

УДК 528.04

Б. ЧЕТВЕРІКОВ¹, О. ХІНЦЬКИЙ¹, І. КАЛИНИЧ²

¹ Кафедра фотограмметрії та геоінформатики, Національний університет "Львівська політехніка", 12, вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна, тел. +38063-167-15-85, e-mail: chetverikov@email.ua

² Кафедра землевпорядкування і кадастру, Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна

МЕТОДИКА КАРТОГРАФУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ ЗАСОБАМИ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ АРХІВНИХ КАРТОГРАФІЧНИХ ТА АЕРОМАТЕРІАЛІВ

Мета. Метою роботи є опрацювання архівних картографічних матеріалів та даних ДЗЗ для інтерпретації об'єктів історико-культурної спадщини (ОІКС) м. Черкаси, зокрема тих, що не збереглися. **Методика.** Запропонована одна із можливих технологічних схем для виконання дослідження. Згідно з нею першим кроком було проаналізовано вхідні дані дослідження, серед яких: карту м. Черкаси 1895 р. у масштабі 1:42000; німецький аерознімок 1944 р.; фрагмент космічного знімка м. Черкаси, отриманого із супутника GeoEye-1 у 2018 р. Геометричну корекцію вхідних матеріалів виконано в проекції Меркатора і системі координат WGS84, в яких було отримано трансформований знімок. Наступним кроком було векторизовано об'єкти історико-культурної спадщини м. Черкаси, згідно із переліком, одержаним із сайту міста. Векторизовано об'єкти двох типів: точкові й полігональні. Під час векторизації полігональних об'єктів історичні межі уточнювали за допомогою архівних карт і аерознімків. Розроблено спеціальні умовні позначення для кожного із типів об'єктів історико-культурної спадщини, відповідно до запропонованої класифікації. Поряд із цим створено атрибутивну базу даних цих об'єктів такої структури: номер паспорта об'єкта, назва пам'ятки, адреса ОІКС, номер рішення про взяття під охорону, довідка про ОІКС. Отримані векторні дані експортовано в обмінний формат із розширенням kmz і створено онлайн-версію тематичної карти на основі безкоштовного ресурсу GISFile. **Результати.** В результаті проведених досліджень створено тематичну ГІС об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси, що нанесені на космічний знімок високого просторового розрізнення, отриманий у 2019 р. Створено онлайн-версію ГІС об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси на основі безкоштовного картографічного сервісу GISFile, з можливістю здійснення за потреби аналізу розташування цих об'єктів і побудови оптимальних туристичних маршрутів. **Наукова новизна.** Запропоновано можливі алгоритми створення офлайн- та онлайн-версій тематичних ГІС. **Практична цінність.** Отримані результати картографування об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси можуть використовувати структури охорони об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси при Міністерстві культури.

Ключові слова: архівна карта; архівний аерознімок; тематичне картографування; об'єкти історико-культурної спадщини; on-line ГІС.

Вступ

Сьогодні, у зв'язку із високою динамікою розвитку нашого суспільства і стрімкою зміною вигляду міст, виникає необхідність збереження і ефективного використання історико-культурної та археологічної спадщини територій.

Проблеми збереження історико-культурної спадщини тісно пов'язані із картографуванням, яке може охоплювати безліч тем і сюжетів, що містять значну інформацію як безпосередньо про об'єкти спадщини, так і про навколишнє середовище. Завдання картографування природної та культурної спадщини – відобразити загальне цінне надбання, яке повинні оберігати усі. Особливо важливе ГІС-картографування історико-культурної спадщини для створення бази даних про пам'ятки природи і культури з метою організації їх обліку та вживання заходів для збереження. Тому розроблення змісту, методики і технології створення карт і ГІС історико-культурної спадщини є актуальним завданням.

ГІС дає змогу картографувати об'єкти навколишнього середовища, а потім аналізувати їх за величезною кількістю параметрів, візуалізувати і на основі цих даних прогнозувати найрізноманітніші події і явища. Насільки потужна технологія дає змогу вирішувати за допомогою ГІС величезну кількість завдань, як глобальних, так і приватних. Людство може використовувати ГІС-технології, запобігаючи екологічним катастрофам або допомагаючи вирішувати проблеми перенаселення окремих регіонів. ГІС можна використовувати і для потреб окремих компаній, налагоджувати за їх допомогою ефективний бізнес. ГІС-технології широко застосовують у найрізноманітніших сферах діяльності.

