned-scanning/riegl-vux-1uav/> (дата звернення: 16.07.2021).

⁴⁵ Бузян Г. М. І. Сікорський та археологія Переяславщини 50–80-х рр. XX ст. ... С. 65, 70; Її ж. І. Сікорський та етапи становлення археологічного розділу Музею народної архітектури та побуту Середньої Наддніпрянщини НІЕЗ «Переяслав»... С. 21, 25, 33.

⁴⁶ Каргер М. К. Указ. соч. С. 11–20; Асеев Ю. С., Харламов В. А., Сикорський М. И. Указ. соч.; Чукова Т. А. Указ. соч.; Трофіменко Г. В. Зазнач. твір. С. 4–15; Толочко П. П., Гупало К. М., Харламов В. О. Зазнач. твір; Харламов В. О. Зазнач. твір.

нології забезпечить ефектну візуалізацію й презентацію втраченої архітектури давньоруського періоду.

За допомогою технології доповненої реальності окремі музеї НІЕЗ «Переяслав» можливо обладнати одним із різновидів віртуальної приміркової, в якій спеціальні камери та обладнання розпізнають обличчя й фігуру людини, а AR-додаток програмно накладає цифрові 3D-копії речей на відображення тіла⁴⁷. Зокрема, багата колекція з унікальних зразків чоловічого й жіночого одягу XVIII – XX ст., що знаходяться в запасниках Заповідника⁴⁸, несе значний потенціал проведення їх віртуальних та фізичних реконструкцій і копіювання. Наприклад, відвідувачу вдасться зробити цифрове фото у змодельованому за вказаною методикою національному костюмі або іншому вбранні, що презентує регіон Середньої Наддніпрянщини того чи іншого історичного періоду.

Приведена технологія зарадить й у випадку підбору необхідного розміру зазначених костюмів, коли в асортименті товарів Заповідника будуть представлені їхні фізичні копії, відтворені руками сучасних майстрів чи на підприємствах легкої промисловості. Презентацію ж цифрових екземплярів таких речей доречно супроводжувати цікавими відомостями про середовище їх побутування та розкривати культурно-історичний контекст. Ефективним засобом тут стане залучення вже розроблених віртуальних 3D-образів історичних персонажів, пов'язаних із регіоном, для безпосереднього моделювання на них зразків вбрання, що реалізується. Інтегруючи до спеціалізованого додатка чи на веб-сторінку магазину НІЕЗ «Переяслав» довідкову інформацію про товар, особливу увагу при її оформленні слід надавати стилізованому й доступному для сприйняття дизайну, що підтримуватиме загальну концепцію продукту.

Очевидно, затребуваною опцією у такому виді послуг буде й можливість здійснювати пошив стилізованого одягу під індивідуальні замовлення чи навіть розробки дизайну. У цьому випадку розміри клієнта також зручно попередньо знімати у віртуальній примірочній, або дистанційно, за допомогою спеціально розробленого софту. Сюди слід включити й сервіс із швидкого пошуку в переліку пропонованого Заповідником реконструйованого вбрання необхідного екземпляра, який

⁴⁷ Віртуальна примірка AR / LOOKINAR. [К., Дубаї], 2020. URL: <https://lookinar.com/uk/project/ar-try-on-app/> (дата звернення: 05.04.2020); Доповнена реальність в ритейлі: як працюють «розумні» дзеркала / EVEREST. [К.]. URL: <https://www.everest.ua/dopovnena-realnist-v-rytejli-yak-praczuuyut-rozumni-dzerkala/> (дата звернення: 08.06.2021).

⁴⁸ Експозиції музею одягу відновлять у новому приміщенні : Адміністрація НІЕЗ «Переяслав» / Офіційний сайт Переяславської міської ради та виконавчого комітету. [Переяслав-Хмельницький], 03.01.2019. URL: https://phm.gov.ua/?p=44813&fbclid=IwAR1DDi1_rmKFwFe5kWtxAzC9t-Iiwv8L4DkhCTv0B73GOBnRLxKx9i5jo2E (дата звернення: 10.03.2019).

буде ідентифіковано, приміром, із надісланими замовником зображеннями із зразками. Обов'язковою умовою реалізації програмного забезпечення наведеного виду, що так чи інакше втручається у приватність осіб, які його застосовують, повинно стати дотримання всіх аспектів відповідних норм законодавства⁴⁹.

Наступний шабель реалізації вказаного вище напряму AR-технології пов'язаний із використанням одного з її різновидів – змішаної реальності (MR-технології). Зокрема, завдяки спеціальним окулярам чи пристроям, обладнаним наборами сенсорів, що зчитуватимуть анатомічні й біомеханічні параметри тіла відвідувача⁵⁰, вдасться здійснити його віртуальне «одягання» у реконструйоване вбрання тієї чи іншої історичної епохи, яке буде споглядатися у русі. Відтворені одяг, взуття, знаряддя праці, прикраси, аксесуари, зброя представлятимуться у тому числі й цифровими 3D-копіями музейних предметів НІЕЗ «Переяслав», що тематично відповідають часу і регіону, до яких вони належать. Wow-ефект від віртуальної динамічної взаємодії із реконструйованим вбранням доречно пролонгувати в інтегрованій у MR-додаток опції. Вона дозволить у ході перегляду додавати до кошика замовлень фізичні копії зазначених предметів, які можна придбати в інтернет-крамниці чи торгових точках закладу. Найдоступнішим способом реалізації таких покупок стане 3D-друк із вже приведених просторових моделей, розроблених в універсальному форматі.

