

Збереження та ревіталізація архітектурних пам'яток. Сучасні рішення

Preservation and revitalization of architectural monuments. Modern decisions





PL-BY-UA
2014-2020



Co-funded by
the European Union

ПРОЕКТ № PLBU.01.01.00-UA-0746/17-00
«НОВЕ ЖИТТЯ СТАРОГО МІСТА: РЕВІТАЛІЗАЦІЯ ПАМ'ЯТОК
ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ ЛУЦЬКА ТА ЛЮБЛІНА»

PROJECT № PLBU.01.01.00-UA-0746/17-00
«NEW LIFE OF THE OLD CITY: REVITALIZATION OF MONUMENTS
OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE OF LUTSK AND LUBLIN»



Виконавчий комітет Луцької міської ради
The Executive Committee of the Lutsk City Council



PROJECT № PLBU.01.01.00-UA-0746/17-00
«NEW LIFE OF THE OLD CITY: REVITALIZATION OF MONUMENTS
OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE OF LUTSK AND LUBLIN»

Preservation and revitalization of architectural monuments Modern decisions

Collection of articles of the International scientific conference
«EXPERIENCE OF REVITALIZATION AND PROMOTION
OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE»

28 February, 2019

Lutsk
«Nadstyrya»
2019

ПРОЕКТ № PLBU.01.01.00-UA-0746/17-00
«НОВЕ ЖИТТЯ СТАРОГО МІСТА: РЕВІТАЛІЗАЦІЯ ПАМ'ЯТОК
ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ ЛУЦЬКА ТА ЛЮБЛІНА»

Збереження та ревіталізація архітектурних пам'яток Сучасні рішення

Збірник статей міжнародної наукової конференції
«ДОСВІД РЕВІТАЛІЗАЦІЇ І ПРОМОЦІЇ
ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ»

28 лютого 2019 року

Луцьк
«Надстир'я»
2019

Міста-побратими Луцьк і Люблін мають давню історію та велику кількість пам'яток історико-культурної спадщини. Деякі з них сьогодні потребують особливої уваги через свій занедбаний стан. Проект «Нове життя старого міста: ревіталізація пам'яток історико-культурної спадщини Луцька та Любліна», що фінансується Програмою транскордонного співробітництва Польща-Білорусь-Україна 2014-2020, націлений на відновлення колишньої величі Башти Чорториських з оборонним муром та монастирем єзуїтів із підземеллями у Луцьку, а також Готичної вежі у Любліні.

З метою обговорення досягнень та інноваційних підходів у сфері ревіталізації і збереження пам'яток архітектури, їх промоції у туристичній галузі, висвітлення кращих світових практик реставрації 28 лютого 2019 року у Луцьку в рамках Проекту відбулася міжнародна наукова конференція «Досвід ревіталізації і промоції історико-культурної спадщини». Цей збірник вміщує статті, презентовані під час заходу науковцями та галузевими експертами.

Для фахівців, студентів, шанувальників історії рідного краю.

Partner cities Lutsk and Lublin have a long common history and a great amount of monuments of historical and cultural heritage. Nowadays some of them need special care because of their neglected condition. The project «New life of the old city: revitalization of the historical and cultural heritage of Lutsk and Lublin», funded by the Cross-border Cooperation Programme Poland-Belarus-Ukraine 2014-2020, is aimed to revive former greatness of the Chortoryiski Tower with the defensive wall and the Jesuits Monastery with the underground cells in Lutsk, as well as the Gothic Tower in Lublin.

On February 28th, 2019 in Lutsk the International Scientific Conference «Experience of Revitalization and Promotion of Historical and Cultural Heritage» took place within the Project in order to discuss the achievements and innovative approaches in the field of revitalization and preservation of architectural monuments, their promotion in the tourism industry, demonstration of the best world practices of restoration. This collection contains articles presented by scientists and experts in the relevant field during the event.

For specialists, students, admirers of the history of native land.

Цей збірник було видано за фінансової підтримки Європейського Союзу, у рамках Програми транскордонного співробітництва Польща-Білорусь-Україна 2014-2020. Повну відповідальність за зміст цього документу несе Виконавчий комітет Луцької міської ради. Ця публікація за жодних обставин не може розглядатися як така, що відображає позицію Європейського Союзу, ОУ або Спільного технічного секретаріату Програми транскордонного співробітництва ЄС Польща-Білорусь-Україна 2014-2020.

This collection has been produced with the financial assistance of the European Union, under the Cross-border Cooperation Programme Poland-Belarus-Ukraine 2014-2020. The contents of this publication are the sole responsibility of the Executive Committee of the Lutsk City Council and under no circumstances can be regarded as reflecting the position of the European Union, the MA or the Joint Secretariat of the ENI CBC Programme Poland-Belarus-Ukraine 2014-2020.



