

DOI: 10.36910/6775-2524-0560-2020-39-09

УДК: 004:338.48

Лепкий Михайло Іванович, к.т.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0003-2470-6780>

Подоляк Володимир Миколайович, к.т.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0002-8521-1258>

Кошелюк Віктор Андрійович, к.т.н., асистент.

<https://orcid.org/0000-0002-4136-5087>

Луцький національний технічний університет

АПАРАТНЕ І ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ 3D-ТУРІВ

Лепкий М.І., Подоляк В.М., Кошелюк В.А. Апаратне і програмне забезпечення створення та використання 3D-турів. Розглянуто особливості, механізми та інструменти віртуального 3D-туру, що виник завдяки сучасним інформаційно-комунікаційним технологіям та можливостям Інтернету. Висвітлено особливості апаратного і програмного забезпечення створення та використання 3D- турів. Наведено приклади розроблених 3D- турів для віртуальних подорожей та дано їх характеристику.

Ключові слова: віртуальний туризм, віртуальна подорож, віртуальний тур, 3D-панорама, 3D-тур.

Лепкий М.И., Подоляк В.М., Кошелюк В.А. Апаратное и программное обеспечение создания и использования 3D-туров. Рассмотрены особенности, механизмы и инструменты виртуального 3D-тура, Возникший благодаря современным информационно-коммуникационным технологиям и возможностям Интернета. Освещены особенности аппаратного и программного обеспечения создания и использования 3D- турів. Приведены примеры разработанных 3D- турів для виртуальных путешествий и дано их характеристику.

Ключевые слова: виртуальный туризм, виртуальное путешествие, виртуальный тур, 3D-панорама, 3D-тур.

Lepky M.I, Podoliak V.M, Koshelyuk V.A. Hardware and software for creating and using 3D blueprints Features, mechanisms and tools of the virtual 3D-tup, which arose due to modern information and communication technologies and Internet capabilities, are considered. Features of hardware and software for creating and using 3D-tupiv are highlighted. Examples of developed 3D-stages for virtual travels are given and their characteristic is given.

Keywords: virtual tourism, virtual trip, virtual tour, 3D-panorama, 3D-tour.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. На теперішній час віртуальне середовище стає важливою ознакою сучасної реальності, так як надає можливість виходити за рамки нашого матеріального світу, а також сприяє подоланню просторових обмежень. Сучасний рівень інформаційно-комунікаційних технологій дозволив розширити можливості нових продуктів туристичної галузі, через розміщення їх в мережі Internet, додаючи до них можливість впровадження інтерактивних ефектів. Дані нововведення дозволили створювати інформаційні системи всередині продукту, які включають в себе різноманітний відеоматеріал, анімацію, звук, інформаційні вікна та меню, а також різноманітні спеціальні ефекти, наприклад відображення туристичного об'єкта залежно від падіння світла, що спостерігається. В свою чергу «віртуальний тур – спосіб реалістичного відображення тривимірного багатоелементного простору на плоскому екрані. Елементами віртуального туру, зазвичай, є сферичні панорами, з'єднані між собою інтерактивними посиланнями-переходами. Він створює в глядача «ефект присутності» – яскраві зорові образи, що запам'ятовуються» [3]. Все це надає унікальну можливість створювати програмні продукти по відомих містах, музеях, туристичних об'єктах з повним зануренням у віртуальну реальність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Питання дослідження використання новітніх інформаційних технологій в діяльності підприємств туристичної сфери і туризму в цілому проводили С. Арімов, В. Балута, П. Бурцев, О. Виноградова, А. Галиновский, О. Губанова, В. Гуляев, А. Демаш, М. Єфремова, І. Зорін, І. Калашников, В. Квартальнов, Д.Купінський, Ю. Миронов, М. Морозов, Н. Морозова, Т. Новгородцев, Н. Плотнікова, М. Огороков, М. Робсон, М. Скопень, Т. Ткаченко, О. Тоффлер Ф. Уллах, М. Хайдеггер, А. Шлевков, Л. Шульгіна, С. Чупров та інші. Проте дана тематика вимагає подальшого дослідження у зв'язку з високими темпами розвитку Інтернет-технологій та необхідністю їх застосування в туристичній індустрії.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Незважаючи на різноманітні наукові дослідження з даної тематики, питання застосування апаратного та програмного забезпечення сучасних ІКТ та можливостей Інтернету для туристичної галузь потребують подальшого вивчення.