Загалом, широкий тематичний спектр об'єктів Заповідника, що презентують всі хронологічні відтинки історії України, розкриває необмежені можливості для створення образів змішаної реальності на базі кожного з них. Застосувавши таку технологію, наприклад, на території Музею народної архітектури та побуту Середньої Наддніпрянщини, відвідувач у звичному режимі зможе знайомитися з екстер'єром та експозиціями хат, церков, млинів, господарських будівель, панорамами дворів, археологічних та інших об'єктів. Однак, переводячи при цьому «погляд» крізь пристрій на своє тіло, чи на інших екскурсантів, він по-

⁴⁹ Віртуальне життя: Приміряти кросівки від Gucci тепер можна дистанційно / Investory News. Медіатека інвестиційних ідей, 28 черв. 2019. URL: <https://investory.news/virtualne-zhittya-primiryati-krosivki-vid-gucci-teper-mozhna-distancijno/> (дата звернення: 17.08.2019); Онлайн-примірка та доставка дроном: як технології змінюють шопінг і де їх можна затестити / bit.ua. [2019]. URL: <https://bit.ua/2019/09/shoping-majbutnogo/> (дата звернення: 06.09.2019); *Ортинська М.* Кому належить віртуальний одяг? VR і AR у fashion з точки зору інтелектуальної власності / НВ Бізнес. [К.] : МЕДІА-ДК, [15 берез. 2021]. URL: <https://biz.nv.ua/ukr/experts/virtualniy-odyag-vr-i-pravo-intelektualnojivlasnosti-ostanni-novini-50147689.html> (дата звернення: 27.04.2021).

⁵⁰ *Constine J.* Imverse's groundbreaking mixed reality renders you inside VR / TechCrunch. Verizon Media, Jan. 30, 2018. URL: <https://techcrunch.com/2018/01/30/imverse-mixed-reality/> (дата звернення: 04.02.2019).

бачить вбрання персонажів, які хронологічно та тематично відносяться до відповідного історичного періоду. Так, програмне опрацювання оточуючої реальності дозволить візитеру побути у цифрових аватарах давньої людини, трипільського землероба, скіфа, половця, полянина, давньоруського князя, монгольського хана, козака, селянина, ремісника, шинкаря, сільського старости, поміщика, священника, космонавта тощо.

Розширення інструментарію просування до споживача послуги такого «костюмування» можливе і через позиціонувати її як випробувального майданчика перед замовленням найбільш підходящого для пошиття зразка одягу – копії цього ж програмно «надагнутого» віртуального вбрання. Так, моделюючи свій образ безпосередньо у віртуальному костюмі в динаміці, при цьому перебуваючи у контексті реального середовища, клієнту вдасться здійснити найефективнішу його примірку. Відповідно, це автоматично скоротить число повернень замовлень товарів, які не підійшли та оптимізує окреслений сегмент торгівлі, здійснюваної закладом. Також, завдяки яскравій інтерактивній презентації зазначені історичні реконструкції додатково ангажують коло зацікавлених осіб у проблематику Заповідника й познайомлять їх із результатами наукових досліджень, втіленими при розробленні зазначених цифрових моделей вбрання.

Принагідно слід зауважити, що навіть за умови проведення масштабної цифрової реконструкції, представленої тематичними галереями з окремих об'єктів і персонажів, такий підхід залишає ефект розрізненості і фрагментарності при їх сприйнятті споживачами розробленого контенту. Тому, з метою максимально реалістичного занурення відвідувача в атмосферу тієї чи іншої історичної епохи, представленої експозиціями Заповідника, та відтворення середовища побутування окремих музейних предметів, архітектурних й археологічних об'єктів, логічним буде застосування комплексного підходу, який слід закладати вже на етапі розроблення програмного забезпечення⁵¹. Зокрема, використання доповненої реальності тут можливе у плані віртуального накладання змодельованих театралізованих сценок із життя й побуту як різних верств населення Середньої Наддніпрянщини, так і видатних постатей, пов'язаних із регіоном. У залежності від того, на базі якого з музеїв НІЕЗ «Переяслав» використовуватиметься цей різновид AR-середовища, тематична спрямованість таких постановок повинна чітко гармо-

⁵¹ 12 кращих SDK-пакетів доповненої реальності : BLOG / [Ulab, СумДУ]. [Суми] : Sumy State University, 2021. URL: <https://ulab.sumdu.edu.ua/uk/12-krashhih-sdk-paketiv-dopovnenoj-realnosti> (дата звернення: 15.08.2021); Voropaev P. AR Synchronization System by Prisma / [Medium]. May 7, 2018. URL: <https://blog.prismalabs.ai/ar-synchronization-system-by-prisma-3c41ff55a2a7> (дата звернення: 16.12.2019).

ніювати з концепцією відповідної експозиції та орієнтуватися на відтворення автентичних елементів української культури.

Незважаючи на безперечну перспективність застосування доповненої реальності на об'єктах Заповідника, одним із відкритих питань щодо її імплементації залишається забезпечення відвідувачів необхідним обладнанням. Альтернативними напрямками його розв'язання можуть виступити технології, які «вписують» віртуальні елементи в оточуючий простір без використання портативних AR-пристроїв і спеціального обладнання.