PL-BY-UA
2014-2020



Co-funded by
the European Union

References

1. Husach I. R., Nechytailo P. O. Imported coffee cups from the closed complex of the end of the XVII century in Kamyans-Podilskyi // *Stratum plus*. – № 6. – 2018. – P. 319–357.
2. Nechytailo P. O. Ceramic cookware from the closed complex of the end of the XVII century in Kamyans-Podilskyi (Polskyi Rynok, pit 2) // *Archeology and ancient history of Ukraine*, 2018, issue 4 (29). – P. 254–268.
3. Starenkyi I., Nechytailo P. A complex of Ottoman finds made of non-ferrous metal of the second half of the XVII century from excavations in 2016 on the Polskyi Rynok Square in Kamyans-Podilskyi // *Problems of the history of the countries of Central and Eastern Europe: collection of scientific works – Kamyans-Podilskyi: Kamyans-Podilskyi I.Ohiyenko National University*, 2017. – P. 207–213.
4. Starenkyi I., Nechytailo P. Bullet molds of the last third of the XVII century from Kamyans-Podilskyi // *Museums and restoration in the context of the culture heritage preservation: topical challenges of our time: materials of International Scientific and Practical Conference – Kyiv: NAK-KKiM, Association of restorers of Ukraine*, 2017. – P. 293–295.
5. Starenkyi I., Nechytailo P. Numismatic material for excavation on the Polskyi Rynok Square in Kamyans-Podilskyi in 2016 // *New research on the monuments of the Cossack era: collection of scientific articles – K.: Center of monuments study*, 2017. – Issue 26. – P. 182–189.
6. Starenkyi I., Nechytailo P. Collection of buttons for excavation of 2016 on the square Polskyi Rynok in Kamyans-Podilskyi // *New research on the monuments of the Cossack era: collection of scientific articles. – K.: Center of monuments study NAN of Ukraine*, 2018. – Issue 27. – P. 110–113.
7. Starenkyi I., Nechytailo P. Workshop on the manufacture of metal utensils of the II half of the XVII century from the square Polskyi Rynok in Kamyans-Podilskyi. – *Khmelnyskyi local studies studios: scientific collections of local lore. – Khmelnyskyi*, 2018. – Issue 17. – P. 129–132.



Марія Ничвид,
Ужгородський національний університет, Україна

Іван Проданець,
ДП «Закарпатгеодезцентр», Україна

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ДОПОМОГУ ЗБЕРЕЖЕННЯ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ ДЛЯ МАЙБУТНІХ ПОКОЛІНЬ

Вступ

Культурна спадщина – це пам’ятники, будівлі або ландшафти «видатної загальнолюдської цінності з точки зору історії, мистецтва або науки». Такі улюблені та культурно значущі об’єкти, як собор святої Софії, Києво-Печерська лавра, ансамбль історичного центру Львова та інші [4] потребують захисту, бо світ ризикує втратити їх від стихійних лих, війни чи інших загроз – посиленого туризму та розвитку, – і вони, швидше за все, недостатньо фінансуються, а отже, недостатньо задокументовані.

Збереження культурної спадщини є дуже важливим завданням, можливості якого значно розширилися завдяки технологічним досягненням останніх років, а 3D-сканування та цифрова фотограмметрія – безумовно, одні з них. Оцифрування об’єктів і артефактів у 3D має багато переваг, включаючи документування та класифікацію їх у каталогах, сховищах та базах даних, точне вимірювання або їх аналіз, моніторинг за їх станом із плином часу.

Тривимірні описи об’єктів культурної спадщини відіграють корисну роль у багатьох різних застосуваннях, таких як відновлення, оцінка стану та їх збереження. На жаль, більшість підходів до побудови 3D-зображень вимагають дорогого обладнання та великої кількості висококваліфікованої робочої сили і не є доступними для багатьох установ культурної спадщини, які зазвичай стикаються з фінансовими питаннями. Зокрема, методи, які найбільш помітно реалізовані за допомогою лазерних наземних сканерів, для невеликих об’єктів, та за допомогою безпілотних літальних апаратів, для великих архітектурних споруд, дозволяють отримати дуже точні та детальні моделі. З іншого боку, такі типи обладнання є дуже дорогими, процес придбання є досить трудомістким, а складання результатів в єдиний 3D-об’єкт є складним технічним завданням.

Мета та завдання статті

Метою статті є визначення принципів та методів наземного лазерного сканування та цифрової фотограмметрії для архітектурної галузі.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання:

– вивчити загальні процеси, які дозволяють з хмар точок лазерного сканування отримувати повноцінні просторові моделі об’єктів ;



Mariia Nychvyd,
Uzhhorod National University, Ukraine
Ivan Prodanets,
SOE «Zakarpatheodeztsentr», Ukraine

DIGITAL TECHNOLOGIES AS A MEAN OF CULTURAL HERITAGE PRESERVATION FOR FUTURE GENERATIONS

Introduction

Cultural heritage – that is monuments, buildings and landscapes of «an outstanding universal value in terms of history, art or science». Such favourite and culturally significant objects as Saint Sophia’s Cathedral, Kyiv Pechersk Lavra, ensemble of the historical center of Lviv and others [4] need protection, otherwise the world risks losing them from natural disasters, war or other threats – intensified tourism and development, – and they, probably, are not sufficiently funded, and therefore insufficiently documented.

Cultural heritage is monuments, buildings or landscapes of «outstanding universal human value in terms of history, art or science.» Such favorite and culturally significant objects as Hagia Sophia, Kiev-Pechersk Lavra, the ensemble of the historic center of Lviv and others [4] need protection or the world risks losing them from natural disasters, war or other threats - enhanced tourism and development - and they are likely to be underfunded, and therefore not well documented.