Створенням різних методик картографування об'єктів історико-культурної спадщини займалось багато як закордонних, так і вітчизняних вчених. Методику картографування об'єктів культурної спадщини за допомогою поєднання інтерпретації архівних аерознімків та георадарного обстеження висвітлено у науковій статті [Четверіков та ін., 2017]. Картографування об'єктів

культурної спадщини за архівними картографічними та аероматеріалами описано в низці публікацій [Четверіков, 2019, 2020; *Arnoud de Boer*, 2010; Knowles, 2008]. Поряд із картографуванням об'єктів історико-культурної спадщини важливими є питання 3Д-моделювання і реконструкції архітектурних споруд [Apollonio та ін., 2012; Clini та ін., 2017]. Застосування просторових даних та даних ДЗЗ для моніторингу об'єктів історико-культурної спадщини в своїх роботах описували [Ehlers, Rhein, 1996; McKeague та ін., 2012; *Remondino*, 2007; Vacca та ін., 2018]. Методику створення геопорталів із даними об'єктів культурної спадщини висвітлено в роботах [Fiedukowicz та ін., 2018; Gregory, Ell, 2007].

Та незважаючи на доволі змістовні дослідження у цій царині, досі в Україні достатньо рідко трапляються цілісні електронні картографічні продукти, що містили б повний перелік об'єктів історико-культурної спадщини того чи іншого регіону або того чи іншого міста. Можливо, це пов'язано з недостатнім фінансуванням таких робіт Міністерством культури.

Мета

Метою роботи є опрацювання архівних картографічних матеріалів та даних ДЗЗ для картографування об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси, зокрема тих, що не збереглися; створення онлайн-версії карти об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси.

Методика

Для виконання дослідження як вхідні матеріали використано як архівні, так і сучасні картографічні й аероматеріали, а також некартографічні довідникові дані. Серед них:

Ø архівна карта міста Черкаси масштабу 1:42000, отримана із Черкаського історичного архіву. Її створила у 1895 р. літотопографія В. В. Колодочки м. Черкаси Київської губернії (рис. 1). Карту використано для визначення історичних меж полігональних об'єктів історико-культурної спадщини;

Ø фрагменти архівних німецьких аерознімків, зроблених 11.07.1944 р. Висота знімання 9000 м, масштаб знімання 1:12000 (рис. 2). Архівні аерознімки використано для коригування меж полігональних об'єктів історико-культурної спадщини. Знімки отримано із Національного архіву США;

Ø синтезований космічний знімок, отриманий із супутника GeoEye-1 у 2018 р. (рис. 3). Космічний знімок використано як підоснову для реалізації робіт.

Ø Окрім картографічних та матеріалів ДЗЗ, використано некартографічні дані, а саме перелік пам'яток історії та монументального мистецтва м. Черкаси та історичні довідки про об'єкти з інтернет-ресурсів.

Ø Для виконання експериментальних робіт ми запропонували одну із можливих технологічних схем, що складається із шести етапів (рис. 4).

Одним із початкових етапів згідно з технологічною схемою була геометрична прив'язка графічних вхідних матеріалів до космічного знімка (в проєкції та системі координат знімка, а саме: проєкція Меркатора, система координат WGS84).

Сам космічний знімок отримано із безкоштовного ресурсу SASPlanet з файлом прив'язки в форматі .tab. Його трансформовано за дев'ятьма опорними точками.

Для прив'язки решти матеріалів здійснено переопізнання спільних опорних точок на знімку і на картографічному матеріалі. Отже, точність прив'язки решти вхідних матеріалів була такою:

Архівна карта м. Черкаси 1895 р. у масштабі 1:42 000 – карту прив'язано за сімома опорними точками, максимальна похибка 5 пікселів, що на місцевості становить 6 м. Цього достатньо для тематичного картографування, враховуючи масштаб і якість карти.

Фрагменти архівного німецького аерознімка, зробленого у 1944 р. – знімки прив'язано за чотирма опорними точками (оскільки це фрагменти і більше розпізнати не вдалось), максимальна похибка на кожному фрагменті становила 3 пікселі, що дорівнює 2,8 м на місцевості.

Наступний крок – нанесення ОІКС відповідно до переліку, взятого із сайту міської ради, на космічний знімок. Оскільки координат цих об'єктів не було, то, щоб певною мірою автоматизувати процес пошуку і нанесення об'єктів, ми вирішили скористатись програмним забезпеченням GoogleEarth. Воно дає змогу розшукати об'єкти за адресою та нанести мітки цих об'єктів точкового та полігонального типів. Система координат цього сервісу і нашого знімка однакові. Згодом всі віднайдені мітки можна експортувати в окремий файл.

