

В. М. Кудряк,
Т. І. Белан,
О. О. Пархоменко,
Р. Л. Новогрудська,
Я. В. Савченко

ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД У ВИСВІТЛЕННІ МУЗЕЙНИХ АРТЕФАКТІВ ЗАСОБАМИ СУЧАСНИХ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація. Нині спостерігається стрімкий розвиток різноманітних вебресурсів, які надають доступ до різних видів інформації. Серед таких ресурсів можна виокремити широкий пласт культурно-історичних сайтів і порталів, які відображають інформацію про об'єкти культурної спадщини людства загалом, а також нашої країни зокрема. Їх затребуваність значно зросла останнім часом. Саме такі ресурси в період пандемії і режиму правового воєнного стану дають змогу реалізовувати відображення й ознайомлення з історичними та культурними об'єктами у форматі онлайн. До таких ресурсів належать віртуальні музеї, бібліотеки, онлайн-архіви тощо. Значної популярності останнім часом набула функція організації віртуальних турів просторами функціонуючих музеїв, а також об'єктами культурної спадщини. За допомогою сучасних інформаційних технологій користувач має можливість самостійно будувати маршрути таких турів, а також переглядати як графічне представлення об'єкта, так і його детальний опис. Оскільки на таких ресурсах представлені історичні, культурні цінності, надбання цивілізації, вони носять не лише просвітницький, а й освітній характер. Їх використання в процесі навчання, як одного з основних компонентів STEM-освіти, дає змогу всебічно розвивати навички і компетентності учнів. У запропонованому дослідженні наведено трансдисциплінарний підхід до розроблення сучасних освітньо-культурних сайтів. На прикладі створеного і реально діючого вебпорталу описано інноваційні можливості, методики і технології розроблення багатовимірних структурованих інформаційних сайтів для представлення інформації про об'єкти культурної спадщини, а також обґрунтовано необхідність і корисність застосування новітніх когнітивних технологій для удосконалення сучасного процесу освіти з використанням культурно-історичних інформаційних ресурсів.

Ключові слова: трансдисциплінарність, когнітивні технології, віртуальні тури, 3D-моделі, електронні книги.

Постановка проблеми. На сьогодні особливої популярності набувають інформаційні культурно-просвітницькі об'єкти, створені у вигляді вебсайтів. Віртуальні музеї, бібліотеки, центри STEM-освіти в сучасному світі є зручним форматом послуг для ефективного і швидкого доступу до інформації з використанням інтернет-техно-

логій. Вони стали незамінні під час проведення презентацій, виставок, віртуальних екскурсій, оскільки проєктуються із залученням сучасних когнітивних і соціальних технологій, а також трансферу знань. Основною вимогою до формування їхньої структури є продуманий комплексний трансдисциплінарний підхід, глибина

і різнобічність розкриття тематичних напрямів, наявність інтерактивного програмного забезпечення [1].

Завдяки наданим можливостям безпосереднього доступу до історичних і культурних цінностей поширюється практика використання музейних колекцій у навчальному процесі й освіті загалом. Усе частіше художні твори, історичні і культурні артефакти стають навчальними об'єктами для пізнавальної, пошукової та дослідницької діяльності. Пізнання наукових явищ і закономірностей на сьогодні також відбувається за допомогою інтерактивних методів і форм безпосередньої взаємодії з музейними експонатами. Здобувачі освіти за допомогою сучасних мережевих ресурсів можуть брати участь як у реальних, так і віртуальних навчальних дослідженнях [2].

Підтвердженням цього досвіду можна вважати відкритий у Києві Малою академією наук України науково-освітній інтерактивний простір «Музей науки», який став майданчиком для демонстрації безперервного розвитку технологій і наукових відкриттів, новою формою комунікації музеїв із суспільством, нових підходів у впровадженні наукової освіти. Одним з основних компонентів такого простору є освітній портал «Музейна планета» [3], який призначено для формування інформаційної культури, проведення навчальних досліджень історичної спадщини нашого народу й усвідомлення його ролі в розвитку світової культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

На сьогодні відома велика кількість досліджень, присвячених розробці віртуальних музеїв. Деякі з них оцінюють можливості використання таких музеїв у навчальному процесі. Авторами статті [4] проаналізовано застосування віртуальних музеїв і виконано оцінювання доцільності їх використання в процесі навчання. Як результат вироблено 25 оціночних критеріїв, які за спрямованістю поділені на три групи: технічна ефективність, інформаційна архітектура й освітнє значення. Таке дослідження дає змогу викладачам вибрати навчальний матеріал, який найбільшою мірою підходить до мети навчання, а також підібрати найпридатніші освітні стратегії, які можна розширити за допомогою музейної інформації і оволодіння студентами основами цифрової комунікації. Результати дослідження вказують на те, що основною спрямованістю наявних

віртуальних музеїв є інформаційна архітектура, а освітній цінності матеріалу, який безпосередньо представлено в середовищі музеїв, приділяється менше уваги. Такий результат вказує на необхідність корегування цілеспрямованості віртуальних музеїв і підкреслює необхідність трансдисциплінарної підготовки викладачів при використанні віртуальних музеїв у навчальному процесі.