Серед найдоступніших варіантів тут можна розглядати голографічні проєктори, що дозволяють демонструвати у т. ч. й тематичний 3D-контент⁵². Очевидно, у наведеному сегменті доповненої реальності досить захоплюючим для відвідувача буде знайомство й з динамічними AR-об'єктами, які несподівано з'являються у ході огляду експозиції на абсолютно прозорих, непомітних панелях, на зразок Pepsi Max⁵³, що гармонійно вписані в простір музеїв чи території Заповідника. За наявності необхідного фінансування залучення технічних новинок такого зразка відіграє важливу роль актуальної промоакції, виступаючи характерним символом технологізації музейної сфери на регіональному та загальнодержавному рівнях.

Далекосяжним різновидом застосування цього вектора інновацій може стати інсталяція пристрою для «голопортації» в приміщення одного з найбільш відвідуваних музеїв Заповідника⁵⁴. Таке обладнання, окрім того, що в режимі реального часу відтворює цифрові 3D-копії людей у динаміці, має також значний потенціал для демонстрування цілої галереї історичних реконструкцій знакових постатей, пов'язаних із тематикою музеїв НІЕЗ «Переяслав» та історією Переяславщини. Розроблення гнучких алгоритмів їх взаємодії з відвідувачами, що діятимуть на базі штучного інтелекту, дасть змогу останнім максимально реалістично познайомитися із такими віртуальними просторовими образами,

⁵² Ремешило-Рибчинська О. І., Брич М. Т. Відтворення архітектурного образу втраченої пам'ятки за допомогою мультимедійних технологій (на прикладі церкви XVIII ст. у с. Підгірці) // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2013. № 757. С. 38.

⁵³ Доповнена реальність (Augmented Reality, AR) / LOOKINAR. [Київ, Дубаї], 12/05/2020. URL: <https://lookinar.com/uk/rozyasnennya/dopovnena-realnistaugmented-reality-ar/> (дата звернення: 19.10.2020); Чайківський Т., Дідич М. Експеримент із технологією доповненої реальності у вебi (front-end only) / DOU.ua. 7 квіт. 2016. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/web-ar/> (дата звернення: 04.12.2018).

⁵⁴ Хижняк Н. Зазнач. твір; У США створили технологію відеодзвінків через голограми / Chas News. [К.], [01 жовт. 2020]. URL: <https://chas.news/news/u-ssha-stvorili-tehnologiyu-videodzvinkiv-cherez-gologrami> (дата звернення: 06.03.2021).

як: Володимир Мономах, Юрій Долгорукий, Богдан Хмельницький, Іван Мазепа, Григорій Сковорода, Тарас Шевченко, Шолом-Алейхем, Володимир Заболотний, Михайло Сікорський та ін. При цьому, кожен із «аватарів» доречно наділити опціями, в яких вони у слушні моменти, у формі театралізованої комунікації, пропонуватимуть відвідувачу музейні послуги та зразки сувенірної й друкованої продукції, тематично пов'язані з їхньою особистістю і життєвим шляхом.

Не менш важливим є використання цієї технології науковцями для ефективного обміну широким арсеналом даних про музейні предмети, археологічні й архітектурні об'єкти НІЕЗ «Переяслав» у ході проведення наукових досліджень та презентації їх результатів⁵⁵. Це помітно оптимізує наукову комунікацію та сприятиме переходу її на більш високий рівень, розкриваючи нові обрії і перспективи наукових студій на базі закладу.

Утім, дійсно революційними у цьому напрямі можна вважати розроблення й удосконалення науковцями технології, яка проєктує зображення безпосередньо в повітрі. Її суть полягає у тому, що спеціальні фемтосекундні лазери іонізують молекули повітря, створюючи тим самим яскраві пікселі, які й утворюють ту чи іншу голограму⁵⁶. Вказана технологія може виступити унікальним інструментом, що яскраво доповнить попередньо реконструйовані науковцями і 3D-дизайнерами моделі систем світоглядних уявлень народів, які населяли Середню Наддніпрянщину в різні часи. Зважаючи на особливі світлові й фізичні ефекти, що виникають під час демонстрування голограм, варто підібрати відповідні, найбільш сумісні образи, які за своїми властивостями оптимально співвідноситимуться з можливостями описаної технології.

Одним із прикладів застосування більш просунутих зразків такого обладнання у майбутньому може бути презентація розробленої на основі наукових студій візуалізації динамічної 3D-схеми, що продемонструє процес успадкування в українських килимах, вишивках і ткацтві тієї ж форми графем, знаків і узорів, які були відображені ще на трипільській кераміці чи в зображеннях інших археологічних культур⁵⁷.

На сьогодні всі види зазначеного вище обладнання залишаються надто дорогими для бюджетних установ. Утім, в осяйній перспекти-

⁵⁵ Microsoft Mesh – нова платформа для взаємодії в змішаній реальності / TMGINFONET. [Півне], 2021-04-11. URL: <https://tmginfo.net/2021/04/microsoft-mesh-nova-platforma-dlya-vzaemodii-v-zmi/> (дата звернення: 09.07.2021).