Для розставлення об'єктів за адресами в поле пошуку копіювали адресу ОІКС із переліку. Маркер автоматично переносився у місце геопозиціонування об'єкта.

Для кращого відображення об'єкта на фоні знімка можна змінити величину відображення і колір. Для кращої ідентифікації можна також змінити назву об'єкта. Після виконання цих дій для усіх зареєстрованих об'єктів історико-культурної спадщини ми отримали маркери, нанесені на космічний знімок (рис. 5). Відтак всі мітки експортували у файл із розширенням *.kml для подальшої роботи в ПП MapInfo.

Результати

Щоб імпортувати файл із мітками об'єктів історико-культурної спадщини в MapInfo, ми скористались модулем “*Універсальний транслятор*”. У цьому модулі ми вибирали формат, з якого імпортували дані, та місце розташування цього файла. Далі вибирали, в який формат конвертувати (*.tab) та куди зберігати перетворений файл.

Після виконання налаштувань здійснюється конвертація, у результаті правильного виконання якої програма створює конвертовані дані (рис. 6).

Після цих дій ми відкрили перетворений векторний шар даних у MapInfo. Як видно з рис. 7, всі об'єкти і точкового, і полігонального типів містяться в одному шарі. Оскільки ми плануємо розробити однотипну структуру бази даних як для точкових, так і для полігональних об'єктів, то розділяти їх по різних шарах немає сенсу. Наступними кроками були розроблення структури бази даних для ОІКС та класифікація об'єктів і розроблення умовних позначень.

Практична значущість

Для розроблення структури бази даних пропонуємо створити такі стовпці:

- Ø номер паспорта об'єкта (числове поле);
- Ø назва пам'ятки (символьне поле);
- Ø адреса ОІКС (символьне поле);
- Ø номер рішення про взяття під охорону (символьне поле);
- Ø довідка про ОІКС (символьне поле).

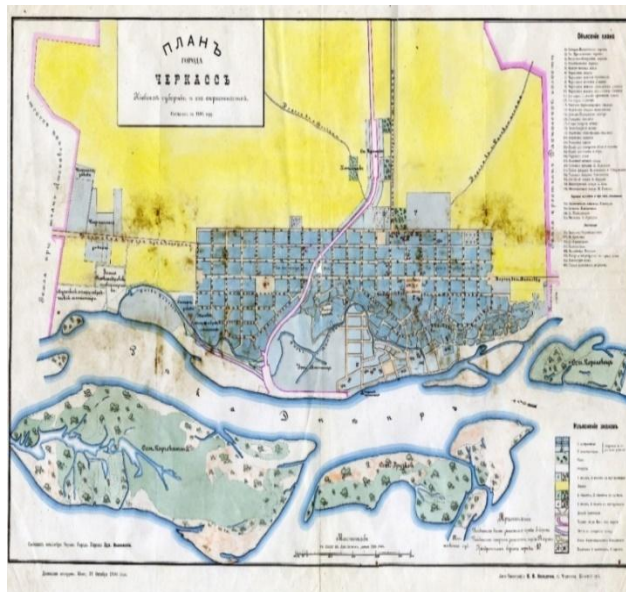


Рис. 1. Архівна карта м. Черкаси 1895 р. в масштабі 1:42 000



Рис. 2. Фрагменти архівних німецьких аерознімків, зроблених у 1944 р.

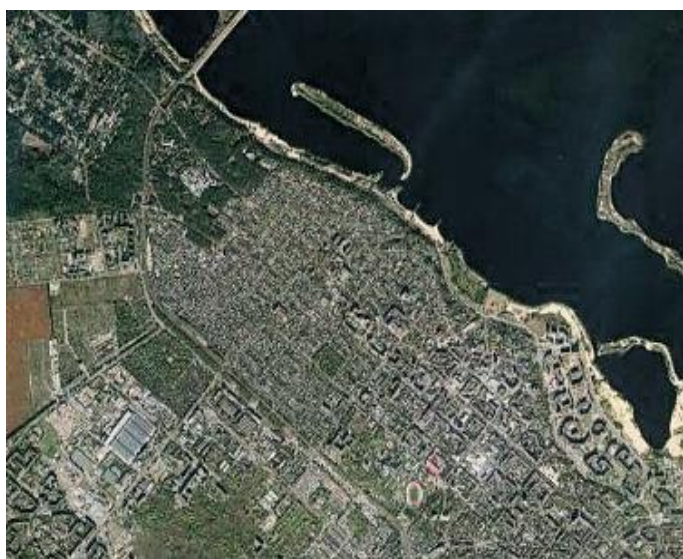


Рис. 3. Фрагмент космічного знімка м. Черкаси, отриманого з супутника GeoEye-1 у 2018 р.