Three-dimensional descriptions of objects of cultural heritage play a useful role in many different applications such as restoration, assessment and preservation. Unfortunately, most approaches to 3D images building require expensive equipment and a large number of highly skilled labor force, and are not available to many cultural heritage institutions, which are usually faced with financial issues. In particular, methods that are most notably implemented with terrestrial laser scanners for small objects, and by unmanned aerial vehicles (UAV) – for large architectural constructions, – allow to get very precise and detailed models. On the other hand, these types of equipment are very expensive, the acquisition process is quite labor-intensive, and compiling the results into a single 3D object is a complicated technical task.

The objective and tasks of the article

The objective of the article is to define the principles and methods of terrestrial laser scanning and digital photogrammetry for the architectural industry.

To achieve above mentioned objective the following tasks are being solved:

– to learn general processes, which allow from clouds of laser scan points to receive complete spatial object models;

- розглянути можливість вирішення практичних задач;
- розглянути порядок обробки та використання даних лазерного сканування та цифрової фотограмметрії.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В українському науковому просторі питання моделювання просторових архітектурних пам'яток почало виникати тільки в останні роки через появу на ринку відповідного геодезичного обладнання. Так, загальна класифікація типів сканерів наведена у праці [3]. Багато публікацій зосереджено на питаннях застосування методів цифрової фотограмметрії для розв'язування різноманітних задач (В. Глотов [1]) та використання безпілотних літальних апаратів (М. Шевня [5]). У роботі [6] охарактеризовано сучасний стан можливостей методу наземної фотограмметрії та лазерного сканування і аналіз методів інтегрування даних фотограмметрії та лазерного сканування.

Виклад основного матеріалу

Тривимірне наземне лазерне сканування та фотограмметрія вважаються цифровими методами документації, оскільки вони створюють цифрову модель майже ідентичну фізичній геометрії, що заснована на вимірюваннях [8].

Наземне лазерне сканування надає тривимірну просторову інформацію об'єкта в межах певної відстані від землі за допомогою лазера. Цей метод може швидко показати геометрію великого об'єкта культурної спадщини через високу швидкість роботи, мобільність та доступність. Точність і збір даних наземного лазерного сканування найвища у вертикальному напрямку.

Інший метод, цифрова фотограмметрія за допомогою безпілотного літального апарату (БПЛА), забезпечує деякі переваги у порівнянні з лазерним скануванням. На ортофотопланах, створених за допомогою БПЛА, можна безпосередньо вимірювати відстані, кути, планові координати та площі на зображенні, оскільки відношення між місцезорештанням об'єктів ідентичні тим, що і на топографічній карті. Зокрема, фотограмметрія БЛА має більш високу горизонтальну точність і швидкість збору даних, ніж наземне лазерне сканування. Тому, якщо технології наземного лазерного сканування та цифрова фотограмметрія правильно інтегровані, можна отримати числову інформацію разом із компонуванням об'єктів архітектурної спадщини.

Типи 3D-сканування

3D-сканери довго-середнього діапазону (LiDAR)

3D-сканери використовуються для сканування загальної форми великих об'єктів і поверхонь з метою отримання точної метрологічної інформації. Їх не можна використовувати для вимірювання деталей поверхонь. Сканери довго-середнього діапазону використовують системи на основі лазерного імпульсу. Лазерний віддалемір обчислює відстань до об'єкта або поверхні, розраховуючи час проходження імпульсу світла в обох напрямках

- consider the possibility of solving practical problems;
- consider the processing and use of data of laser scanning and digital photogrammetry.

Analysis of recent researches and publications

In Ukrainian scientific space the issue of modeling of spatial architectural monuments began to arise only in recent years due to the appearance on the market of the corresponding geodetic equipment. So the general classification of types of scanners is given in report [3]. A lot of publications are focused on issues of applying methods of digital photogrammetry for solving various tasks (V. Glotov [1]) and the use of unmanned aerial vehicles (M. Shevnia [5]). In report [6] the modern state of possibilities of terrestrial photogrammetry and laser scanning and analysis of methods of data integration of photogrammetry and laser scanning are characterized.

Main part

Three-dimensional terrestrial scanning and photogrammetry are considered digital documentation methods, while they are creating digital model, almost identical to the physical geometry that is based on measurements [8].

Terrestrial laser scanning gives three-dimensional spatial object information within a certain distance from the land using a laser. This method could quickly show the geometry of a large object of cultural heritage due to high speed of work, mobility and accessibility. Accuracy and acquisition of terrestrial laser scanning data are the highest in the vertical direction.

Another method, digital photogrammetry by means of unmanned aerial vehicles (UAV), provides some advantages compared to laser scanning. On orthophotomaps, created with help of the UAV, one could directly measure distances, angles, plan coordinates and areas in the image, while the correspondence between the location of objects is identical to that of the topographic map. In particular, photogrammetry of UAV has a higher horizontal accuracy and speed of data collection than terrestrial laser scanning. Therefore, if technologies of terrestrial laser scanning and digital photogrammetry are correctly integrated, one could get numerical information along with layout of architectural heritage objects.

Types of 3D Scanning

3D Scanners of long-medium Range (LiDAR)

3D scanners are used for large objects and surface general form scanning with the aim to get accurate metrological information. They can not be used to measure surface details. Scanners of long-medium range use systems, based on laser impulse. Laser distance meter calculates the Laser ranger calculates, calculating the travel time of the light in both directions



Рис. 1. Обладнання, що використовується для сканування – Наземний лазерний сканер FARO Focus3D X330
Fig. 1. Device, used for scanning – Terrestrial laser scanner FARO Focus3D X330

спеціально розроблений для сканування на відкритому повітрі (до 330 м), що дозволяє легко та точно сканувати ландшафти, архітектурні ансамблі, фасадні будівлі та інші великі об'єкти з точністю до 2 мм [2].