Формулювання мети дослідження. Метою статті є розгляд апаратного та програмного забезпечення створення та використання 3D-турів, які виникли завдяки сучасним комп'ютерним технологіям, електронним засобам комунікацій та можливостям Інтернету.

Виклад основного матеріалу. На сьогоднішній день 3D-панорами і технології їх виготовлення починають тільки розвиватися, хоча панорамний рисунок існував вже довгий час. Це можна пояснити тим, що до теперішнього часу процес створення таких рисунків був достатньо важким. Коли виникли цифрові фотографії, розвиток 3D-панорам отримує новий поштовх для свого розвитку, а обробка одержаного матеріалу стала менш трудомісткою і простішою. Хоча істинна причина такого повсякденного використання є ріст і нові можливості сучасних комп'ютерів, які дозволяють створювати нові туристичні продукти в реальному часі.

Віртуальні тури – це он-лайнні або оф-лайнні презентації, які дозволяють потенційним клієнтам оглядати будь-який об'єкт. Залежно від типу такого туру це можуть бути сферичні або циліндричні панорами об'єктів будь-якого розміру (експонати музеїв та картинних галерей, кімнати та інші приміщення готелів, вулиці та будівлі міст, алеї парків, види з висоти пташиного польоту тощо), які рухаються довільно [10].

Віртуальний тур – це реалістичне тривимірне зображення, що складається з циліндричних або сферичних панорам, які зібрані з фотографій, тривимірних об'єктів і активних посилань-переходів (хотспотів). Більшість віртуальних турів дають можливість «рухатися» за допомогою інтерактивних навігаційних клавіш та вказівників їх переходу [2].

На сьогоднішній час 3D-тури являються рекламними продуктами, що дають можливість більш краще показувати туристу об'єкт або туристичну послугу, на противагу перегляду фотографій, відеороликів, читання описів, за рахунок чого створюється відносно більший ефект присутності. Основними ознаками 3D-турів є інтерактивність, показовість, інформативність та комунікативність.

Коли турист використовує 3D-тури, то він краще сприймає невідомий об'єкт, який стає більш реальнішим. Відмінною його ознакою є яскраві образи і незабутні враження від побаченого [12].

Панорама дозволяє представити людині простір, який подібний до особистої присутності людини – вона може обертатися довкола точки знімання в будь-яку сторону і розглядати будь-яку ділянку панорами, збільшуючи її [7].

Розглянемо основні способи подання панорами у вигляді 2D-зображення, що зберігається на комп'ютері: еквідистантна і кубічна проекції.

Побудова еквідистантної проекції являється складним процесом. Для цього потрібно розкласти сферу на окремі площини, при цьому розтягуючи зеніт і надир (тобто верх і низ) до отримання прямокутного зображення. Якщо ж помістити сферу з зображенням всередину куба зі стороною, що дорівнює діаметру сфери, спроектувати сферу на кожную сторону і розрізати отриманий куб, то отримаємо шість проекцій: фронтальна, тилова, права, ліва, зеніт і надир сфери.

Після отримання проекцій 3D панорами її необхідно програмним чином перетворити назад для подання у вигляді сфери. Для цього існують спеціальні програми – панорамні плеєри. Саме на рівні візуалізації в панорамних плеєрах відбувається впровадження різноманітних інтерактивних ефектів.

Таким чином, весь процес створення 3D-туру зводиться до наступних дій:

- а) здійснення фотозйомки об'єктів, які увійдуть в віртуальний тур;
- б) обробка отриманих результатів, створення з ряду окремих фотознімків набору 3D-панорами;
- в) програмування ефектів інтерактивності і виготовлення віртуального туру [6].

Наведемо труднощі, які виникають на кожному з етапів виготовлення 3D-туру.

а) підготовка фото матеріалу (фотозйомка). Існують різні технічні обмеження на обладнання, використовуючи яке проводиться зйомка. Жоден з об'єктів не в змозі передати весь простір повністю, за один кадр. Кожен кадр може вмістити тільки частину простору. Для фотозйомки найкраще підходять ширококутні об'єктиви, які дозволяють відзняти сферу за мінімальну кількість кадрів. Однак у таких об'єктивів присутні сильні геометричні спотворення – дисторсія. В результаті спотворень подальша обробка матеріалу значно ускладнюється, а якість майбутньої панорами помітно знижується. Таким чином, доводиться шукати певний компроміс між простотою виготовлення і якістю результату [4].