У статті [5] наведено короткий опис принципів функціонування віртуальних музеїв, а також проблем, які виникають у процесі їх розроблення. Автори пропонують перелік ключових факторів, на які необхідно звертати увагу під час створення віртуальних музеїв, а отже, наголошують на деяких основних аспектах цифрової та інформаційної складових.

Стаття [6] пропонує опис віртуального середовища, яке надає доступ одразу до 10 музеїв. Наведено структуру бази даних такого музейного простору і додатка для роботи з такою базою, а також описано характеристики і дизайн запропонованого середовища. На сьогодні створення такого музейного середовища ще не повністю завершено, здійснюються поточні роботи, що пов'язані з наповненням бази експонатів.

У дослідженні [7] розглянуто можливості безпосереднього застосування віртуальних музеїв у навчальному процесі. У цій статті віртуальні музеї виступають як культурні форми регулювання соціокультурних процесів, стабілізації систем цінностей на рівні між поколіннями, трансляції культурного досвіду. Представлено результати експериментальної роботи з розвитку творчої активності молодших школярів засобами віртуального музею. Отримані дані підтвердили зростання кількості школярів з високим і середнім рівнем творчої активності, що свідчить про високу ефективність використання віртуальних музейних технологій у розвитку творчого потенціалу особистості учнів.

У статті [8] наведено характерні особливості музейної педагогіки, визначено незаперечні переваги віртуальних музеїв, викладено результати досліджень щодо використання їх в освітньому процесі.

Отже, якщо узагальнити тенденції цифрових стратегій, то можна констатувати, що мета багатьох освітніх і наукових сайтів — продемонструвати можливості нових комп'ютерних технологій перевтілювати реальність у віртуальний світ,

в якому відчуття безпосередньої присутності доповнене або повністю замінюється широкими функціональними можливостями сучасних цифрових пристроїв і комп'ютерних програм.

У зв'язку з наведеним слід розглянути декілька важливих аспектів, які необхідно враховувати в процесі розроблення новітніх вебресурсів. Наприклад те, що основою багатьох інформаційних сайтів є фотографії, отримані із застосуванням спеціалізованих пристроїв, професійної оптики і новітніх технологій зйомки [9], а також те, що для побудови на їх основі кругових і сферичних панорам, багатосторінкових фотогалерей та інтерактивної 3D-графіки використовується ціла низка спеціалізованих програм. При цьому слід враховувати, що функціональні можливості цих програм щодо візуалізації відео- і фотоматеріалів мають певні обмеження і потребують значних доповнень. Отже, необхідне розроблення оригінальних алгоритмів, які доповнюють стандартні функції наявних програмних переглядачів. Крім того, до якості самих світлин висуваються високі вимоги: максимально точно передавати основні властивості предметів зйомки (фактуру, колір, деталі, форму); мати найбільш виграшний ракурс і підкреслювати об'єм; реалістично відтворювати тони живопису, природне освітлення пейзажів тощо. У світлинах технічного характеру іноді взагалі неприпустимі нечіткість, розмиття, відхилення кадру по експозиції, засвічення, віньєтування, наявність шумів та інших артефактів, тож потрібне застосування цілого комплексу апаратно-програмних засобів для отримання максимальної якості зображень.

Крім того, бурхливий розвиток цифрових технологій започаткував занепад іншої галузі, що мала величезне значення для розвитку і культури, і взагалі сфери освіти, — друкарства. Все менше людей купують і зберігають звичайні книги, віддаючи перевагу літературі в електронному форматі. Однак і у сфері електронних книг вже відбулися суттєві зміни. І справа не тільки в тому, що змінилося програмно-апаратне рішення, а також самі фізичні пристрої. Сучасні програмні засоби цілком і повністю уможливають не тільки простий перегляд текстових файлів у форматі PDF, а й конвертують його в професійні фотокниги, 3D-книги, дитячі, різдвяні, новорічні, вітальні книги, альбоми та часописи з можливістю гортання сторінок у розворотах. Можливості цих програмних ресурсів

далеко не обмежуються тільки конвертацією і додаванням вищевказаних ефектів. До створення книг за допомогою спеціалізованих програм можна додавати зображення, музичний супровід і повноцінне відео. А ентузіасти можуть самостійно редагувати книги, змінюючи колір фону, додаючи / видаляючи сторінки, текстові написи, кліпарт або кольорні ефекти. Проте більшість із цих програм ще не є досконалими в багатьох аспектах, вони потребують адаптації до конкретних віртуальних ресурсів (вже розроблених або тих, що розробляються).