та використовуючи відоме значення швидкості світла. У документації з культурної спадщини, сканери довго-середньої дальності зазвичай використовуються у поєднанні з 3D-сканерами з близьким діапазоном для створення моделей як із глобальною метрологічною точністю, так і з високою роздільною здатністю. Одним із прикладів може слугувати сканер фірми FARO Focus3D X330 (рис.1). Цей прилад спеціально розроблений для сканування на відкритому повітрі (до 330 м), що дозволяє легко та точно сканувати ландшафти, архітектурні ансамблі, фасадні будівлі та інші великі об'єкти з точністю до 2 мм [2].



Рис. 2. Обладнання, що використовується для фотограмметрії – БПЛА Phantom 4 Advanced+
Fig. 2. Device, used for photogrammetry – UAV Phantom 4 Advanced+

3D Сканери ближнього діапазону

3D-сканери ближнього діапазону (робоча відстань більше 8 см і менше 1 м) використовуються для точного запису форми і поверхні об'єктів. Близька відстань знімання зазвичай пов'язана з більш високою роздільною здатністю. Лазерне сканування ближнього діапазону забезпечує кращу точність, має частоту від 100 000 до 500 000 точок в секунду. Результатом є величезна кількість даних, зібраних за короткий час. Точність положення точки становить приблизно 1–2 мм на відстані до 25 метрів.

Сканер ближнього діапазону кра-

and using the known value of the speed of light. In the documentation on cultural heritage, scanners of long-medium range usually are used in connection with 3D scanners with a short range to create models with both global metrological accuracy and high resolution. One of the examples is a scanner FARO Focus3D X330 (fig. 1). This device is specially designed for outdoor scanning (up to 330 m), which allows to scan landscapes, architectural ensembles, facade buildings and other large objects easily and with an accuracy of up to 2 mm [2].

3D Scanners of Short Range

3D scanners of short range (working distance more than 8 cm and less than 1 m) are used to accurately record the shape and surface of objects. Close shooting distance is usually associated with higher resolution. Laser scanning of short range provides better accuracy, has a frequency of 100,000 to 500,000 points per second. The result is a huge amount of data collected in a short time. The accuracy of the position of the point is about 1–2 mm at a distance of up to 25 meters.

Scanners of short range work better at short distances than a long-medium range scanner, and much better describes the details of objects at distances of up to 25 meters. They are used to record the shape and surface of sculptures and complex forms. The results can be used both in studies using screen-based applications and for reproducing the object for a variety of purposes, including tactile objects for blind and visually impaired people.

Scanners of short range use both laser and structured light system. Three-dimensional laser scanners on the basis of triangulation use a laser beam and one or two cameras to record an object. According to the trigonometric formulas, one can calculate the distance from the object to the scanner, creating an exact map of the surface. Structured light scanners also use triangulation, but use projected models of light instead of a laser. Camera records designed templates and calculates the distance of each point in the field of view. 3D scanning with short range is very important for recording heritage «of risks». In order to document the past consciously, one should know how to document not only the general form, but also the exact details of the object surface.

Photogrammetry

Photogrammetry – is an ideal mean to get 3D information in situations, when it is impossible to use 3D scanners (inaccessible places, conflict zones) or when a high speed of information is needed. Photogrammetry – is a way of capturing 3D information from 2D images using software for displaying functions and a number of algorithms. In order to make a 3D model, the camera makes several images with

ще працює на коротких відстанях, ніж сканер довго-середнього діапазону, і набагато краще описує деталі об'єктів на відстані до 25 метрів. Їх використовують для запису форми і поверхні скульптур та складних форм. Одержані результати можуть використовуватись як у дослідженнях із використанням екранних додатків, так і для повторного відтворення об'єкту для цілого ряду цілей, включаючи тактильні об'єкти для сліпих і слабозрячих людей.

Сканери ближнього діапазону використовують або лазерну, або структуровану систему світла. Тривимірні лазерні сканери на основі тріангуляції використовують лазерний промінь і одну або дві камери для запису об'єкта. За формулами тригонометрії можна розрахувати відстань від об'єкта до сканера, створюючи точну карту поверхні. Структуровані світлові сканери також використовують тріангуляцію, але застосовують спроектовані моделі світла замість лазера. Камера записує спроектовані шаблони і обчислює відстань кожної точки в полі зору. 3D-сканування із близьким діапазоном є важливим для запису спадщини «ризик». Для того, щоб свідомо документувати минуле, необхідно вміти документувати не тільки загальну форму, але й точні деталі поверхні об'єкта.

Фотограмметрія

Фотограмметрія – це ідеальний спосіб отримання 3D-інформації в ситуаціях, коли неможливо використовувати 3D-сканери (недоступні місця, зони конфліктів) або коли потрібна висока швидкість отримання інформації. Фотограмметрія – це спосіб залучення 3D-інформації з 2D-зображень за допомогою програмного забезпечення для відображення функцій та ряду алгоритмів. Для того, щоб зробити 3D-модель, камера робить кілька зображень із перекриттям поверхні об'єкта. Потім зображення можуть бути оброблені для створення 3D-моделі для різних додатків.