Рис. 4. Технологічна схема картографування об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси

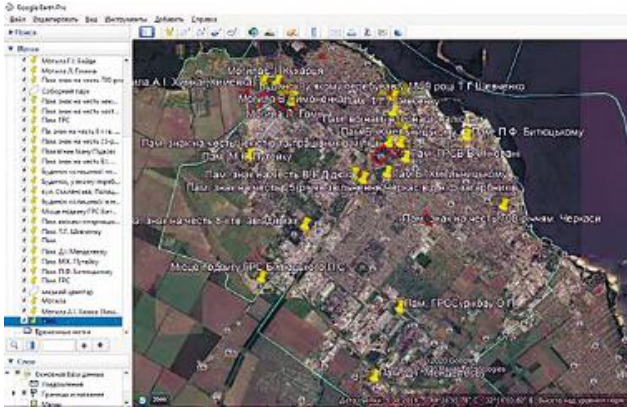


Рис. 5. Нанесені маркери об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси в ПП GoogleEarth

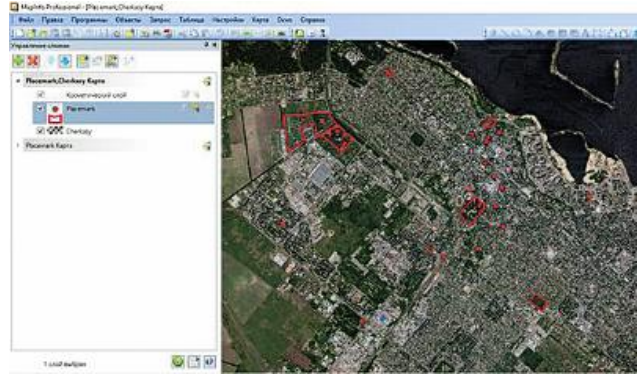


Рис. 7. Відображення конвертованих даних ОІКС

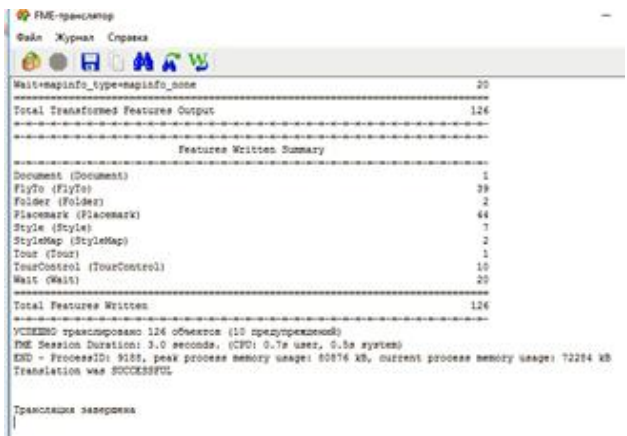


Рис. 6. Вікно “Універсального транслятора” з інформацією про конвертування даних

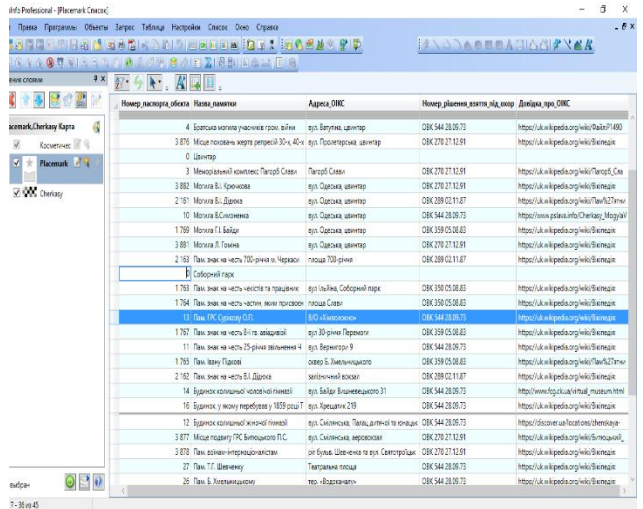


Рис. 8. Створена атрибутивна база даних про ОІКС м. Черкаси

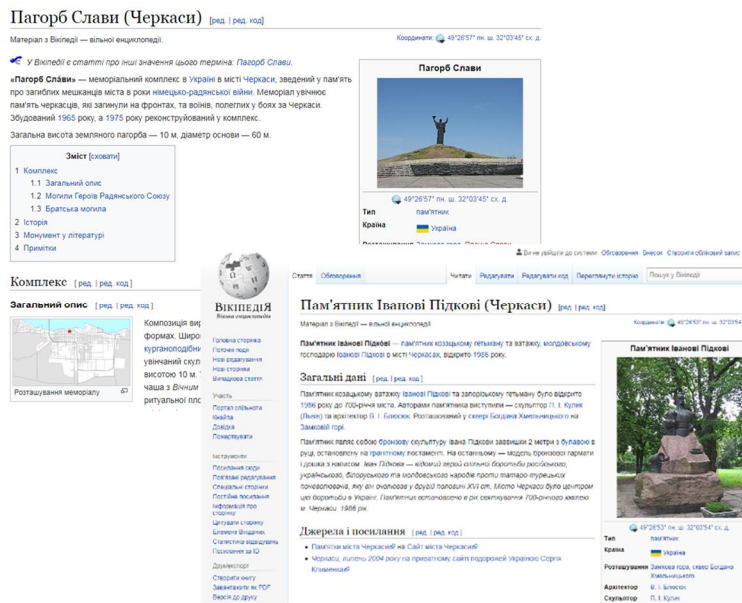


Рис. 9. Інформаційні довідки про ОІКС, що викликаються за допомогою гіперпосилань