Мета статті — на прикладі діючого інтегрованого інтерактивного порталу «Музейна планета» продемонструвати інноваційні можливості, сучасні способи, методики і технології для розроблення багатовимірних структурованих інформаційних вебсайтів, обґрунтувати необхідність і корисність застосування новітніх когнітивних технологій для удосконалення сучасної освіти.

Виклад основного матеріалу. Онтологія — це один із підходів до структурованого представлення певної предметної галузі. Перевагою онтології як способу представлення знань є її формальна структура, яка спрощує її комп'ютерне опрацювання. Онтологія може бути представлена як трійка:

$$O = \langle X, R, F \rangle. \quad (1)$$

На практиці часто виникає потреба інтерактивної взаємодії з інформацією, що міститься в онтологіях. Таку взаємодію можна забезпечити за допомогою інтерактивних онтологічних документів виду:

$$\langle O_I, O_\Sigma, N \rangle, \quad (2)$$

де O_I, O_Σ — інформаційна і керуюча онтології відповідно; N — натуральна система, що забезпечує інтерактивну взаємодію з вмістом O_I з використанням функцій, описаних в O_Σ .

Натуральна система, що входить до складу інтерактивного документа, може бути умовно представлена у вигляді певної функції (цільової функції) вигляду:

$$f_N(\tilde{x}_1 \dots \tilde{x}_n) = \tilde{Q}_n(Q_{n-1}(\dots Q_1(O, \tilde{x}^1) \dots, \tilde{x}^{n-1}), \tilde{x}^n), \quad (3)$$

де \tilde{x}_i — команди користувача, тобто дії, які він виконує в процесі інтерактивної взаємодії з інформацією; O — набір інформації, якою

оперує система в певний момент, у формі онтології; Q_i — функції опрацювання інформації; Q_n — функція відображення, результатом якої є власне надана користувачу інформація в текстовій або графічній формі.

Модифікуючи множину функцій Q_i , можна створювати додатки щодо конкретних потреб тих чи інших користувачів.

Прикладом такого додатка є онтологічний портал «Музейна планета». Умови воєнного стану, суспільно-політична і загальна соціально-економічна ситуація в Україні нині диктують нові вимоги щодо створення і поширення гармонізованої ідеологічної концепції віртуальних освітніх ресурсів. Тому в основі нових віртуальних середовищ має бути національна ідея збереження мови, історії і культури, захист та примноження надбань народу, розвиток громадянської свідомості, відповідальності.

«Музейна планета» — це новітній інформаційний портал, що не тільки сприяє систематизації набутих знань, а й допомагає формуванню

інформаційної культури учнів на основі навчальних досліджень культурно-історичної спадщини нації, визначення її внеску в розвиток світової культури. Сама ідея portalу є одним із шляхів реалізації концепції запровадження національно-патріотичного виховання, формування культури мислення, розвитку творчих і дослідницьких здібностей учнівської молоді. Загальний вигляд онтологічного portalу наведено на рис. 1.

Для розроблення portalу використано багатофункціональні технології Deep Zoom, Open Sea Dragon, Pivot Viewer, а також низку оригінальних алгоритмів, які були інтегровані в середовище інтерактивного документа як спеціалізовані функції опрацювання і відображення інформації. У комбінації із широкими можливостями онтологій щодо опису елементів предметної галузі це надало можливість всебічного представлення реальних музейних артефактів усіма засобами прогресивних технологій відображення реальних матеріальних предметів та їх