⁵⁶ Фемтосекундные лазеры способны создавать осязаемые проекции прямо на молекулы воздуха / Habr. [Москва], 30 июн. 2015. URL: <https://habr.com/ru/post/381105/> (дата звернення: 17.11.2017).

⁵⁷ Давидюк В. Ф. Вибрані лекції з українського фольклору (в авторському дискурсі). Луцьк : Твердиня, 2014. С. 11; Романовський В. С. Зазнач. твір. С. 7–8.

ві, за рахунок передбачуваного попиту та зростання сфер його застосування, очікується розроблення більш доступних версій. Саме вони дозволятимуть ефективно демонструвати попередньо розроблений тематичний контент без використання відвідувачами спеціального додаткового обладнання. Інтеграція реконструйованих образів із нейронними мережами також розкриє нові можливості їх віртуальної взаємодії з візитерами музею. Інновації привертатимуть останніх та поступово компенсуватимуть затрати на придбання обладнання. Відповідно, охарактеризовані тенденції слід враховувати при розробленні базових цифрових об'ємних відбудов, які можна буде доопрацьовувати, удосконалювати та трансформувати у новіші формати, задля їх сумісності з пристроями таких типів та їх наступними версіями.

Загалом, окреслені види AR-технологій необхідно розвивати шляхом підпорядкування більш глобальним змінам, що найближчим часом очікувано відбудуться в площині застосування й урізноманітнення напрямів доповненої реальності. Один із них – технологія AR Cloud, яка невпинно рухається в бік створення програмної копії світу, формованої методом сканування фізичних предметів, на які накладаються елементи доповненої реальності⁵⁸. Приміром, у пам'ятко-охоронній роботі Заповідника зони охорони пам'яток за допомогою відповідного програмного забезпечення будуть віртуально зафіксовані в 3D-форматі безпосередньо на місцевості, а не лише на планах і в таблицях. Аналогічно, в ході проведення ремонтів, реконструкцій і реставрацій об'єктів культурної спадщини, фахівці НІЕЗ «Переяслав» зможуть віртуально презентувати всі етапи реалізації запланованих проєктів чи продемонструвати результати вже виконаних робіт.

При комплексному прогнозуванні оптимального сценарію упровадження AR-технологій на базі об'єктів НІЕЗ «Переяслав» необхідною умовою також стає орієнтування на можливу сумісність форматів розроблюваного контенту з радикально новими технологіями й обладнанням у перспективі. Найперше це пов'язано із закономірною потребою враховувати стрімкі тенденції еволюціонування обладнання й інтерфейсів для прямої взаємодії головного мозку людини з цифровою інформацією. На сьогодні найбільш прогресивними у цьому відношенні є розробки компанії Neuralink, яка активно впроваджує вживлення спеціального обчислювального пристрою-імплантата у тіло людини та орієнтована на його інтеграцію зі штучним інтелектом⁵⁹. Відповідно, така

⁵⁸ Как технологии AR Cloud меняют систему передачи и обработки информации / ЛАНИТ. Москва, 18.10.2019. URL: <https://www.lanit.ru/press/smi/kak-tekhnologii-ar-cloud-menyayut-sistemu-peredachi-i-obrabotki-informatsii/> (дата звернення: 25.02.2020).

⁵⁹ Breakthrough Technology for the Brain / NEURALINK. 2021. URL: <https://neuralink.com/> (дата звернення: 16.08.2021).

технологія націлена на поступове витіснення типових електронно-цифрових пристроїв для виведення контенту та поєднання їх функцій у єдиному нейронному чипі. Зважаючи на необмежені можливості комунікації, що розкривають вказані вище пристрої, вони в осяйному майбутньому очевидно замінять і всі існуючі різновиди AR-обладнання. Тому, розраховуючи витрати на розроблення й імплементацію в роботу Заповідника технології доповненої реальності та оцінюючи орієнтовні прибутки від цього, слід розуміти ризики, пов'язані з моральним старінням обладнання і програмного забезпечення, за посередництва яких і передбачається реалізація інновації.