Фотограмметрія використовується з народження сучасної фотографії у таких областях, як топографічне картографування, архітектура та археологія. Дані можуть бути записані комерційно доступними камерами, які фіксують кілька знімків всієї поверхні об'єкта.

3D віртуальний музей

Нові технології перетворили сучасний музей: тепер відвідувачі можуть отримати доступ до виставки з будь-якої точки світу. Об'єкти може переглядати набагато більша кількість людей. Колекції та експонати тепер віртуальні та інтерактивні – ідеально підходять для 3D.

За останні роки 3D-сканування стало частиною послідовного та безконтактно-го підходу до документації культурної спадщини та її довгострокового збереження. 3D-сканування пам'яток, пам'ятників і артефактів з високою роздільною здатністю дозволяє контролювати, вивчати, поширювати і розуміти нашу спільну культурну історію – важливо, щоб величезні архіви 3D і кольорових даних були надійно збережені. Невід'ємною складовою цієї роботи є записування поверхонь і форм за максимально

overlap of the object surface. Then the images can be processed to create a 3D model for different applications.

Photogrammetry is used since the birth of modern photography in areas such as topographic mapping, architecture and archaeology. Data can be recorded by commercially available cameras that capture multiple images of the entire object surface.

3D Virtual Museum

New technologies have transformed a modern museum: now visitors could get an access to the exhibition from any part of the world. Objects could be observed by much greater amount of people. Collections and exhibits are now virtual and interactive – ideal for 3D.

In recent years 3D scanning became a part of consecutive and non-contact approach to the documentation of cultural heritage and its long-term preservation. 3D scanning of sites, monuments and artifacts with high-resolution allow to control, study, disseminate and understand our common cultural history – it is important to preserve huge archives of 3D and color data. An integral part of this work is the recording of surfaces and forms for maximum permissions and archiving them in

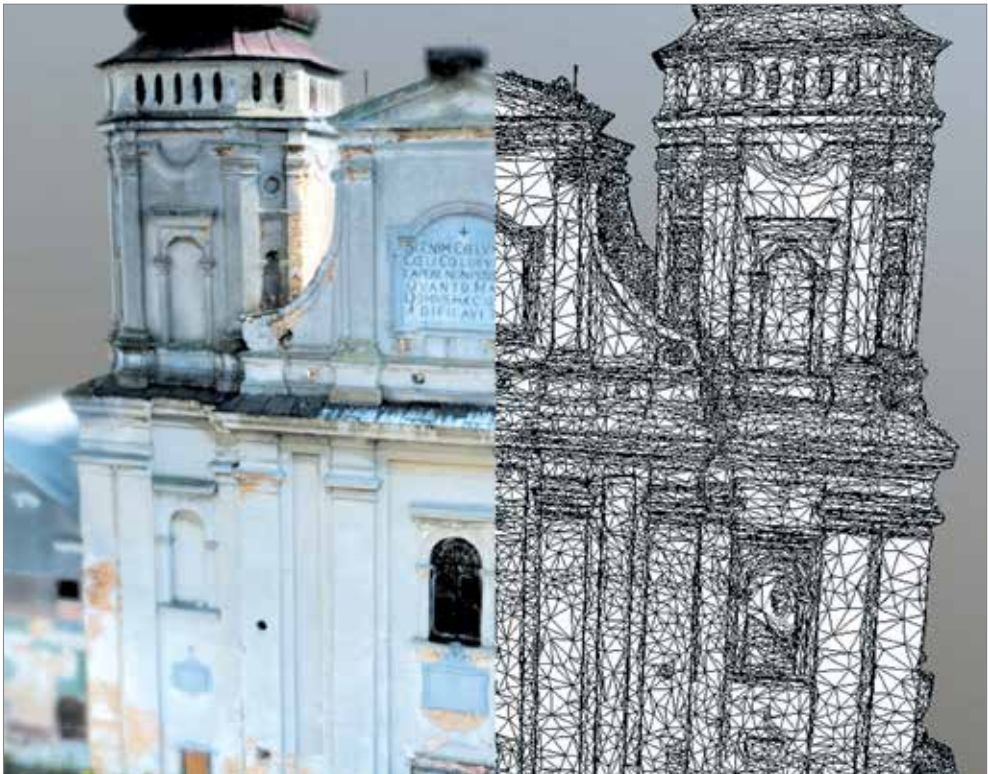


Рис. 3. Приклад цифрового вигляду об'єкта (3D-моделі) [7]

Fig. 3. Example of a typical 3D model [7]

можливих дозволів і архівування їх у необроблених форматах, так що дані можуть продовжувати повторно оброблятися у міру просування технологій.

Деякі принципи та особливості технології лазерного сканування

Лазерний сканер збирає великий діапазон даних, що представляють тривимірні координати, які називаються даними хмари точок. Хмара точок – це сукупність (X, Y, Z) точок у єдиній системі координат, яка зображає користувачеві розуміння просторового розподілу об'єкта. Для більшості інструментів лазерного сканування хмара точок може розглядатися як сировинний продукт. Узагалі, хмара точок містить відносно велику кількість координат. Щільність хмари залежить від відносної відстані між координатами. Вона може являти собою одну або декілька невеликих або великих об'єктів для формування частини або цілісності об'єкта.