Окрім проблеми з вибором фотоапарату і об'єктиву виникає також проблема динаміки зйомки: фотоапарат слід зафіксувати в процесі створення фотографій і обертати максимально близько до нодальної точки об'єктива.

Нодальна точка – це точка в об'єктиві камери, де перетинаються промені світла, що йдуть до плівки або матриці. Це дозволяє значно знизити негативний вплив паралакса між віднятими

кадрами. Паралакс – це зміщення об'єктів переднього плану щодо об'єктів заднього плану при повороті камери. Для обертання навколо нодальної точки зазвичай використовуються спеціальні панорамні головки [5].

Крім того, в зв'язку з тим, що з однієї точки робиться відразу велика кількість знімків, підвищуються вимоги до штатива, який повинен бути досить стійкий, мати гнучкі параметри налаштування зміни ракурсів фотоапарату без переміщення самого штатива.

б) Обробка фотоматеріалу. Оскільки після етапу підготовки фотоматеріалу ми маємо деяке число кадрів (кількість яких може варіюватися від 6 до 100 кадрів, в залежності від умов сюжетної програми), виникає проблема – яким чином скласти з них ціле, єдине зображення. При цьому необхідно врахувати спотворення простору на кожній з фотографій, що виникають при використуванні конкретних моделей об'єктивів. Після об'єднання ряду знімків в єдину фотографію потрібно обробити кольорову гамму і виправити дефекти, які неминуче виникають в процесі зйомки [6];

в) Додавання інтерактивності. Панорама відтворюється панорамними плеєрами, створеними на основі Java, QuickTime або Adobe Flash (ActionScript) технологій, дозволяючи використати всі їхні можливості для реалізації різних інтерактивних ефектів. Java і QuickTime технології вимагають завантаження спеціальних надбудов для браузера, які можуть досягати десятків мегабайт. Технологія Adobe Flash є стандартом і встановлена на комп'ютерах більшості користувачів, підтримує апаратне прискорення, тому саме вона отримує значну перевагу при реалізації інтерактивних 3D-турів;

г) Вибір програмного забезпечення для створення 3D-туру. Програми для побудови турів відрізняються дружнім, інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом і зручністю роботи, а також забезпечують досягнення вражаючого результату за порівняно короткий проміжок часу (правда, останнє можливе лише за умови наявності ідеальних знімків, зшиваються в панораму). У підсумку на розробку програмного продукту витрачається мінімум часу, тоді як при використанні інших технологій для отримання того ж самого результату потрібен був би тиждень роботи цілої команди розробників [6].

Кафедрами «Професійної освіти та комп'ютерних технологій», «Комп'ютерних наук», «Туризму та готельно-ресторанної справи» Луцького НТУ розроблені різноманітні 3 D-тури - 3D-тур рекреаційний комплекс «Рест-парк», 3D-тур «Віртуальний Луцьк», 3D-тур «Центр традиційної культури «Медова хата» та інші.

Віртуальна екскурсія «Віртуальний Луцьк» розроблена за допомогою програм: PTGui, Microsoft Image Composite Editor, Tourweaver 5 Professional Edition. Для розробки віртуальних турів «Рекреаційний комплекс «РЕСТПАРК» та «Центр традиційної культури «Медова хата» використовувався комплекс програмних засобів, а саме: Kolor Autopano Giga, PanotourPro і Adobe Photoshop. Дані програмні продукти мають дружній, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, а також забезпечують досягнення вражаючого результату за порівняно короткий проміжок часу (правда, останнє можливо лише за умови наявності ідеальних знімків, які зшиваються в панораму). І як підсумок, на розробку програмного продукту витрачається мінімум часу, тоді як при використанні інших технологій для отримання того ж самого результату потрібно було б тиждень роботи цілої команди розробників.

Для редагування панорам використовувався програмний продукт Pano2VR – програма для створення сферичних і циліндричних 3D панорам, а також для створення на їх основі унікальних віртуальних турів зі всілякими ефектами і переходами. Вона дозволяє зберігати створені панорами в форматах Adobe Flash 10 (SWF), HTML5 або QuickTime.