REFERENCES

1. [Anonim] (1999). Taranenکو Pavlo Vadymovych. *Ukrainska biohrafistyka : Zbirnyk naukovykh prats*, 2, 145–147. [in Ukrainian].
2. 12 kraschykh SDK-paketiv dopovnenoї realnosti [12 best augmented-reality SDKs]. (2021). Retrieved from <https://ulab.sumdu.edu.ua/uk/12-krashhih-sdk-paketiv-dopovnenoї-realnosti> [in Ukrainian].
3. Aseev, Yu. S., Kharlamov, V. A. & Sikorskii, M. I. (1979). Issledovanie Mikhailovskogo sobora v Pereyaslave-Khmelnytskom [Study of the Mikhailovsky Cathedral in Pereiaslav-Khmelnytsky]. In *Slavyane i Rus (Na materialakh vostochnoslavianskikh plemen i Drevnei Rusi): Sbornik nauchnykh trudov*, 122–137. [in Russian].
4. Bodnar, S. P. & Bilous, V. V. (2009). Stvorennia obmirnykh kreslen pamiatnykiv arkhitektury metodamy tsyfrovoi fotohrammetrii [Creation of measurment drawings of architectural monuments by digital photogrammetry]. *Chasopys kartohrafii*, 14, 12–18. [in Ukrainian].
5. Boiko, N. (2010). Muzei-diorama «Bytva za Dnipro v raioni Pereiaslava-Khmelnytskoho i stvorennia bukrynskoho platsdarmu voseny 1943 roku Natsionalnoho istoryko-etnohrafichnoho zapovidnyka «Pereiaslav»: Do 35-richchia zasnuvannia ta diialnosti [Museum-diorama «Battle for the Dnipro in the Pereiaslav-Khmelnytsky area and the establishment of the Bukrin bridgehead in the autumn of 1943» of the National Historical and Ethnographic Skansen «Pereiaslav»: Commemorating the 35th anniversary of its foundation and activity]. *Kraieznavstvo*, 4, 69–75. [in Ukrainian].
6. Breakthrough technology for the brain. (2021). *NEURALINK*. Retrieved from <https://neuralink.com/> [in English].
7. Buzian, H. (2015). M. I. Sikorskyj ta etapy stanovlennia arkheolohichnoho rozdilu Muzeiu narodnoi arkhitektury ta pobutu Serednoi Naddnyprianschyny NIEZ «Pereiaslav» [M. I. Sikorsky and the stages of formation of the archaeological section of the Museum of Folk Architecture and Life of the Middle Dnieper NHER «Pereiaslav»]. *Pereiaslavika. Naukovi zapysky : Zb. nauk. st.*, 9 (11), 18–44. [in Ukrainian].
8. Buzian, H. (2017). M. I. Sikorskyi ta arkheolohiia Pereiaslavschyyny 50–80 kh rr. XX st. [M. I. Sikorsky and archaeology of Pereiaslav region in the 1950s–1980s] *Pereiaslavika. Naukovi zapysky: Zbirnyk naukovykh statei*, 12(14), 64–88. [in Ukrainian].

9. Chaikivskyi, T. & Didych, M. (2016). Eksperyment iz tekhnolohiieiu dopovnenoi realnosti u vebi (front-end only) [Experiment with augmented reality technology on the web (front-end only)]. Retrieved from <https://dou.ua/lenta/articles/web-ar/> [in Ukrainian].
10. Chukova, T. A. (2004). *Altar drevnerusskogo khrama kontsa X – pervoi treti XIII v.: Osnovnye arkhitekturnye elementy po arkheologicheskim dannym* [The altar of an old Russian temple of the end of the 10th – the first third of the 13th century: The main architectural elements based on archaeological data]. Sankt-Peterburg: Peterburgskoe Vostokovedenie. [in Russian].
11. Constine, J. (2018). Imverse's groundbreaking mixed reality renders you inside VR. Retrieved from <https://techcrunch.com/2018/01/30/imverse-mixed-reality/> [in English].
12. Davydiuk, V. F. (2014). *Vybrani leksii z ukrainskoho folkloru (v avtorskomu dyskursi)* [Selected lectures on Ukrainian folklore (in the author's discourse)]. Luts'k. [in Ukrainian].
13. Davymuka, S. A. & Fedulova, L. I. (2017). *Kreatyvnyi sektor ekonomiky: dosvid ta napriamy rozbudovy: monohrafiia* [Creative sector of the economy: experience and directions of development: monograph]. Lviv. [in Ukrainian].
14. Dopovnena realnist (Augmented Reality, AR) [Augmented Reality (AR)]. (2020). *LOOKINAR*. Retrieved from <https://lookinar.com/uk/rozyasnennya/dopovnena-realnistaugmented-reality-ar/> [in Ukrainian].
15. Dopovnena realnist v ryteili: yak pratsiuiut «rozumni» dzerkala [Augmented reality in retail: how «smart» mirrors work]. (2021). Retrieved from <https://www.everest.ua/dopovnena-realnist-v-rytejli-yak-praczyuyut-rozumni-dzerkala/> [in Ukrainian].
16. Dopovnena realnist: yak prystroi rozshyriuiut mezhi spryiniattia [Augmented reality: how devices extend the boundaries of perception]. (2014). Retrieved from <https://techtoday.in.ua/reviews/dopovnena-realnist-yak-pristroyi-rozshiryuyut-mezhi-spriynyattya-25994.html> [in Ukrainian].
17. Ekspozytsii muzeiu odiahu vidnovliat u novomu prymischenni [Expositions of the clothing museum will resume in the new place]. (2019). Retrieved from https://phm.gov.ua/?p=44813&fbclid=IwAR1DDi1_rmKFwFe5kWtAzC9t-Iiwv8L4DkhCTv0B73GOBnRLxKx9i5jo2E [in Ukrainian].
18. Femtosekundnye lazery sposobny sozdavat osyazaemye proekcii pryamo na molekuly vozdukha [Femtosecond lasers are capable of creating tangible projections directly onto air molecules]. (2015). Retrieved from <https://habr.com/ru/post/381105/> [in Russian].
19. Gosudarstvennyy muzei A. S. Pushkina [A. S. Pushkin State Museum]. (2021). Retrieved from <https://indoorsnavi.pro/portfolio-items/pushkin-ru/> [in Russian].
20. Havrylov, Ye. (2012). Shtuchnyi intelekt rozibravsia v istorii mystetstva [Artificial intelligence figured out the history of art]. Retrieved from https://zn.ua/ukr/SCIENCE/shtuchnyi_intelekt_rozibravsya_v_istoriyi_mistetstva.html [in Ukrainian].
21. Hlotov, V. & Marusazh, Kh. (2013). Analiz metodiv stvorennia frontalnykh planiv lazernym nazemnym skanuvanniam ta tsyfrovym znimanniam [The analysis of methods on creating frontal plans with laser ground scanning and digital shooting]. *Heodeziia, kartohrafiia i aerofotoznimannia: mizhvidomchyj naukovotekhnichnyj zbirnyk*, 78, 30–37. [in Ukrainian].