Використання такої технології сприятиме підвищенню доступності громадськості до об'єктів спадщини через візуалізацію. Це розглядається тому, що технологія має потенціал розкрити деякі скарби, які оточують об'єкти спадщини, враховуючи високу точність вимірювання, візуальну доступність і ефективність поширення мистецької спадщини. Це також допомагає зберегти спадщину від забуття, оскільки вона служить для спілкування не тільки з професіоналами з охорони культурної спадщини, але і з широким колом громадськості; і показує характер, цінність і значення спадщини. Технологія може бути використана у структурному моніторингу або моніторингу стану об'єктів, наприклад, при розгляді того, як поверхня об'єкта або його окремі фрагменти (частини) змінюються (деформуються) з часом. Крім того, ця технологія також підходить для створення анімації та ілюстрацій 3D-моделей (являє собою сукупність ліній (рис. 2), які відповідають реальному вигляду об'єкта), для презентацій у відпочинкових центрах, музеях та засобах масової інформації (підвищення доступності/залучення та допомога в покращенні розуміння збереження культурної спадщини).

Висновок

Об'єкти культурної спадщини є одними з найцінніших економічних та соціальних активів, якими може похвалитися будь-яка громада. Вони вважаються інструментами для задоволення попиту на дозвілля і, як наслідок, покладаються на різні державні установи для інвестування у його геометричну документацію з використанням технології 3D лазерного сканування для належного збереження їх художньої інформації, а також високої точності реставрації у майбутньому. 3D лазерне сканування у поєднанні із цифровою фотограмметрією може бути використано для точної документації пам'яток у вигляді створення 3D-моделі. Це ще більше підтверджує нагальну необхідність для всіх зберігачів спадщини швидко прийняти технології, які відповідають критеріям стандартної глобальної документації об'єктів спадщини. На закінчення, документація

unprocessed formats, so that data can continue to be re-processed to the extent of technology advancement.

Some principles and peculiarities of laser scanning technology

Laser scanner collects a great range of data representing the three-dimensional coordinates, which are called data points of the cloud. Points cloud – is a set of (X, Y, Z) points in a single coordinate system that depicts the user understanding of the spatial distribution of an object. For most laser scan tools, the points cloud can be considered as a raw material. In general, points cloud contains a relatively large number of coordinates. The density of the cloud depends on the relative distance between the coordinates. It may be one or more small or large objects to form part or integrity of an object.

The use of such technology will increase public access to heritage objects through visualisation. This is considered because technology has the potential to uncover some treasures surrounding heritage objects, given the high accuracy of measurement, visual accessibility and the effectiveness of the dissemination of artistic heritage. It also helps to preserve our heritage from neglect, while it serves to communicate not only with professionals on the protection of cultural heritage, but also with a wide circle of the public; and demonstrates character, value and meaning of heritage. Technology might be used in structural monitoring and monitoring of objects state, e.g. when considering how the surface of an object or its separate fragments (parts) are being changed (deformed) over time. Moreover, this technology is also suitable for creation of animation and illustrations of 3D models (is a set of lines (fig. 2), which correspond to the real type of object), for presentations in recreation centers, museums and mass media (increase of accessibility/ involvement and assistance in improvement of understanding culture heritage preservation).

Conclusions

Culture heritage objects are among the most valuable economic and social assets that any community can boast. They are considered as tools to meet the demand for leisure and, as a consequence, rely on various government institutions to invest in its geometric documentation using 3D laser scanning technology to properly preserve their artistic information, as well as high-accuracy restoration in the future. 3D laser scanning in connection with digital photogrammetry could be used for accurate documentation of the monument in the form of creating a 3D model. This further confirms the urgent need for all heritage custodians to quickly adopt technologies that meet the criteria of the standard global documentation of heritage objects. Finally, documentation of cultural heritage in

культурної спадщини в Україні є реальною, постійною і серйозною проблемою, яка вимагає прагматичних заходів для вирішення.

За допомогою описаних цифрових технологій культурні об'єкти можуть бути не тільки збереженими для нащадків. За цифровими моделями будуть створені комплекси наборів даних, якими зможуть користуватися як власники об'єктів, так і археологи та реставратори.

Список літератури

1. Вовк А. Аналіз результатів для створення ортофотопланів та цифрових моделей рельєфу із застосуванням БПЛА TRIMBLE UX-5 / Вовк А., Готов В., Гуніна А., Маліцький А., Третяк К., Церклевич А. // Геодезія, картографія і аерофотознімання : міжвідомчий науково-технічний збірник /– Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. – Випуск 81. – С. 90–103.

2. Ничвид М. Р. Зміна технологій: найперспективніші продукти, рішення та послуги / Ничвид М. Р. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2017. – Вип. II (34). – С. 20–28.

3. Романишин І., Класифікація та основні характеристики наземних 3D-сканерів / Романишин І., Маліцький А., Лозинський В. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, випуск II (24), 2012.

4. Список об'єктів Світової спадщини ЮНЕСКО в Україні – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>.

5. Шевня М. С. Использование беспилотных летательных аппаратов для получения материалов дистанционного зондирования Земли // Геодезия и картография. – 2013. – № 1. – С. 4–50.

6. Шульц Р. В. Аналіз можливостей наземного лазерного сканування та сучасної наземної фотограмметрії // Містобудування та територіальне планування. – 2017.