Підтримується робота з графічними форматами JPEG, PNG, TIFF, PSD (Photoshop), Radiance HDR і файлами QuickTime VR з JPEG кодуванням. Є можливість створювати власні шаблони для майбутніх панорам, додавати в них кнопки, анімацію, звук і ефекти переходів [13].

Для створення панорамних фотографій застосовувався програмний продукт Kolor Autopano Giga 2.6.3 – програма для створення панорамних зображень, яку без перебільшення можна вважати грандіозним проривом в цій області протягом останніх років. Весь процес по створенню панорами повністю автоматизований: сама піджене фрагменти, відкоригує і збалансує колір і яскравість, може навіть сама знайти підходящі для склеювання фото у зазначеній папці. Підтримується велика кількість форматів (включаючи RAW).

Kolor Autopano Giga дозволяє об'єднувати декілька фотознімків з частковим перекриттям у великий панорамний знімок. На відміну від багатьох популярних програм, що застосовуються для склеювання панорам, тут склейка відбувається в повністю автоматичному режимі з використанням власних алгоритмів SIFT і RANSAC, що виробляють склеювання набагато швидше і точніше, повна підтримка HDR (High Dynamic Range). Робота з програмою дуже проста – достатньо лише вказати теку, що містить одну або декілька серій знімків для об'єднання, і програма сама знайде і об'єднає ці

знімки в панорами. При цьому, можливості практично необмежені – можна створювати панорами з полем зору 360 – 180 градусів, що містять необмежену кількість окремих фотографій, при цьому розмір панорами обмежений лише розмірами вашого вінчестера. Області застосування програми обширні: кінематографія, архітектура, продаж нерухомості, картографія, астрономія і т.д.

У доповненні до звичайних функцій Autorpano Pro, Giga-версія програми дозволяє створювати панорами в 360 градусів, експортувати їх в Flash формат в якості віртуального туру і створювати з сотень або тисяч фотографій гігапиксельні зображення [9].

Для створення 3D віртуального туру об'єкта використовувалась програма Kolor Panotour Pro 2.0 – програма, призначена для створення віртуальних турів з ваших фотографій. У кінцевому вигляді цей тур виглядає на екрані так, як ніби користувач знаходиться в центрі кімнати і якщо перемістити мишку вправо або вліво, то виходить як-ніби він сам крутиться по сторонах, якщо натиснути на двері, то користувач переміщується в наступну кімнату і т.д. У кінцевому підсумку виходить, що людина через комп'ютер зможе оглянути приміщення чи інший об'єкт. Таку технологію можна побачити на сайтах різних курортних готелів, кафе, офісів, ресторанів і т.д. Все що вимагається від розробника – це фотографії. Також в свій проект можна додавати наявні в програмі різноманітні ефекти [11].

Для редагування готових панорамних фотографій та усування різного роду дефектів, присутніх на панорамних зображеннях, використовувався графічний редактор Adobe Photoshop CS3. Adobe Photoshop – графічний редактор, розроблений і поширюваний фірмою Adobe Systems. Цей продукт є лідером ринку в області комерційних засобів редагування растрових зображень, і найвідомішим продуктом фірми Adobe.

Adobe Photoshop тісно пов'язаний з іншими програмами для обробки медіафайлів, анімації та іншої творчості. Спільно з такими програмами, як Adobe ImageReady, Adobe Illustrator, Adobe Premiere, Adobe After Effects і Adobe Encore DVD, він може використовуватися для створення професійних DVD, забезпечує засоби нелінійного монтажу і створення таких спецефектів, як фони, текстури і т. д. для телебачення, кінематографу і всесвітньої павутини. Основний формат Photoshop, PSD, може бути експортований і імпортований всіма програмними продуктами, переліченими вище.

Через високу популярність Adobe Photoshop підтримка його формату файлів, PSD, була реалізована в його основних конкурентів, таких, як Macromedia Fireworks, Corel, Pixel image editor, WinImages і т.д. Adobe Photoshop підтримує обробку зображень, як з традиційною глибиною кольору (8 біт, 256 градацій яскравості на канал), так і з підвищеною (16 біт, 65536 відтінків в кожному каналі) [14].

Для використання розроблених віртуальних турів підійде практично будь-який комп'ютер середньої потужності, що є непоганою перевагою, оскільки на даний момент деяка частина обладнання не є повністю оновлена, це стосується будь-якої організації, підприємства чи іншого об'єкту. Для успішного запуску і використання віртуальних 3D-турів також необхідно, щоб на комп'ютері був встановлений флеш-плеєр та будь-який браузер (бажано firefox, opera, chrome).