22. Hryenko, Ya. (2017). 3D-fotogrammetriia dlia muzeiv: nash dosvid [3D photogrammetry for museums: our experience]. Retrieved from <http://prostir.museum.ua/post/39905> [in Ukrainian].
23. Isakov, S. (2018). Metod sozdaniya 3D-avata na osnove odnoi fotografii [Method of creating a 3D avatar based on a single photo]. Retrieved from <https://neurohive.io/ru/papers/novejshij-metod-sozdaniya-3d-avata-na-osnove-odnoj-fotografii> [in Russian].
24. Izi.Travel. (2016). Retrieved from: <https://izi.travel/ru/o-nas#contacts> [in English].
25. Kak my nauchili iPhone futbolnye kluby raspoznavat [How we taught iPhone to recognize football clubs]. (2015). Retrieved from <https://habr.com/company/dataart/blog/256385/> [in Russian].
26. Kak tekhnologii AR Cloud menyayut sistemu peredachi i obrabotki informacii [How AR Cloud technologies are changing the system of information transmission and processing]. (2019). Retrieved from <https://www.lanit.ru/press/smi/kak-tekhnologii-ar-cloud-menyayut-sistemu-peredachi-i-obrabotki-informatsii/> [in Russian].
27. Karger, M. K. (1954). Raskopki v Pereiaslave-Khmelnickom v 1952–1953 gg. [Excavations in Pereiaslav-Khmelnitsky in 1952–1953]. *Sovietskaya arkhologiiya*, XX, 5–30. [in Russian].
28. Kharlamov, V. O. (1976). Konstruktyvni osoblyvosti derevianykh budivel Podolu X–XIII st. [Structural features of Podil wooden buildings of the 10th–13th centuries.] In *Arkheolohichni doslidzhennia starodavnoho Kyieva. Redaktsiia istorii ta arkheolohii* (pp. 47–55). Kyiv. [in Ukrainian].
29. Kolybenko, O. & Pavlenko, S. (2011). Malovidomi storinky istorii muzeinoi spravy na Pereiaslavschyni: Pereiaslavskyi arkhelohichnyi muzei [Obscure pages of the history of museum work in the Pereiaslav region: Pereiaslav Archaeological Museum]. *Naukovi zapysky z ukrainskoi istorii: Zbirnyk naukovykh statei*, 26, 177–193. [in Ukrainian].
30. Kontseptsii derzhavnoi polityky reformuvannia sfery okhorony nerukhomoi kulturnoi spadshyny [The concept of state policy of reforming the protection of immovable cultural heritage]. (2018). Retrieved from http://mincult.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=245358162 [in Ukrainian].
31. Kravchuk, S. (2020). Dopovnena realnist, abo AR-tekhnologii. Yak tse pratsiuie? Tekhnologii, yaka zminiue nashe spryiniattia navkolyshnoho svitu [Augmented reality or AR technology. How does it work? Technology that changes our perception of the world around us]. Retrieved from <http://thefuture.news/page1837780.html> [in Ukrainian].
32. Krupnomasshtabnye geodezicheskie raboty i fotogrammetriya s pomoshhyu dronov [Large-scale surveying and photogrammetry using drones]. (2021). Retrieved from <https://skymec.ru/blog/drone-use-cases/promyshlennost/krupnomasshtabnye-geodezicheskie-raboty-i-fotogrammetriya-s-pomoshchyu-dronov/> [in Russian].
33. Kuzmenko, A. (2016). Perspektyvy optymizatsii ta shliakhy realizatsii marketynhovoï stratehii Natsionalnoho istoryko-etnografichnoho zapovidnyka «Pereiaslav» [Prospects for optimization and ways to implement the marketing strategy of the National Historical and Ethnographic Skansen «Pereiaslav»]. *Viiskovo-istorychnyi merydian*, 1(11), 148–160. [in Ukrainian].