Рис. 1. Загальний вигляд онтологічного portalу

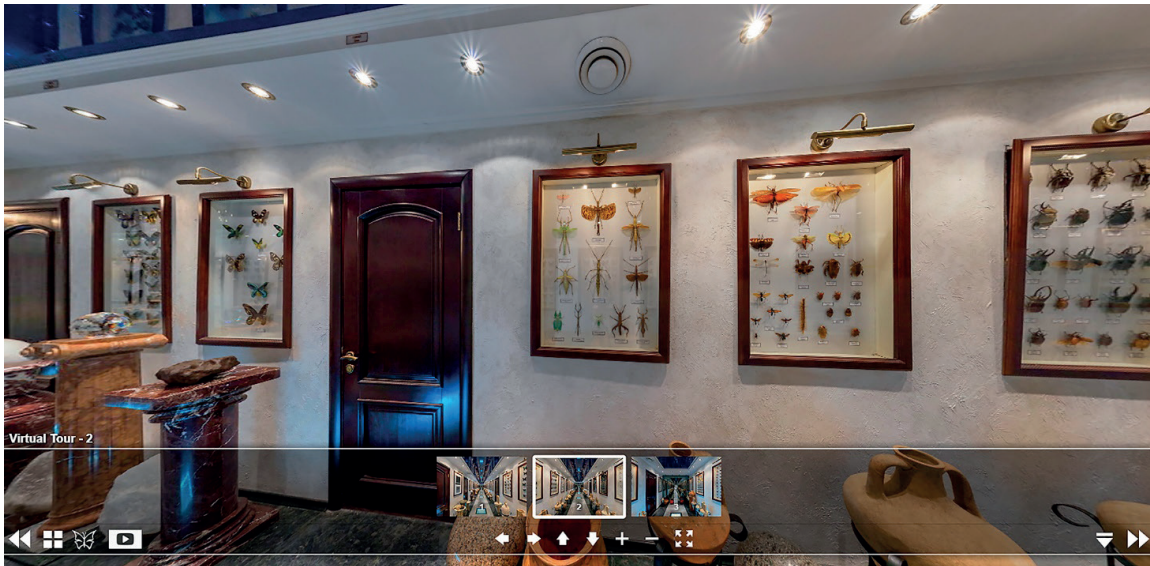


Рис. 2. Приклад представлення музейної експозиції у вигляді кругової 3D-панорами

особливостей. Наприклад, колекції картин у порталі представлені у вигляді мозаїки високоякісних репродукцій з докладним описом і можливістю багатократного масштабування. Для повної інформативності представлено кругові панорами галерей, в яких розміщені ці колекції, а показ об'ємних артефактів здійснюється за допомогою технології інтерактивного кругового обертання. До цього також додається альбом репродукцій у вигляді електронних книжок, а для проведення реальних презентацій тиражуються рекламні буклети і художній альбом.

Наведемо перелік і коментар щодо основних технологій, які були використані під час створення вебресурсів порталу.

Віртуальні 3D-тури є способом цілісного представлення музейних експозицій у вигляді інтерактивних кругових панорамних зображень приміщень, часто з кількох точок огляду (рис. 2). Віртуальні тури реалізовані за допомогою адаптованої програми KRPano — невеликого високопродуктивного програмного засобу для інтерактивного показу всіх видів панорамних зображень з високою роздільною здатністю. Програма в інтерфейсі порталу була модифікована додатковими можливостями відображення мініатюр панорам з різних точок огляду приміщення, елементами навігації, а також додатковими посиланнями на пов'язані елементи.

Списки експонатів є зручним засобом представлення музейних колекцій загалом, вони також допомагають якісніше сприймати й окремі

експонати. Дуже ефективним способом представлення таких списків є мозаїки колекцій високоякісних зображень, наприклад, репродукцій картин з докладним описом і можливістю багатократного масштабування (рис. 3).

У порталі вони відтворюються завдяки використанню вищенаведених програмних засобів Deep Zoom і Pivot Viewer. У їхній основі лежить однакова технологія, яка підвищує ефективність процесу завантаження і перегляду зображення за рахунок використання лише того його фрагмента, що фактично відтворюється на екрані. Для цього кожне зображення розбивається на велику кількість фрагментів (тайлів) за аналогією з тим, як працюють сучасні растрові карти. При цьому через мережу передається мінімальний обсяг інформації, необхідний для виведення на екран лише видимої частини зображень у вибраному масштабі.

Під час перегляду будь-якого вибраного з мозаїки зображення на екран може виводитися додатковий коментар у вигляді звичайного тексту, звуків, фото, відео, а також посилання на інші сторінки сайту або сторонні ресурси. Інтерфейс проекту розбито умовно на три частини. Ліворуч розміщується фільтр зображень. Самі зображення мають два файли, що пов'язані між собою. У першому файлі зберігаються ключові слова-теги, за якими здійснюється фільтрація. У другому файлі розміщується вся інформація про зображення. При збільшенні зображення ця інформація з'являється в окремому вікні