Запускаються віртуальні тури «Рекреаційний комплекс «РЕСТПАРК» та «Центр традиційної культури «Медова хата» через файл формату swf, що підтримується майже на всіх комп'ютерах.

На головній сторінці розміщуються активні точки переходу, що дозволяють переміститись по віртуальному туру до наступної панорами. Також на зручній позиції знаходиться панель управління віртуальним туrom.

Панель управління містить часто використовувані іконки віддалення/зближення, вперед/назад, вліво/вправо, вихідна позиція парами, повноекранний режим перегляду, кнопка запуску автоматичного обертання навколо осі.

Для управління віртуальним 3D-туром в меню було реалізовано кнопку допомоги «Help», яка розміщується першою з правої сторони. В будь-який момент можна відкрити вікно допомоги.

Процес розробки віртуальних турів включає декілька етапів:

- вибір кількості точок (панорам) у віртуальному турі;
- розробка індивідуального меню та додаткових інтерактивних функцій;
- фотозйомка об'єкту;
- монтаж 3D-панорам і віртуального туру;
- розміщення на сайті і тестування [1].

Висновки з даного дослідження. Віртуальне представлення об'єкта дозволяє максимально ознайомити потенційного клієнта із запропонованим туром, або його окремими складовими, викликає позитивні емоції та впливає на його вибір. Отже, для стимулювання покупок турів, пробудження бажання потенційних клієнтів відвідати певні місця, туристична фірма, музей або готельно-ресторанний комплекс обов'язково повинні використовувати віртуальний туризм у своїй

діяльності, формувати віртуальні тури, розміщувати панорамні зображення визначних місць та культурних пам'яток для залучення більшої кількості клієнтів.

Список бібліографічного опису.

1. Гадецька З.М. Сучасні мультимедійні засоби просування готельно-ресторанних та туристичних послуг. *Науковий журнал «Молодий вчений»*. Харків, 2014. №2 (17). С.45-51
2. Ветрова А.А., Макаренко А.Ю. Создание конструктора для разработки виртуальных 2D и 3D экскурсий [Электронный ресурс]. *Прикаспийский журнал : управление и высокие технологии*. 2008. № (2). Режим доступа до ресурсу : [http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2\(2\)/91-95.pdf](http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2(2)/91-95.pdf).
3. Виртуальный тур [Электронный ресурс]. *Art Of Web: сайт*. Режим доступа: <http://artofweb.ru/solutions/aow-businesscenter/>.
4. Дорофеев С.Ю., Тюгаев Д.Н. Создание аппаратно-программного комплекса для изготовления виртуальных туров на основе интерактивных 3D-панорам. *Инновационные технологии кафедры КСУП : Научно-практическая конференция*. Томск, 2008.
5. Дорофеев С.Ю., Тюгаев Д.Н. Интерактивные виртуальные 3D-Туры. *Научная сессия ТУСУР-2009: Матер. докладов Всеросс. научно-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных*. Томск : В-Спектр, 2009. С. 338-341.
6. Зайцева М.А., Лысак А.П., Дорофеев С.Ю. Технология создания виртуальных интерактивных туров RUBIUS 3DTourKit. *Известия Томского политехнического университета*, 2010. Т. 317. № 5. С. 97–102.
7. Кабак В.В., Подоляк В.М. Теоретичні засади використання інформаційних технологій у сфері туризму. Перспективи розвитку туризму в Україні та світі: управління, технології, моделі: колективна монографія. Видання п'яте : за наук. ред. проф. Матвійчук Л.Ю. Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2019. С. 66-83.
8. Манько А.В., Орлик О.В. Інструменти та механізми віртуального туризму. *Інформаційні технології в економіці і управлінні. Збірник наукових студентських праць*. Одеса, 2019. С.119-125.
9. Несминова Н.Н. 3D панорамы: создание и преимущества. М., 2012. 125 с.
10. Орлик О.В. Інформаційні системи в сфері управління організацією. *Вісник соціально-економічних досліджень : зб. наук. пр.* Одеса : Вид-во ОДЕУ, 2002. Вип. 12. С. 188–191.
11. Панорамы и виртуальные туры [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://noinfo.ru/page.php?164-3d-panoramy-virtualnye-tury-kakoy-soft-vybrat>
12. Потапюк Л.М., Масовець О.А. Застосування технологій віртуальної реальності в освіті. *Сучасна наука та освіта Волині : зб. матеріалів науково-практ. конф., 22 листоп. 2018 р.*, м. Володимир-Волинський. Луцьк : Волиньполіграф, 2018. С. 338-343.
13. Создание интерактивных панорам и виртуальных туров [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3dnews.ru/646669>
14. Создание 3D-панорамы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://1panorama.ru/kak-sozdat-3d-panoramu-redaktirovanie-proekcij-sozdanie-3d-panoramy-11p>.