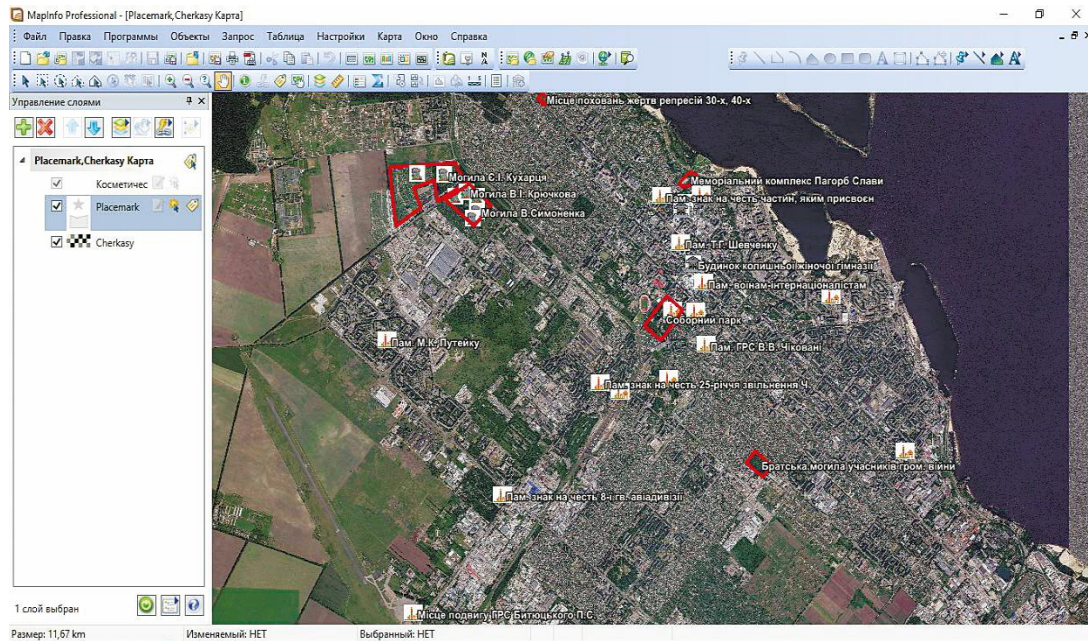


Рис. 10. Вікно карти із налаштованими умовними знаками ОІКС

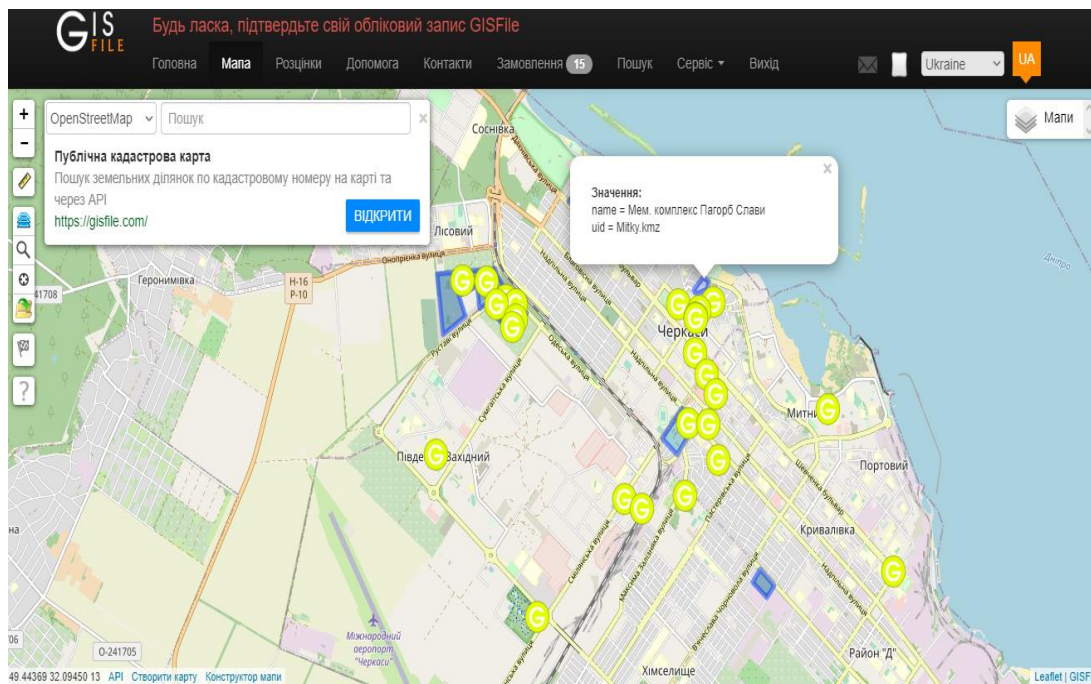


Рис. 11. Вікно створеної онлайн-карти ОІКС м. Черкаси зі збереженими назвами, що підсвічуються після натискання на об'єкт

Після заповнення усіх полів новоствореної бази даних ОІКС атрибутивною інформацією про них (рис. 8) постала потреба створити геолінк для об'єктів, щоб після натискання на них з'являлася інформація із сайту про них.

Наступним кроком було налаштування умовних позначень для кожного виду об'єктів історико-культурної спадщини. Для цього ми умовно поділили всі точкові об'єкти на такі:

- Ø могили видатних людей;
- Ø меморіальні комплекси;
- Ø пам'ятні знаки;
- Ø старовинні архітектурні споруди.

Для кожного типу ОІКС були розроблені растрові умовні позначення.

Полігональні об'єкти ми підправили згідно із архівними картографічними матеріалами і фрагментами аерознімків та вибрали умовне позначення – контур червоного кольору.

Далі ми завантажили растрові піктограми умовних позначень, які створили, в ПП MapInfo.

Після натискання мишею на об'єкти отримуємо вебсторінки із інформацією про них за допомогою раніше налаштованих гіперпосилань.

На рис. 9, як приклад, подано інформаційні сторінки для двох об'єктів: Пагорб Слави і Пам'ятник Іванові Підкові.

Практична значущість цієї роботи доволі висока, особливо для відділу Міністерства культури зі збереження об'єктів культурної спадщини.

Отримані результати картографування об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси можуть бути використані структурами охорони об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси при Міністерстві культури.

Висновки

У результаті виконання поставленого завдання запропоновано та описано методику картографування об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси, що передбачає опрацювання 33 об'єктів різним програмним забезпеченням: Google Earth та MapInfo. Реалізавши методику, ми створили тематичну ГІС об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси, що нанесені на космічний знімок високого просторового розрізнення, отриманий у 2018 р.

Створено онлайн-версію ГІС об'єктів історико-культурної спадщини м. Черкаси на основі безкоштовного картографічного сервісу GISFile, з можливістю виконання за потреби аналізу розташування цих об'єктів і побудови оптимальних туристичних маршрутів.