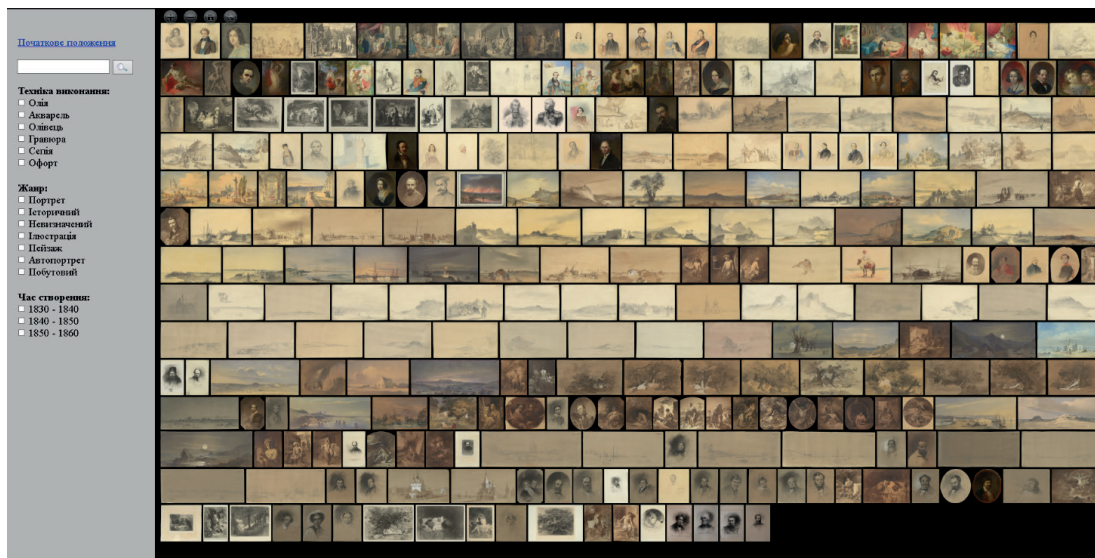


Рис. 3. Приклад списку експонатів (колекція картин Т. Г. Шевченка)

в правій частині екрана, у т. ч. поверх зображень з використанням напівпрозорості фону. У центрі видимої частини браузера міститься сама мозаїка зображень. Під час зсуву на екрані будь-якого зображення додатковий супроводжувальний коментар автоматично оновлюється.

Користувачеві надається можливість вибору зображень, що виводяться на екран, за допомогою фільтрів з певним набором попередньо встановлених критеріїв — дескрипторів. Слід зауважити, що передбачено два варіанти відбору, які істотно різняться між собою:

- відображаються зображення, які відповідають лише одному поточному критерію;
- відображаються будь-які зображення, що відповідають хоча б одному з вибраних критеріїв.

Зображення, які задовольняють критеріям відбору, масштабуються в реальному часі, перегруповуються і знову відображаються у вікні браузера, а всі інші видаляються. Інтерфейс надає також можливість повнотекстового пошуку з усього масиву додаткової інформації, пов'язаної із зображенням.

Окрім перелічених однакових функцій, між алгоритмами Deep Zoom і Pivot Viewer є також суттєві відмінності, які наведемо разом з описом оригінальних програмних рішень, якими були доповнені ці програмні засоби.

Deep Zoom технологія була модифікована за допомогою спеціалізованого алгоритму, який дає змогу розташувати на екрані набір зображень так, щоб вони максимально заповнили

наявну площу вікна перегляду браузера. При цьому всі зображення вирівнюються між собою за висотою і, незважаючи на їхні різні пропорції, розташовуються рівними завширшки рядками. Використання цього алгоритму допомогло розміщувати велику кількість зображень довільного розміру у вигляді прямокутника з рівними як лівим, так і правим краєм, що значно краще сприймається під час перегляду. Користувач може змінювати масштаб перегляду всієї мозаїки, переходячи за необхідності до перегляду окремого експоната. Максимальний рівень збільшення обмежується лише роздільною здатністю зображень самої мозаїки. У разі використання дійсно якісних зображень (наприклад, картина «Катерина» розміром 2 Гігапкселі — рис. 4) можна досягти рівня деталізації, якого практично неможливо досягти в разі перегляду оригінального експоната неозброєним оком.

Pivot Viewer — технологія, яка також полегшує взаємодію з величезними масивами даних потужним інформативним способом. Оскільки Pivot Viewer також використовує технологію Deep Zoom, він відображає повний вміст зображень із високою роздільною здатністю. Основною перевагою цього додатка є швидкість завантаження, приємна анімація при фільтрації і перерозміщенні зображень, а також простота використання. Візуалізація тисяч зображень пов'язаних елементів відбувається одночасно, а отже, користувачі можуть бачити тенденції і закономірності, які були б приховані при перегляді тільки одного



Рис. 4. Фрагмент картини «Катерина» (2 Гігапікселі) на максимальному збільшенні

елемента. При цьому анімація і природні переходи не перевантажують користувача великою кількістю інформації. Ця приваблива проста модель взаємодії широко застосовується до різноманітних типів вмісту. Однак вона має один суттєвий недолік — немає можливості вирівнювання рядків мозаїки з різнопропорційними зображеннями, тож всі зображення підганяються під один розмір і пропорцію.