References.

1. Hadetska Z.M. Suchasni multymediini zasoby prosuvannia hotelno-restorannykh ta turystychnykh posluh. *Naukovyi zhurnal «Molodyi vchenyi»*. Kharkiv, 2014. №2 (17). S.45-51
2. Vetrova A.A., Makarenko A.Yu. Sozdanie konstruktora dlya razrabotki virtualnykh 2D i 3D ekskursiy [Elektronnyi resurs]. *Prikaspiyskiy zhurnal : upravlenie i vyisokie tehnologii*. 2008. # (2). Rezhim dostupu do resursu : [http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2\(2\)/91-95.pdf](http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2(2)/91-95.pdf).
3. Virtualnyi tur [Elektronnyi resurs]. *Art Of Web: sayt*. Rezhim dostupa: <http://artofweb.ru/solutions/aow-businesscenter/>.
4. Dorofeev S.Yu., Tyugaev D.N. Sozdanie aparatno-programmnogo kompleksa dlya izgotovleniya virtualnykh turov na osnove interaktivnykh 3D-panoram. *Innovatsionnye tehnologii kafedry KSUP : Nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. Tomsk, 2008.
5. Dorofeev S.Yu., Tyugaev D.N. Interaktivnyie virtualnye 3D-Turyi. *Nauchnaya sessiya TUSUR-2009: Mater. докладов Vseross. nauchno-tehn. конф. studentov, aspirantov i molodykh uchYonyih*. Tomsk : V-Spekt, 2009. S. 338-341.
6. Zaytseva M.A., Lyisak A.P., Dorofeev S.Yu. Tehnologiya sozdaniya virtualnykh interaktivnykh turov RUBIUS 3DTourKit. *Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta*, 2010. T. 317. # 5. S. 97–102.
7. Kabak V.V., Podoliak V.M. Teopetychni zasady vykopystannia infopmatsiinykh tekhnolohii u sfepi tupyzmu. Pepspektyvy pozvytku tupyzmu v Ukraini ta sviti: uppavlinnia, tekhnolohii, modeli: kolektyvna monohpafiia. Vydannia piate : za nauk. ped. pprof. Matviichuk L.Iu. Luts'k : IVV Lutskoho NTU, 2019. S. 66-83.
8. Manko A.V., Orlyk O.V. Instrumenty ta mekhanizmy virtualnoho turyzmu. *Informatsiini tekhnolohii v ekonomitsi i upravlinni. Zbirnyk naukovykh studentskykh prats*. Odesa, 2019. S.119-125.
9. Nesminova N.N. 3D panoramy: sozdanie i preimuschestva. M., 2012. 125 s.
10. Orlyk O.V. Informatsiini systemy v sferi upravlinnia orhanizatsiieiu. *Visnyk sotsialno-ekonomichnykh doslidzhen : zb. nauk. pr.* Odesa : Vyd-vo ODEU, 2002. Vyp. 12. S. 188–191.
11. Panoramy i virtualnye turyi [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupu: <http://noinfo.ru/page.php?164-3d-panoramy-virtualnye-tury-kakoy-soft-vybrat>
12. Potapiuk L.M., Masovets O.A. Zastosuvannia tekhnolohii virtualnoi realnosti v osviti. *Suchasna nauka ta osvita Volyni : zb. materialiv naukovoprakt. конф., 22 lystop. 2018 r.*, m. Volodymyr-Volynskiy. Luts'k : Volynpolihraf, 2018. S. 338-343.
13. Sozdanie interaktivnykh panoram i virtualnykh turov [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupu: <http://3dnews.ru/646669>
14. Sozdanie 3D-panoramy [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupu: <http://1panorama.ru/kak-sozdat-3d-panoramu-redaktirovanie-proekcij-sozdanie-3d-panoramy-11p>.