

ГЕОПРОСТОРОВА ПІДТРИМКА

УДК 528.71/528.74

В.Білоус, канд. техн. наук, доц.,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ
С.Боднар, асистент,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2020.43.40-43>

ПРОЕКЦІЙНО-РАСТРОВІ МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІЇ ПЕРЕТИНІВ ПОВЕРХНІ ЛОКАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

У роботі вирішується задача візуалізації ізоліній рельєфу на поверхні об'ємних тіл. Сучасні методи і засоби цифрової фотограмметрії представляють реальну можливість повернутися до відомих раніше аналогових методів візуалізації, спостереження в реальному часі, аналізу та оцінки форми поверхні локальних об'ємних тіл. Суть таких методів полягає в проектуванні лінійного растру цифровим проектором або лазерної світлової площини на об'єкт та спостереженні в реальному часі і, при необхідності, фотографуванні локалізованого на об'єкті сімейства ізоліній і обробкою з використанням сучасних програмних та технічних засобів та цифрових технологій. Така методика досить успішно використовувалась при вивченні локальних об'єктів невеликого розміру в багатьох галузях застосування прикладної фотограмметрії: архітектура, будівництво, вивчення пам'яток історико-культурної спадщини, судно, авіа, авто будівництва, медицина, тощо. В роботі приводяться схеми та аналіз їх застосування з виконанням зйомки проектуванням лінійного растра паралельним пучком, переміщенням світлової площини, центральним проектуванням растра, математичний апарат розрахунку параметрів знімання та результати знімання поверхні конуса, лопаті гвинта, скульптури. Наведені узагальнені формули дозволяють обирати параметри знімання об'єктів, виконувати розрахунки та отримувати розміри і графічні моделі ізоліній поверхонь.

Стаття призначена для студентів та викладачів в галузі знань Архітектура та будівництво і спеціалістів, які працюють в області застосування сучасних методів прикладної фотограмметрії.

Ключові слова: лінійний растр, сімейство ізоліній, аналогові методи, паралельний пучок, коліматор, центральна проекція, цифрові технології, векторна графіка, світлова площина, цифровий проектор, реальний час.

Постановка проблеми. У зв'язку з розвитком сучасних методів і засобів цифрової фотограмметрії представляється реальним повернутися до ідеї візуалізації спостереження, аналізу та вимірювання форми поверхні об'ємних тіл шляхом проектування цифровим проектором лінійного растра або лазерним ротаційним нівеліром світлової (лазерної) площини в результаті чого на об'єкті локалізується сімейство ізоліній у вигляді карти рельєфу, яку можна спостерігати і відзняти на камеру в реальному часі. Використання сучасної обчислювальної техніки та програмного забезпечення растрової та векторної графіки забезпечать перевагу камеральної цифрової обробки растрових зображень.

Аналіз джерел показує досить успішне використання такої технології методами аналогової фотограмметрії, але носить епізодичний характер. У зв'язку з розвитком сучасних методів і засобів цифрової фотограмметрії представляється реальним повернутися до ідеї візуалізації спостереження, аналізу та вимірювання форми поверхні об'ємних тіл шляхом цифрового проектування лінійного растра або застосування світлової (лазерної) площини в результаті чого на об'єкті локалізується сімейство ізоліній у вигляді карти рельєфу, яку можна спостерігати і відзняти на камеру в реальному часі. Використання сучасної обчислювальної техніки та програмного забезпечення растрової та векторної графіки забезпечать перевагу камеральної цифрової обробки растрових зображень.

Метою дослідження є розвиток проекційно-растрових методів побудови перетинів об'ємних тіл для

отримання їх просторових параметрів з використанням досягнень цифрової фотограмметрії та комп'ютерної графіки.

Викладення основного матеріалу досліджень.