Обертання музейних артефактів на 360° — це природний спосіб відображення об'ємних матеріальних предметів, як-от мінерали (рис. 5). Для цього використовуються бібліотека Open Sea Dragon і спеціально розроблені програмні

ресурси, що дають змогу здійснювати інтерактивне азимутальне обертання музейних експонатів на 360 градусів з можливістю зміни полярного кута нахилу площини горизонту. Для створення такого цифрового представлення експоната спочатку знімається відео його повного обертання, з якого потім спеціалізованою програмою робиться вибірка певної кількості незалежних зображень. Потім ці зображення послідовно виводяться у вікні браузера в інтерактивному відеорежимі.

Інтерактивні 3D-книги (рис. 6) є різновидом електронних книг. Основна їхня привабливість — це збереження загального вигляду самої

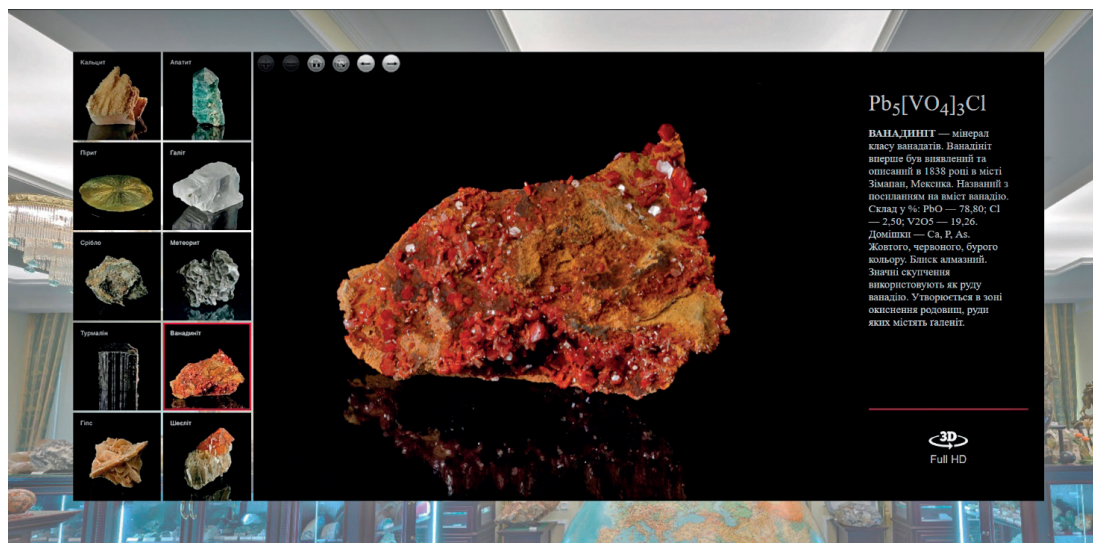


Рис. 5. Панорама 360° кругового представлення експоната



Рис. 6. Приклад електронної книги

книги. Програмними засобами реалізовано власний інтерфейс, за допомогою якого можна гортати сторінки з приємною анімацією, використовувати звук, фото та відео, масштабування сторінок, закладки, пошук по сторінках тощо.

Процес оцифрування експоната. Для створення всіх вищевказаних елементів інтерфейсу порталу дуже важливою є правильна організація процесу оцифрування експоната, що включає технології створення фото і відео. Також надзвичайно важливими є самі технологічні засоби: фотоапаратура, освітлювальні прилади, засоби корекції та профілізації кольору всього цифрового тракту тощо.

Для наповнення порталу високоякісними фотографіями були об'єднані і розв'язані одночасно дві основні проблеми:

- забезпечення глибини різкості, достатньої для чіткого зображення всього предмета;
- забезпечення без втрат усього діапазону яскравості, який передає в одному знімку всі тональні та кольорові відтінки сцени зйомки.

З метою використання всього потенціалу фототехніки для досягнення необхідної якості фотодокументів застосовано метод поєднання фокуса або брекетингу фокусування. Його суть полягає в зйомці предмета кількома кадрами при фіксованих експозиційних параметрах, але зі зміненою в кожному наступному кадрі зоною різкості. Залежно від об'єкта й умов зйомки роблять від трьох до тридцяти знімків. Потім ці знімки за допомогою програмного забезпечення

об'єднуються в одне зображення в такий спосіб, щоб від кожного залишилася тільки різка область. Такий метод дає змогу внаслідок збільшення видимої глибини різкості отримати чітке зображення всього предмета, що фотографується, а не окремих його частин або фрагментів. На жаль, цей метод не можна застосовувати для фотографування рухомих об'єктів.