7. Nychvyd M. Digital Preservation of Historical Heritage for Tourism development / Nychvyd M., Kablak N., Reity O., Prepodobnyy Yu. // Publication of the Scientific papers of the international scientific conference // Cross-border heritage as a basis of Polish–Belarusian–Ukrainian cooperation. 2018. – Warsaw. – P. 179–198.

8. Y. H. Jo, J.Y. Kim Three-dimensional digital documentation of heritage sites using terrestrial laser scanning and unmanned aerial vehicle photogrammetry. – The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W5, 2017.

2. List of objects of cultural heritage of the city of Lutsk // E-resource. Access mode: http://culture-lutsk.org.ua/pdf/upravlinnia/perelik_obyektiv.pdf.
3. Resolution of Lutsk City Council of 21.12.2012, No. 51/12 «On the Program of development of the communal enterprise «Center for Tourist Information and Services for 2019–2020»// E-resource. Access mode: <https://www.lutskrada.gov.ua/documents/pro-prohramu-rozvytku-komunalnoho-pidpryemstva-tsentr-turystychnoi-informatsii-ta-posluh-na-2019–2020-roky>.
4. Statute of the communal enterprise «Center for Tourist Information and Services» (new edition). Lutsk, 2017. 8 p.
5. Free excursion «From holy place to holy place: memorable pages of religious history of Lutsk»// E-resource. Access mode: <http://visitlutsk.com/news/ua/bezkoshtovna-ekskursiya-vid-svyatini-do-svyatini-pam-yatni-storinki-religijnoji-istoriji-lucka/>.
6. Free quest «Recognize Lutsk»// E-resource. Access mode: <http://visitlutsk.com/news/ua/bezkoshtovnij-kvest-upiznaj-luck/>.
7. Bilous N. Security guards in the late medieval Lutsk// Old Lutsk. Scientific and informational collection. Edition VIII. Lutsk, 2012. Pages 121–128.
8. We invite you on Klykun-quest// E-resource. Access mode: <http://visitlutsk.com/news/ua/zaproshujemo-na-klykun-quest/>.
9. Livitskaya O. Crown under snow. Winter stories of the Lutsk castle. E-resource. Access mode: <http://www.visitlutsk.com/news/ua/korona-pid-snigom-zimovi-istoriji-luckogo-zamku/>; <http://www.visitlutsk.com/news/en/crown-under-the-snow-winter-tales-of-the-lutsk-castle/>.
10. Lutsk. Astronomical Guide/ Text by O. Kotys, design by K. Yatsushek. Lutsk, 2017. 48 p.
11. Lutsk from A to Z/ [The publication prepared by Tourism and City Promotion Department of Lutsk City Council]. Lutsk, 2015. 42 p.
12. Lutsk: Market Square and City Hall / Text by O. Shtanko, design by K. Yatsushek [Booklet issued under the Council of Europe COMUS project in Lutsk].
13. Lutsk in COMUS project. Promotional video// E-resource. Access mode: <https://pjp-eu.coe.int/en/web/comus/videos>.
14. Malimon N. Museums – it’s educational and interesting. Comment by Oksana Shtanko on the social and intellectual project «Guides on Vacation»// E-resource. Access mode: <https://day.kyiv.ua/uk/article/den-ukrayiny/muzeyi-ce-piznavalno-i-cikavo>.
15. The Korsaks Museum of Modern Art. History// E-resource. Access mode: <https://msumk.com/about/>.
16. Social and intellectual project «Guides on Vacation»// E-resource. Access mode: http://visitlutsk.com/event/ua/3346_socialno-intelektualnij-proekt-ekskursovo-di-u-vidpustci/.
17. Topical excursion «Lutsk multicultural»// E-resource. Access mode: <http://visitlutsk.com/institution/ua/tematichna-ekskursiya-luck-multikulturnij/>.
18. Topical excursion «Museums of Lutsk»// E-resource. Access mode: <http://visitlutsk.com/institution/ua/tematichna-ekskursiya-muzeji-lucka/>.
19. Shtanko O. Text of the author’s general sightseeing tour along Lutsk. Lutsk, 2018. 83 p.
20. COMUS pilot town: Lutsk, Ukraine// E-resource. Access mode: <https://pjp-eu.coe.int/en/web/comus/lutsk-ukraine>.