Карта рельєфу представляє собою зображення поверхні об'єкта, що перетинається сімейством паралельних площин, зазвичай з рівними інтервалами, нормалі до яких проходять уздовж лінії спостереження [1]. Найбільш простим способом отримання перетинів поверхні є створення в напрямку розміщення об'єкта рівновіддалених паралельних площин освітлення [2,3]. Сліди перетину цих площин з поверхнею об'єкта можна спостерігати в реальному часі на самій поверхні та зробити їх фотознімок.

Рівновіддалені паралельні площини освітлення можуть бути отримані проектуванням лінійного растра паралельним пучком світла коліматора [4]. На рис.1 представлена схема отримання ізоліній проектуванням лінійного растра паралельним пучком коліматора. Для реалізації цього методу розміри досліджуваного об'єкта повинні бути обмежені поперечним перерізом паралельного пучка коліматора і, в кращому випадку, обмежені десятками сантиметрів. Крім цього потрібно враховувати, що масштаб зображення на поверхні об'єктів слідів лінійного растра збільшується відносно заданого в площині Z_0 .

На рис. 2. представлено фотознімок ізоліній поверхні конуса, отриманий проектуванням лінійного растра паралельним пучком коліматора.

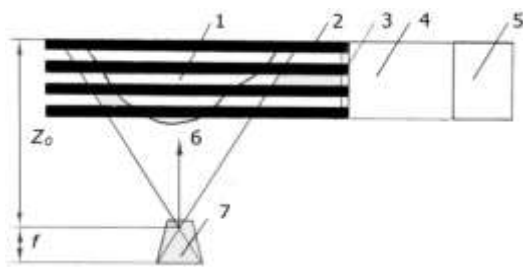


Рис.1. Схема отримання ізоліній проектуванням лінійного растра паралельним пучком: 1 – об'єкт, 2 – проекція растра, 3 – растр, 4 – паралельний пучок променів, 5 – коліматор, 6 – напрямок спостереження, 7 – фотокамера



Рис. 2. Фотознімок сімейства ізоліній на поверхні конуса, отриманих проектуванням лінійного растра паралельним пучком променів коліматора

Отримання сімейства паралельних світлових перетинів для об'єктів, розміри яких перевищують перетин світлового пучка коліматора, може бути здійснено переміщенням однієї світлової площини або об'єкта вздовж лінії, нормальної до площини освітлення. При цьому відпадає необхідність створення паралельного світлового пучка, а сама світлова площина може бути отримана проектуванням за допомогою звичайної проекційної системи на об'єкт вузької щілини або лазерним ротаційним нівеліром світлової (лазерної) площини. Схема експериментальної установки представлена на рис. 3.

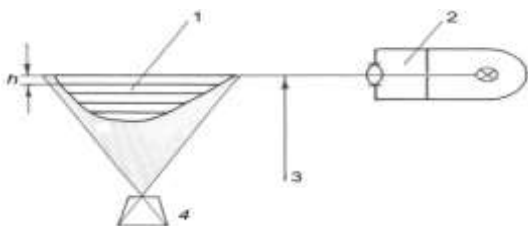


Рис.3. Схема отримання ізоліній переміщенням світлової площини або об'єкта: 1 - об'єкт, 2 – проектор, 3 – напрямок спостереження, 4 – фотокамера

Фотографування об'єкта, з локалізованим на його поверхні слідом перетину, здійснюється по черзі для кожного чергового положення світлового перетину. При фотографуванні, у випадку переміщення світлової площини, сліди перетину отримують на знімку в різних масштабах. Переміщення об'єкта, або якщо це неможливо, світлової площини і фотокамери

одночасно, дозволяє забезпечити рівність масштабів зображення ізоліній перетинів.

До недоліку цього методу можна віднести неможливість отримання знімка з усіма перетинами об'єкта одночасно, так як в реальному часі спостерігається слід тільки одного перетину. Це вимагає виконання серії знімків для отримання кожного перерізу окремо та подальшої постобробки в одному з графічних редакторів. На рис.4 представлені результати такої обробки у графічному редакторі Adobe Photoshop, призначеним для обробки та редагування растрових зображень [5].