Під час зйомки деяких предметів (наприклад, з полірованого металу, ювелірних виробів) фотографічної широти матриці фотокамери зазвичай недостатньо для відображення одночасно найяскравіших і найтемніших ділянок сцени, що знімається. У цьому разі досягти високого динамічного діапазону на виході вдається завдяки застосуванню High Dynamic Range Imaging (HDRI) технологій або просто HDR. Це технології роботи із зображеннями, діапазон яскравості яких перевищує можливості стандартних технологій зйомки. Застосування техніки HDR дає змогу працювати з повним діапазоном яскравості сцени за рахунок використання не 8/16-бітного, а 32-бітного формату з плаваючою комою. Наприклад, формату Radiance (*.hdr), який було розроблено ще в середині 80-х рр. минулого століття Грегом Вардом [10].

Отримання HDR-зображень досягається шляхом зйомки декількох кадрів з різною експозицією. Спочатку отримують 3–9 світлин, а потім за допомогою програмного забезпечення вони об'єднуються в єдину. Динамічний діапазон результуючого зображення виходить набагато



Рис. 7. Результат до і після поєднання методів брекетингу фокуса і технології HDR

більшим за той, що може забезпечити сучасна цифрова техніка в одному кадрі. На жаль, як і метод брекетингу фокуса, технології HDR також не можуть бути застосовані для фотографування рухомих об'єктів.

Зображення, отримані при спільному використанні методів брекетингу фокуса і технології HDR, об'єднуються в підсумкове цифрове фото. Зазвичай за чіткістю, насиченістю та деталізацією у світлі і тінях результуюче зображення наближається до того, яким його бачить і сприймає людське око (рис. 7). До недоліків наведеної методики отримання високоякісних результатів належить значне збільшення обсягу матеріалу, що знімається, а також збільшення часу на його опрацювання.

Висновки. Отже, в освітньому порталі «Музейна планета» представлені нові можливості і стратегії для демонстрації музейних колекцій, наведення наукової інформації про їх експонати. Усі напрацьовані віртуальні ресурси також можуть бути успішно використані під час освітнього процесу для демонстрації об'єктів викладання і показу навчальної інформації. При цьому важливо, що використані наявні технології й оригінальні алгоритми можуть бути застосовані для організації посилань на інші вебресурси за аналогією з бібліотечними і музейними каталогами. Важлива також можливість їх використання при проектуванні і в самому процесі розроблення сучасних способів, методики і технологій у системі освітніх середовищ.

Список використаних джерел

1. Styliani S., Fotis L., Kostas K., Petros P. Virtual museums, a survey and some issues for consideration. *J. Cult. Heritage*. 2009. № 10. Pp. 520–528.
2. Andre L., Durksen T., Volman M. L. Museums as avenues of learning for children: a decade of research. *Learn. Environ. Res*. 2016. № 20. Pp. 47–76.
3. Онтологічний сайт «Музейна планета». URL: <https://museum.ulif.org.ua> (дата звернення: 06.07.2022).
4. Daniela L. Virtual Museums as Learning Agents. *Sustainability*. 2020. № 12 (7), 2698. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12072698>.
5. Han Y. On the construction of virtual museum. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 510, 062034. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/510/6/062034>.
6. An Approach to Designing and Implementing Virtual Museums / D. Charitos et al. *7th International UK VR-SIG Conference : conference proceedings*. Glasgow, 2000. Pp. 1–8.
7. Taranova T. Virtual Museum Technologies and the Modern Educational Process. *VI International Forum on Teacher Education : conference proceedings*. Kazan, 2020. Pp. 2513–2521. DOI: <https://doi.org/10.3897/ap.2.e2513>.
8. Atamuratov R. The importance of the virtual museums in the educational process. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*. 2020. Vol. 8. № 2. Pp. 89–93.
9. Найтингейл Д. HDR-фотографія. Москва : Добрая книга, 2012. 176 с.
10. Ward G. Anywhere Software. High Dynamic Range Image Encodings. URL: http://www.anywhere.com/gward/hdrenc/hdr_encodings.html (дата звернення: 27.07.2022).