ЗМІСТ

Дмитро АВРАМЕНКО Популяризація і збереження історико-архітектурних пам'яток Луцька шляхом тримірного моделювання	6
Інна АБРАМЮК Луцька цегла XII–XX ст.: етапи розвитку, різновиди, властивості.....	18
Оксана ЖУК Формування туристичного маршруту історичним Луцьком у складі Речі Посполитої (1569–1795 рр.).....	28
Моніка КЛОС Ревіталізація в процесі – як підготуватись до запуску основного процесу на прикладі досвіду Любліна.....	44
Пьотр МАЗУР Реставрація та консервація замкового комплексу в Казімеж-Дольному.....	58
Ольга МИХАЙЛИШИН, Петро РИЧКОВ, Ольга СМОЛІНСЬКА Промоція народного дерев'яного зодчества Рівненської області: досвід соціального діалогу	74
Хуберт МОНЧИК Краківське передмістя у Любліні – ревалоризація та історичний ландшафт	88
Павло НЕЧИТАЙЛО Досвід дослідження та музеєфікації турецької кав'ярні на площі Польський ринок у Кам'янці-Подільському	102
Марія НИЧВИД, Іван ПРОДАНЕЦЬ Цифрові технології в допомогу збереження культурної спадщини для майбутніх поколінь	108
Сергій ПИВОВАРЧИК Історико-культурна спадщина м. Гродно: проблеми вивчення, ревіталізації і просування (на прикладі Борисоглібської церкви)	120
Лілія ПОТАПЮК, Олена МАСОВЕЦЬ Віртуальний тур як новий напрям у розвитку інформаційних технологій	136
Катерина ТЕЛІПСЬКА Промоція історико-культурної спадщини Луцька на прикладі окремих проектів управління туризму та промоції міста Луцької міської ради	152
Оксана ШТАНЬКО Популяризація історико-культурної спадщини Луцька у роботі комунального підприємства «Центр туристичної інформації та послуг»	160

CONTENTS

<i>Dmytro AVRAMENKO</i> Popularization and preservation of historical and architectural monuments of Lutsk by means of three-dimensional modeling.....	7
<i>Inna ABRAMIUK</i> Lutsk brick of the XII–XX centuries: stages of development, types, properties	19
<i>Oksana ZHUK</i> Forming a tourist route for historical Lutsk as part of Polish-Lithuanian Commonwealth (1569–1795)	29
<i>Monika KŁOS</i> Regeneration in progress – how to prepare for launching the main process on the basis of Lublin experiences	45
<i>Piotr MAZUR</i> Restoration and conservation of the castle complex in Kazimierz Dolny.....	59
<i>Olha MYKHAILYSHYN, Petro RYCHKOV, Olha SMOLINSKA</i> Promotion of the folk wooden architecture of Rivne region: experience of social dialogue.....	75
<i>Hubert MAÇIK</i> Kraków suburb in Lublin – restoration and historical landscape	89
<i>Pavlo NECHYTAILO</i> Experience of research and museumification of turkish coffeehouse on the Polskyi Rynok (Polish market) in Kamyanets-Podilskyi	103
<i>Mariia NYCHVYD, Ivan PRODANETS</i> Digital technologies as a mean of cultural heritage preservation for future generations	109
<i>Sergei PIVAVARCHYK</i> Historical and cultural heritage of Grodno: problems of study, revitalization and promotion (by the example of the Borisoglebskaya church)	121
<i>Lilia POTAPIUK, Olena MASOVETS</i> Virtual tour as a new direction in the development of information technology	137
<i>Kateryna TELIPSKA</i> Promotion of historical and cultural heritage of Lutsk on the example of individual projects of the Tourism and City promotion Department of Lutsk City Council	153
<i>Oksana SHTANKO</i> Popularization of historical and cultural heritage of Lutsk in work of the communal enterprise «Center for Tourist Information and Services».....	161

Наукове видання

Збереження та ревіталізація архітектурних пам'яток Сучасні рішення

Збірник статей Міжнародної наукової конференції
«ДОСВІД РЕВІТАЛІЗАЦІЇ І ПРОМОЦІЇ
ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ»

28 лютого 2019 року

Preservation and revitalization of architectural monuments Modern decisions

Collection of articles of the International scientific conference
«EXPERIENCE OF REVITALIZATION AND PROMOTION
OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE»

28 February, 2019

Головний редактор – *Світлана Політило*

Ілюстрація на обкладинці – *Мирослави Шундерук*

Верстка – *Світлани Колос*

Обкладинка – *Людмили Терехової*

Формат 70x100 1/16. Ум. друк. арк. 14,5.

Наклад 100. Зам. 8.

ВОРВП «Надстир'я»

43016 м. Луцьк, вул. Лесі Українки, 7.

Тел.: (0332) 72-20-13. E-mail: nadstyria@gmail.com.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру ДК № 349 від 02.03.2001.

3 41 **Збереження та ревіталізація архітектурних пам'яток. Сучасні рішення :**
Збірник статей Міжнародної наукової конференції «Досвід ревіталізації і промоції історико-культурної спадщини». – Луцьк: Надстир'я, 2019. – 180 с.

ISBN 978-966-517-896-6

Міста-побратими Луцьк і Люблін мають давню історію та велику кількість пам'яток історико-культурної спадщини. Деякі з них сьогодні потребують особливої уваги через свій занедбаний стан. Проект «Нове життя старого міста: ревіталізація пам'яток історико-культурної спадщини Луцька та Любліна», що фінансується Програмою транскордонного співробітництва Польща-Білорусь-Україна 2014-2020, націлений на відновлення колишньої величі Башти Чорторийських з оборонним муром та монастирем єзуїтів із підземеллями у Луцьку, а також Готичної вежі у Любліні.

З метою обговорення досягнень та інноваційних підходів у сфері ревіталізації і збереження пам'яток архітектури, їх промоції у туристичній галузі, висвітлення кращих світових практик реставрації 28 лютого 2019 року у Луцьку в рамках Проекту відбулася міжнародна наукова конференція «Досвід ревіталізації і промоції історико-культурної спадщини». Ця збірка вміщує статті, презентовані під час заходу науковцями та галузевими експертами.

Для фахівців, студентів, шанувальників історії рідного краю.

УДК 72(477+438)=161.2=111(06)