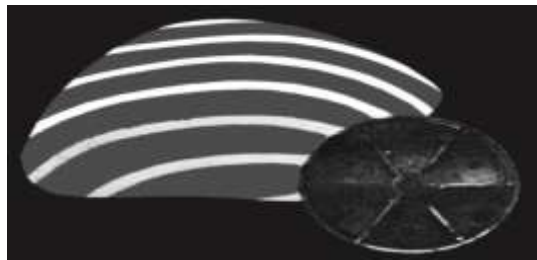


Рис.4. Результат обробки у графічному редакторі Adobe Photoshop. Сімейство ізоліній отримане шляхом поєднання окремих знімків з прозорістю 0,5. Інтервал між ізолініями дорівнює 8 мм.

На рис.5 представлені результати постобробки в програмному забезпеченні AutoCAD – універсальному графічному редакторі призначеному для створення двовимірних (2D) креслень та тривимірних (3D) просторового моделювання об'єктів [6].

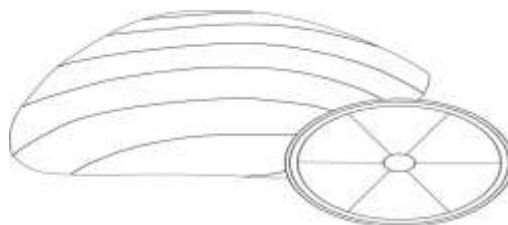


Рис.5. Результат обробки у векторному редакторі AutoCAD. Сімейство ізоліній отримано шляхом векторизації окремих знімків та зведення їх в одне креслення. Інтервал між ізолініями дорівнює 8 мм.

У ряді випадків знімок, з перетинами на поверхні об'єкта, можна отримати центральним проектуванням паралельного растра. При цьому світлові перетини утворюються пучком площин з віссю, що проходить через центр проектування, рис. 6.

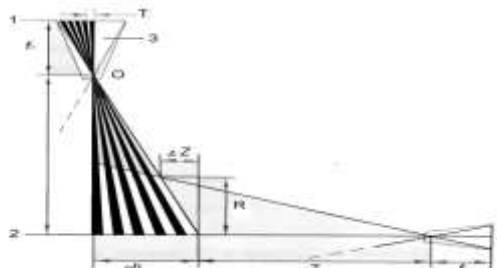


Рис. 6. Схема отримання ізоліній центральним проектуванням растра: 1 - растр, 2 - площина нульового перерізу, 3 - проектор, 4 - фотокамера.

Розрахуємо величину зміщення перерізів, яка виникає за рахунок непаралельності січних площин. З подібності відповідних трикутників можна скласти співвідношення:

$$\frac{\Delta h}{R} = \frac{nh}{D} = \frac{nT}{f} \quad (1)$$

Максимальне зміщення може бути розраховане із наступної залежності:

$$\Delta h = \frac{nhR}{D} = \frac{nTR}{f}, \quad (2)$$

де: h – інтервал перерізу, n – число перерізів, T – період растра, D – відстань до об'єкта, R – розмір об'єкта, f – фокусна відстань камери проектора.

Вихідними параметрами реєстрації перетинів поверхні об'єкта є: розміри об'єкта, інтервал перетину та їх кількість, а також допустиме зміщення положення січних площин. Формули розрахунку інших параметрів знімання і знімальної апаратури також можуть бути отримані із співвідношення (1).