34. Litvinenko, I. (2016). Dopolnyaem realnost [Complementing reality]. Retrieved from <https://dataart.ua/news/dopolnyaem-real-nost/> [in Russian].
35. Lypak, O. A. (2020). Zastosuvannia VR ta AR tekhnolohii v muzeiakh [Application of VR and AR technologies in museums]. Abstract of Papers '20: *Fundamentalni ta prykladni problemy suchasnykh tekhnolohii: materialy Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii do 60 richchia z dnia zasnuvannia TNTU ta 175 richchia z dnia narodzhennia I. Puliua. 14–15 travnia 2020 r.* (pp. 159–160). [in Ukrainian].
36. Malitskyi, A., Holubinka, Yu., Bubniak, I. & Bubniak, A. (2017). Vykorystannia nazemnoho lazernoho skanuvannia dla zberezhennia pamiatky arkhitektury ta heolohii [Using ground-based laser scanning to preserve architectural and geological monuments]. Abstract of Papers '17: *Kulturna spadshyna naftovoi stolytsi Peredkarpattia. Materialy naukovo-praktychnoi konferentsii, 24–25 kvitnia 2017 r.* (pp. 71–73). Boryslav-Skhidnytsia. [in Ukrainian].
37. Melnyk, O. (2017). Bilorusy zapustyli tekhnolohiiu rozpoznavannia movy zhestiv zi smartfonu [Belarusians have launched sign language recognition technology from a smartphone]. Retrieved from <https://nachasi.com/2017/11/16/bilorusy-zapustyli-tehnologiyu-rozpiznavannya-movy-zhestiv-zi-smartfonu/> [in Ukrainian].
38. Microsoft Mesh – nova platforma dla vzaiemodii v zmishanii realnosti [Microsoft Mesh – a new platform for interaction in mixed reality]. (2021). Retrieved from <https://tmginfo.net/2021/04/microsoft-mesh-nova-platforma-dlya-vzaiemodii-v-zmi/> [in Ukrainian].
39. Muryhin, K. (2005). *Kompiuterna identyfikatsiia liudyny za zobrazhenniam oblychchia na osnovi koreliatsiinykh metodiv* [Computer identification of a person by facial image based on correlation methods] (*Extended abstract of Candidate's thesis*). Donetsk. [in Ukrainian].
40. Muzei im. O. Bleschunova [A. Bleschunov Museum]. (2020). Retrieved from <https://aero3d.com.ua/3d-modeljuvannja/bleshchunovamuseum/> [in Ukrainian].
41. Muzei istorii Ukrainskoi Pravoslavnoi Tserkvy [Museum of the History of the Ukrainian Orthodox Church]. (2014). Retrieved from <https://niez.com.ua/museums/about-museum/599-музей-історії-української-православної-церкви> [in Ukrainian].
42. Mykhailenko, A. V. (2013). Vid fotoznimkiv do tsyfrovych 3D modelej [From photos to digital 3D models]. *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia*, 34, 152–159. [in Ukrainian].
43. Neiromerezha: mashynnyi intelekt u smartfoni [Neural network: machine intelligence in a smartphone]. (2017). Retrieved from <https://ua.korrespondent.net/tech/science/3806682-neiromerezha-mashynnyi-intelekt-u-smartfoni> [in Ukrainian].
44. Onlain-prymirka ta dostavka dronom: yak tekhnolohii zminiuiut shopinh i de ikh mozna zatestyty [Online fitting and drone delivery: how technologies change shopping and where they can be tested]. (2019). Retrieved from <https://bit.ua/2019/09/shopping-majbutnogo/> [in Ukrainian].
45. Ortynska, M. (2021). Komu nalezhyt virtualnyi odiah? VR i AR u fashion z tochky zoru intelektualnoi vlasnosti [Who owns the virtual clothes? VR and AR in fashion in terms of intellectual property]. Retrieved from <https://biz.nv.ua/ukr/experts/virtualniy-odyag-vr-i-pravo-intelektualnoji-vlasnosti-ostanni-novini-50147689.html> [in Ukrainian].

46. Pryntsyp lazernoho skanuvannia [The principle of laser scanning]. (2021). Retrieved from https://ngc.com.ua/ua/info/whats_hds.html [in Ukrainian].
47. Remeshylo-Rybychynska, O. I. & Brych, M. T. (2013). Vidtvorennia arkhitekturnoho obrazu vtrachenoi pamiatky za dopomohoiu multymediinykh tekhnolohii (na prykladi tserkvy XVIII st. u seli Pidhirtsi) [Reproduction of the architectural image of the lost monument with the help of multimedia technologies (on the example of the church of the 13th century in Pidhirtsi village)]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika»*, 757, 36–40. [in Ukrainian].
48. RIEGL VUX-1UAV / RIEGL. Laser Measurement Systems GmbH. (2021). Retrieved from <http://www.riegl.com/products/unmanned-scanning/riegl-vux-1uav/> [in English].
49. Romanovskyi, V. S. (2014). Osnovni problemy ta dosiahnennia suchasnykh doslidzhen pamiatok trypillskoi arkheolohichnoi kultury [The main problems and achievements of modern research of Trypillia archeological culture monuments]. *Visnyk KhDAK*, 44, 7–13. [in Ukrainian].
50. Servis navigatsii v pomeshheniyakh s naborom analiticheskikh i reklamnykh instrumentov [Indoor navigation service with a set of analytical and advertising tools] (2021). Retrieved from <http://indoorsnavi.ru/> [in Russian].
51. Sostoyalas prezentatsiya «teplovoi karty» muzeya [The presentation of the «heat map» of the museum took place]. (2017). *Gosudarstvennyi muzei izobrazitelnykh iskusstv im. A. S. Pushkina*. Retrieved from <http://www.arts-museum.ru/news/archive/2017/03/heatmap/index.php> [in Russian].
52. Todorova, O. (2014). Instrumenty «dopovnenoї realnosti» yak innovatsii v PR-komunikatsiiakh [Augmented reality tools as innovations in PR communications]. *Ukrainskyi informatsijnyi prostir: Naukovyi zhurnal Instytutu zhurnalistyky i mizhnarodnykh vidnosyn Kyivskoho natsionalnoho universytetu kultury i mystetstv*, 2, 311–317. [in Ukrainian].
53. Tolochko, P. P., Hupalo, K. M. & Kharlamov, V. O. (1976). Rozkopky Kyievopodolu 1973 r. [Archaeological excavations of Kyiv Podol in 1973] In *Arkheolohichni doslidzhennia starodavnoho Kyieva. Redaktsiia istorii ta arkheolohii* (pp. 19–46). Kyiv. [in Ukrainian].
54. Trofimenko, H. V. (1995). *Arkitektura Pereiaslavlia Pivdennoho X – pershoi polovyny XIII stolit (za materialamy arkhitekturno-arkheolohichnykh doslidzhen)* [Southern Pereiaslav architecture of the 10th – the first half of the 13th centuries (based on materials of architectural and archaeological research)] (*Extended abstract of Candidate's thesis*). Kyiv. [in Ukrainian].
55. U SShA stvoryly tekhnolohiiu videodzvinkiv cherez holohramy [In the United States, the technology of video calls through holograms was created]. (2020). Retrieved from <https://chas.news/news/u-ssha-stvorili-tehnologiyu-videodzvinkiv-cherez-gologrami> [in Ukrainian].
56. Ucheni stvoryly alhorytm, yaky «ozhyvliuie» liudei na foto ta kartynakh (video) [Scientists have created an algorithm that «animates» people in photos and pictures (video)]. (2018). Retrieved from <https://news.finance.ua/ua/news/-/440148/ucheni-stvoryly-algorytm-yakyj-ozhyvlyuye-lyudej-na-foto-ta-kartynah-video> [in Ukrainian].
57. Virtualna prymirka AR [Virtual AR fitting]. (2020). Retrieved from <https://lookinar.com/uk/project/ar-try-on-app/> [in Ukrainian].