Література

- Четверіков Б. В., Бондар К. М., Хоменко Р. В., Діденко С. В., Шейхет М. Г. (2017). Визначення розташування історичних об'єктів за допомогою фотограмметричного методу та методів наземних неруйнівних досліджень. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*, Вип. 85, С. 94–103. DOI: 10.23939/istcgcap2017.01.094
- Четверіков Б. (2019). Методика визначення фундаментів зруйнованих будівель за архівними аерознімками для відновлення об'єктів історико-культурної спадщини. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. Вип. I(37). С. 100–105. DOI: 10.33841/1819-1339-2019-1-37-100-105
- Четверіков Б. (2020). Методика створення ГІС концентраційних таборів нацистської Німеччини періоду 1941–1944 років. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*, Вип. I(39), С. 103–109. DOI: 10.33841/1819-1339-1-39-103-109
- Apollonio, F. I., Gaiani, M., & Sun Z. (2012). 3D modeling and data enrichment in digital reconstruction of architectural heritage. *ISPRS Archives*, 13(5), pp. 43–48.
- Arnoud de Boer (2010). *Processing old maps and drawings to create virtual historic landscapes. e-Perimtron, Vol. 5, No. 2 [49–57]*.
- Clini, P., El Mehtedi, M. E., Nespeca, R., Ruggeri, L., & Raffaelli, E. (2017). A digital reconstruction procedure from laser scanner survey to 3D printing: The theoretical model of the arch of Trajan (Ancona). *SCIRES-IT-SCientific REsearch and Information Technology*, 7(2), pp. 1–12.
- Ehlers M., Rhein U. (1996). The role of remote sensing and Operational state-wide environmental monitoring. *International archives of photogrammetry and remote sensing*, Vol. XXI, Part B4. Vienna, pp. 684–689.
- Fiedukowicz A., Glazewski A., Kolodziej A., Koszewski K., Kowalski P., Olszewski R., Wlochynski L. (2018). Map Portal as a Tool to Share Information on Cultural Heritage Illustrated by the National Heritage Board Geoport. *Advances in Digital Cultural Heritage. Lecture Notes in Computer Science*, 10754. Springer, Cham, pp. 48–64. DOI: 10.1007/978-3-319-75789-6_4.
- Gregory I. N., Ell P. S. (2007). *Historical GIS. Technologies, Methodologies and Scholarship*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Knowles A. K. (ed.), (2008). *Placing History. How Maps, Spatial data, and GIS Are Changing Historical Scholarship*, ESRI Press, Redlands, California, USA.
- McKeague P., Corns A., Shaw R. (2012). Developing a Spatial Data Infrastructure for Archaeological and Built Heritage. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 7, pp. 38–65.
- Remondino, F. (2007). Digital preservation, documentation and analysis of heritage with active and passive sensors. Proc. of LACONA 2007 Conference, Madrid, Spain, September 2007.
- Vacca G., Fiorino D. R., Pili D. (2018). A Spatial Information System (SIS) for the Architectural and Cultural Heritage of Sardinia (Italy). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7 (2), p. 49. DOI: 10.3390/ijgi7020049.

B. CHETVERIKOV¹, O. KHINTSITSKY¹, I. KALYNYCH²

¹ Department of Photogrammetry and Geoinformatics, Lviv Polytechnic National University, 12, S. Bandery Str., Lviv, 79013, Ukraine, tel. + 38063-167-15-85, e-mail: chetverikov@email.ua

² Department of Land Management and Cadastre, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

METHODOLOGY OF MAPPING OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE OBJECTS BY GIS TECHNOLOGIES USING ARCHIVAL CARTOGRAPHIC AND AERIAL MATERIALS

Aim. The purpose of the work is to process archival cartographic materials and remote sensing data for the interpretation of objects of historical and cultural heritage (OHCH) of Cherkasy, including those that have not been preserved. **Method.** One of the possible technological schemes for research is offered. According to her, the first step was