Мінімально допустима відстань від центру проектування до площини заданого перетину обчислюється за формулою:

$$D_{\min} = \frac{nTR}{\Delta Z}. \quad (3)$$

Співвідношення періоду растра і фокусної відстані проектора повинно задовольняти умові

$$\frac{h}{D} = \frac{T}{f} \quad (4)$$

Для отримання необхідного інтервалу в площині заданого перетину, після вибору проектора і растра, розраховують відстань до об'єкта

$$D = \frac{fh}{T} \quad (5)$$



Рис. 7. Знімок скульптури з локалізованими на поверхні перерізами, отриманими проектуванням пучка площин: 1 - площина нульового перерізу, 2 –

площина 8-го перерізу, $T = 0,3$ мм, $f_p = 200$ мм, $D = 4$ м, $h = 6$ мм, $\Delta h = 0,5$ мм

На знімку значну площу займає область затінення (мертва зона), яка виникає під час знімання об'єктів складної форми. Це обмежує область застосування методу проектування лінійного растра.

Як зазначалося вище, при фотографуванні об'єкта з локалізованими на ньому ізолініями, перерізи поверхні об'єкта виходять в різних масштабах:

$$M_n = \frac{D_0 + nh}{f_k}, \quad (6)$$

де: D_0 – відстань до нульового перерізу, n – номер перерізу відносно нульового, f_k – фокусна відстань камери.

Для приведення ізоліній перетинів до єдиного масштабу необхідно визначити коефіцієнт масштабування для кожного перетину

$$K = \frac{M}{M_n}, \quad (7)$$

і виконати масштабування кожної ізолінії методом звичайного збільшення.

Застосування довгофокусних та понад довгофокусних об'єктивів фотокамер, з дотриманням заданого масштабу знімання, дозволяє зменшити різномасштабність ізоліній перетинів і в ряді випадків обійтися без масштабування.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Застосування проекційно-растрового методу при освітленні поверхні локального об'єкта розміщеного під прямим кутом до оптичної осі спостереження (фотокамери), дозволяє достатньо оперативно вивчати особливості форм поверхні об'єкта дослідження та синтезувати поле ізоліній. Наведені узагальнені формули дозволяють обирати параметри знімання об'єктів, виконувати розрахунки та отримувати розміри і графічні моделі ізоліній поверхонь.

Потенційно перспективним напрямком дослідження, для отримання профілюючих поверхонь та сімейств ізоліній в реальному часі, є застосування направлених вузьких розгортки випромінювання лазерних оптичних систем.

Список використаних джерел:

1. Голографические неразрушающие исследования: Пер. с англ. под ред. В. А. Карасева. М.: Машиностроение, 1979. 448 с.
2. Сердюков В.М. Фотограмметрия в промышленном и гражданском строительстве. М.: Недра, 1977. 245 с.
3. Сердюков В.М., Белоус В.В., Подкаленко С.И. Оптические методы получения контурных карт рельефа поверхности локальных объектов. Тез. докл. респ. н-техн. конф. «Применение геодезических и фотограмметрических методов при исследовании объектов культурного наследия и природы». Вильнюс: 1983. С. 10-11.
4. Ландсберг Г.С. Оптика, 6-е изд., стереот. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 848 с.
5. Гурский Ю., Жвалевский А., Завгородний В. Компьютерная графика Photoshop CS5, CorelDRAW X5, Illustrator CS5. Трюки и эффекты. М.: Питер, 2017. 704 с.
6. Вандезанд, Джеймс, Рид Фил, Кригер Едди Autodesk: Revit Architecture 2013-2014. Официальный учебный курс. М.: ДМК Пресс, 2013. 328 с.

Надійшла до редколегії 18.04.2020

V. Belous, PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv
C. Bodnar, assistant
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