58. Virtualne zhyttia: Prymiriaty krosivky vid Gucci teper mozna dystantsiino [Virtual life: Gucci sneakers can now be tried on remotely]. (2019). Retrieved from <https://investory.news/virtualne-zhyttia-primiryati-krosivki-vid-gucci-teper-mozhna-distancijno/> [in Ukrainian].

59. Voropaev, P. (2018). Synchronization system by Prisma. Retrieved from <https://blog.prismalabs.ai/ar-synchronization-system-by-prisma-3c41ff55a2a7> [in English].

60. Vovkodav, S. M. (2017). Do pytannia funktsionuvannia muzeiu kosmosu NIEZ «Pereiaslav» u prymischenni tserkvy sviatoi Paraskevy [On the issue of functioning of the Museum of Space NHER «Pereiaslav» in the premises of St. Paraskeva church]. *Pytannia istorii nauky i tekhniky*, 4(44), 73–77. [in Ukrainian].

61. Khizhnyak, N. (2020). Vypushheno seriinoe ustrojstvo dlya «goloportacii» – translyacii polnorazmernogo 3D-izobrazheniya cheloveka v realnom vremeni [A serial device for «holoporting» was released – broadcasting a full-size 3D image of a person in real time]. Retrieved from <https://3dnews.ru/1017871> [in Russian].

Andrii Kuzmenko

Candidate of Historical Sciences,

Senior Research Fellow,

Head of research department of «Memorial Museum

of Academician V. Zabolotny»,

Pereiaslav National Historical-Ethnographic Reserve

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9349-1683>

PROSPECTS OF USING OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY FOR SITES OF PEREIASLAV NATIONAL HISTORICAL-ETHNOGRAPHIC RESERVE

The purpose of this article is to consider and analyse relevant directions in application of augmented reality (AR) technology in the context of developing a comprehensive strategy of its implementation at Pereiaslav National Historical-Ethnographic Reserve (hereinafter also referred to as Reserve). **Research methodology.** The suggested research presents an attempt to develop a universal innovative methodology that synthesizes a wide range of means taken from history, museology and information technology. Such multi-aspect nature is subordinated to the task of maximum involvement of available historical information on all sites, processes, and persons related to the problematics of Pereiaslav National Historical-Ethnographic Reserve in order to ensure the most efficient delivery of all information to consumers of museum services by way of using augmented reality tools. The process of implementing the representative projects described in this research will become a testing ground to provide a most accurate way to verify validity and reliability of methodology tools traditionally used by researchers, by way of using digital simulation. This will build foundations for a historical methodology of a higher level geared towards development of full-scale digital reconstructions of the historic process and open new prospects for historical knowledge. The **scientific novelty** of

the research is in the author's pioneering step to suggest methodologies for creating a theme-oriented immersive digital environment based on the Reserve's sites with the means of AR technology. This work has resulted in development of prospective ways for implementation of the said technology and the main directions are set forth in the article. **Conclusions.** The introduction of the above-mentioned types of AR technology at the Pereiaslav National Historical-Ethnographic Reserve will allow to effectively represent additional information about its objects and museum objects, significantly enriching their communication potential. The combination of the real world with the virtual will expand the boundaries of the exhibitions and help strengthen their emotional impact on visitors. Integrated augmented reality Indoor applications optimize the process of navigating exposures, provide enhanced capabilities for people with special needs. The comprehensive implementation of the proposed innovations is focused on increasing the potential audience of visitors to the Reserve, primarily through those who are actively involved in the use of modern technological trends in the museum industry.

Key words: Pereiaslav National Historical-Ethnographic Reserve; museum exposition; historical reproduction; digitalization; AR technology; 3D content; museum product.