References

1. Styliani, S., Fotis, L., Kostas, K., & Petros, P. (2009). Virtual museums, a survey and some issues for consideration. *J. Cult. Heritage*, 10, 520–528.
2. Andre, L., Durksen, T., & Volman, M. L. (2016). Museums as avenues of learning for children: a decade of research. *Learn. Environ. Res*, 20, 47–76.
3. Ontolohichniy sait “Muzeina planeta” [Ontological site “Museum planet”]. *museum.ulif.org.ua*. Retrieved from <https://museum.ulif.org.ua> [in Ukrainian].
4. Daniela, L. (2020). Virtual Museums as Learning Agents. *Sustainability*, 12(7), 2698. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12072698>.
5. Han, Y. (2020). On the construction of virtual museum. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 510, 062034. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/510/6/062034>.
6. Charitos, D., Lepouras, G., Vassilakis, C., Vivi, K., & Leda, H. (2003). An Approach to Designing and Implementing Virtual Museums. *Proc. 7th International UK VR-SIG Conference*. (pp. 1–8).
7. Taranova, T. (2020). Virtual Museum Technologies and the Modern Educational Process. *VI International Forum on Teacher Education : conference proceedings*. (pp. 2513–2521). DOI: <https://doi.org/10.3897/ap.2.e2513>.
8. Atamuratov, R. (2020). The importance of the virtual museums in the educational process. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*, 8 (2), 89–93.
9. Nightingale, D. (2012). HDR-fotohrafyia [HDR-photography]. Moscow : Dobraia knyha [in Russian].
10. Ward, G. *Anywhere Software. High Dynamic Range Image Encodings*. (n. d.). Retrieved from http://www.anywhere.com/gward/hdrenc/hdr_encodings.html.

V. M. Kudliak,
T. I. Bielan,
O. O. Parkhomenko,
R. L. Novohrudska,
Ya. V. Savchenko

TRANSDISCIPLINARY APPROACH TO LIGHTING MUSEUM ARTIFACTS BY MEANS OF MODERN COGNITIVE TECHNOLOGIES

Abstract. Nowadays, there is a rapid development of various web-resources that provide access to information of various kinds. Among such resources, it is possible to allocate a wide layer of cultural and historical sites and portals that display information about objects of the cultural heritage of world humanity in general, and our country in particular. Their demand has grown significantly in recent years. In the period of the pandemic and the regime of legal martial law, it is these resources that allow to display and familiarize with historical and cultural objects in an online format. Such resources include virtual museums, libraries, online archives, etc. In recent years, the function of organizing virtual thought museums and also objects of cultural heritage has gained considerable popularity. Using modern information technologies, user has the opportunity to independently build the routes of such tours, as well as view both a graphic representation of the object and its detailed description. Since historical and cultural values and heritage of civilization are presented with the help of such resources, they are not only enlightening, but also educational in nature. Their usage in educational process, as one of the main components of STEM education, allows comprehensive development of students’ skills and competencies. The presented study describes a transdisciplinary approach to the modern educational and cultural sites development. Using the example of actually developed and operating web portal, innovative possibilities, methods and technologies for developing multidimensional structured information sites for presenting information about cultural heritage objects are described. The necessity and usefulness of latest cognitive technologies for improving the modern education process using cultural historical information resources is depicted.

Keywords: transdisciplinarity, cognitive technologies, virtual tours, 3D models, electronic books.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Кудряк Віктор Михайлович — канд. техн. наук, старший науковий співробітник відділу створення і використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, masterds56@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3500-1639>

Белан Тетяна Ігорівна — провідна інженерка відділу створення і використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, t.belan08@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8138-9614>

Пархоменко Олексій Олександрович — провідний програміст відділу створення і використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, oleksiy_parkhomenko@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4386-1049>

Новогрудська Ріна Леонідівна — канд. техн. наук, старша наукова співробітниця відділу створення і використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, rinan@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0533-5817>

Савченко Ярослав Володимирович — аспірант, науковий співробітник відділу підтримки обдарованості, Інститут обдарованої дитини НАПН України; молодший науковий співробітник відділу інформаційно-дидактичного моделювання, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, savchyarik@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5790-6629>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kudliak V. M. — PhD in Engineering, senior researcher of Intellectual Network Tools Creation and Usage Department, NC “Junior Academy of Science of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, masterds56@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3500-1639>

Bielan T. I. — senior engineer of Intellectual Network Tools Creation and Usage Department, NC “Junior Academy of Science of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, t.belan08@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8138-9614>

Parkhomenko O. O. — leading programmer of Intellectual Network Tools Creation and Usage Department, NC “Junior Academy of Science of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, oleksiy_parkhomenko@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4386-1049>

Novohrudska R. L. — PhD in Engineering, senior researcher of Intellectual Network Tools Creation and Usage Department, NC “Junior Academy of Science of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, rinan@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0533-5817>

Savchenko Ya. V. — graduate student, researcher of the giftedness support department, Institute of Gifted Child of the NAES of Ukraine; junior researcher of the information and didactic modeling department, NC “Junior Academy of Science of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, savchyarik@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5790-6629>

Стаття надійшла до редакції / Received 27.07.2022