PROJECTIVE-RASTER METHODS OF REGISTRATION OF SECTIONS OF SURFACE OF LOCAL OBJECTS

In work is solved the problem of visualizing terrain contour lines on the surface of the volume bodies. Modern methods and means of digital photogrammetry represent a real opportunity to return to the previously known analog methods of visualization, real-time monitoring, analysis and evaluation of the surface shape of the local volume bodies. The essence of these methods consists in designing a linear raster digital projector or laser light plane on the object and the real-time monitoring and, if necessary, photographing localized on the family member contour and processing using modern software and hardware and digital technology. This technique was used quite successfully in the study of local objects of small size in many application areas of applied photogrammetry: architecture and construction, studying of monuments of historical and cultural heritage, ship, air, auto, construction, medicine, etc. the paper presents circuits and analysis of their application with the shooting design of linear raster parallel beam by moving the light plane, the Central design of the raster, the mathematical apparatus of calculation of parameters of acquisition and the results of the survey of the surface of the cone, the blades, and sculptures. The generalized formulas allow you to select the shooting options of objects to perform calculations and get the dimensions and a graphical model of the contour surfaces.

This article is intended for students and teachers in the field of knowledge Architecture and engineering and professionals working in the field of application of modern methods of applied photogrammetry.

Key words: linear raster, collection, contour, analogue methods, parallel beam, the collimator, the Central projection, digital technology, vector graphics, light background, digital projector, real time.

УДК 528.92+004.9

О. Гончаренко, канд. техн. наук, доц.,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ
В. Куколь, студент,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ
С. Міхелі, д. географ. н., доц.,
Київський національний університет імені М. П. Драгоманова, Київ

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2020.43.43-50>

ОСОБЛИВОСТІ КАРТ НАТО

Досліджено та описано базові відомості створення та застосування карт НАТО. Наведено інформацію про стандарти масштабів топографічних карт НАТО, структуру топографічних карт, порядок їх створення, основні призначення, завдання, вимоги. Топографічні карти масштабу 1:25 000, 1:50 000 та 1:100 000 створюються країнами НАТО у відповідності з національними вимогами зі збереження свого традиційного переходу щодо створення топографічних карт, але дотримуючись єдиного стандарту НАТО щодо обов'язкового нанесення на карти географічної сітки WGS-84 та сітки UTM, друку англійською мовою пояснень умовних знаків і скорочень та нанесення географічних назв латиницею. На цей час існує узгоджена геополітика НАТО зі створення топографічних спеціальних карт (включаючи цифрові карти), основним принципом якої є: кожен член НАТО відповідає за забезпечення необхідними картографічними матеріалами своїх військ та збройних сил країн НАТО на свою територію та на закріплену за країною територію земної кулі для планування і проведення військових операцій. Карта масштабу 1:250 000 застосовується для детального вивчення й оцінки окремих, порівняно невеликих за площею, але важливих ділянок місцевості, при форсуванні водних перешкод, при бойових діях у великих населених пунктах, а також при проєктуванні та будівництві великих інженерних споруд. Розглядаються проєкції топографічних карт масштабу 1:250 000; специфіка розграфлення та позначень, прийнятих для карти, особливості змісту топографічної карти за стандартами НАТО. Карти створюються в універсальній трансформованій поперечно-циліндричній проєкції Меркатора (Universal Transversal Mercator Projection – UTM), полярній стереографічній проєкції (Universal Polar Stereographic Projection – UPS) та рівнокутній конічній проєкції Ламберта (Lambert Conformal Conic Projection). В статті наведена система графічних символів та позначень НАТО.

Ключові слова: топографічна карта, масштаб, номенклатура, проєкція топокарт.

Постановка проблеми. Вивчення базових відомостей про основні принципи та характерні особливості карт НАТО є актуальною проблемою. Вміле використання місцевості забезпечує своєчасне виконання заходів захисту від засобів ураження, сприяє більш ефективному застосуванню всіх видів зброї [1,2]. Достовірність та простота топографічних карт в комплексі дозволяє швидко і кваліфіковано вивчити місцевість для врахування її властивостей та

характеристик і їх використання за призначенням. Топографічна карта масштабу 1:250 000 використовується в якості карти спільних дій для сухопутних військ і авіації, а також для вирішення таких основних завдань: загального вивчення і оцінки місцевості під час планування військових операцій (бою), організації взаємодії і керування військами, вивчення дорожньої мережі та проведення розрахунків