to analyze the input data of the study, among which were: a map of Cherkasy in 1895 at a scale of 1: 42000; German aerial image of 1944; a fragment of a space image of Cherkasy obtained from the GeoEye-1 satellite in 2018. Geometric correction of the input materials was performed in the Mercator projection and the WGS84 coordinate system, in which the transformed image was obtained. The next step was to vectorize the objects of historical and cultural heritage of Cherkasy, according to the list obtained on the city's website. There are two types of objects: point and polygonal. When vectorizing polygonal objects, the historical boundaries were specified with the help of archival maps and aerial images. Special symbols have been developed for each of the types of historical and cultural heritage sites, according to the proposed classification. In addition, an attributive database of these objects was created, which had the following structure: number of the passport of object, the name of the object, the address of the OHCH, the number of the decision to take under protection, information about the OHCH. Also, the obtained vector data was exported to the exchange format with the extension kmz and an online version of the thematic map was created on the basis of the free GISFile resource. **Results.** As a result of the conducted researches, the thematic GIS of the objects of historical and cultural heritage of Cherkasy was created, which are plotted on the space image of high spatial resolution, obtained in 2018. An on-line version of the GIS of Cherkasy historical and cultural heritage sites has been created on the basis of the free GISFile cartographic service, with the possibility of analyzing the location of these objects and building optimal tourist routes. **Scientific novelty.** Possible algorithms for creating offline and on-line versions of thematic GIS are proposed. **Practical value.** The obtained results of mapping the objects of historical and cultural heritage of Cherkasy can be used by the structures of protection of objects of historical and cultural heritage of Cherkasy at the Ministry of Culture.

Key words: archival map; archival aerial image; thematic mapping; objects of historical and cultural heritage; on-line GIS.

References

- Chetverikov B. V., Bondar K. M., Khomenko R. V., Didenko S. V., Sheikhet M. H. (2017). Vyznachennia roztashuvannia istorychnykh ob'ektiv za dopomohoiu fotogrammetrychnoho metodu ta metodiv nazemnykh neruinyvnykh doslidzhen. *Heodeziia, kartohrafiia i aerofotoznimannia*, Vyp. 85, pp. 94–103. DOI:10.23939/istcgcap2017.01.094.
- Chetverikov B. (2019). Metodyka vyznachennia fundamentiv zruinovanykh budivel za arkhivnymi aereznimkami dlia vidnovlennia ob'ektiv istoryko-kulturnoi spadshchyny. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*, Vyp. I(37), pp. 100–105. DOI: 10.33841/1819-1339-2019-1-37-100-105.
- Chetverikov B. (2020). Metodyka stvorennia HIS kontsentratsiinykh taboriv natsystytskoi Nimechchyny periodu 1941–1944 rokiv. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*, Vyp. I(39), pp. 103–109. DOI: 10.33841/1819-1339-1-39-17.
- Apollonio, F. I, Gaiani, M., & Sun Z. (2012). 3D modeling and data enrichment in digital reconstruction of architectural heritage. *ISPRS Archives*, 13(5), pp. 43–48.
- Arnoud de Boer (2010). *Processing old maps and drawings to create virtual historic landscapes. e-Perimetron, Vol. 5, No. 2, [49–57].*
- Clini, P., El Mehtedi, M. E., Nespeca, R., Ruggeri, L., & Raffaelli, E. (2017). A digital reconstruction procedure from laser scanner survey to 3D printing: The theoretical model of the arch of Trajan (Ancona). *SCIRES-IT – SCIENTIFIC RESEARCH AND INFORMATION TECHNOLOGY*, 7(2), pp. 1–12.
- Ehlers M., Rhein U. (1996). The role of remote sensing and Operational state-wide environmental monitoring. *International archives of photogrammetry and remote sensing*, Vol. XXI, Part B4. Vienna 1996, pp. 684–689.
- Fiedukowicz A., Glazewski A., Kolodziej A., Koszewski K., Kowalski P., Olszewski R., Wlochynski L. (2018). Map Portal as a Tool to Share Information on Cultural Heritage Illustrated by the National Heritage Board Geoportal. *Advances in Digital Cultural Heritage. Lecture Notes in Computer Science*, 10754. Springer, Cham, pp. 48–64. DOI: 10.1007/978-3-319-75789-6_4.
- Gregory I. N., Ell P. S. (2007). *Historical GIS. Technologies, Methodologies and Scholarship*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Knowles A. K., (ed.) (2008). *Placing History. How Maps, Spatial data, and GIS Are Changing Historical Scholarship*, ESRI Press, Redlands, California, USA.
- McKeague P., Corns A., Shaw R. (2012). Developing a Spatial Data Infrastructure for Archaeological and Built Heritage. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 7, pp. 38–65.
- Remondino, F. (2007). *Digital preservation, documentation and analysis of heritage with active and passive sensors. Proc. of LACONA 2007 Conference, Madrid, Spain, September 2007.*
- Vacca G., Fiorino D. R., Pili D. (2018). A Spatial Information System (SIS) for the Architectural and Cultural Heritage of Sardinia (Italy). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7 (2), p. 49. DOI: 10.3390/ijgi7020049.