

DOI: 10.32347/2076-815x.2022.81.182-188

УДК 528.71:72

д.т.н., професор **Катушков В.О.**,
kva_08@ukr.net, код ORCID: 0000-0002-3264-413X,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
д.т.н., професор **Куліковська О.Є.**,
kulikovska13@ukr.net, код ORCID: 0000-0002-2168-1445,
Криворізький національний університет

ПРОБЛЕМИ ФОТОГРАМЕТРИЧНОГО МЕТОДА ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩИНИ ЗАБУДОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ

Описані проблеми використання аерознімків при визначенні площини забудованої території. Надані рекомендації для усунення проблем, на мертвих зонах, де практично не можна проводити вимірювання 3D моделі стереоскопічною маркою.

Ключові слова: мертві зони; дешифрування забудованої території; площа міського кварталу.

Площу місцевості можна визначати різними методами. Усі методи з топографічної точки зору поділяють на геодезичні, фотограмметричні та картографічні [1]. Геодезичні методи використовують електронні тахеометри чи приймачі супутникової навігаційної системи GNSS, які дозволяють визначати просторові координати контурних точок фігури на якій розташована площа.

Фотограмметричні методи використовують аерознімальні, космічні або наземні знімки, які отримані, безпілотними літальними апаратами [2], літаками [3], космічними системами знімання або методами наземного лідар сканування.

Методи картографії використовують картографічні матеріали плани, карти, атласи, які побудовані на різних носіях паперових або електронних. Вихідними даними карти існують геодезичні чи фотограмметричні вимірювання на що потрібно використовувати додатковий час. В більшості випадках паперовий картографічний матеріал застарілий та не відповідає сучасному стану дослідного об'єкта.

В перелічених методах для визначення площі знаходимо координати контурних точок фігури, яка оточує площу. Слід зазначити, що використання геодезичних методів з безпосереднім координуванням контурних точок фігури на місцевості (під час замовлення) дозволяє отримати найбільш вірний та точний результат. Для використання геодезичних методів потрібні сприятливі умови зовнішнього середовища та і присутність геодезиста в цьому середовищі. Заміна геодезиста електронним кібером і в теперішній час не проходить.

Відомо що площа будь-якої форми земельної ділянки обчислюється по приростах координат точок ділянки, проекції яких дають форму трапеції:

$$P = \left[\sum_1^n (X_i + X_{i+1})(Y_{i+1} - Y_i) \right] / 2 = \left[\sum_1^n X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1}) \right] / 2 = \left[\sum_1^n Y_i(X_{i+1} - X_{i-1}) \right] / 2. \quad (1)$$

Точність визначення площі обчислюється за формулою

$$m_{\Delta P} = m_i \sqrt{\frac{1}{8} \sum_1^n D_i^2}, \quad (2)$$

де X_i, Y_i – координати i -ї точки; $m_i = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}$ — лінійна погрішність положення i -ї точки; $D_i^2 = (X_{i+1} - X_{i-1})^2 + (Y_{i+1} - Y_{i-1})^2$ - діагональ проти i -ї точки; n — число точок повороту.



Рис. 1. Контур квартала – біла лінія

Розглянемо фотограмметричний метод визначення площі як конкурентний метод до геодезичних та картографічних методів. Визначення площі на контурах простих геометричних фігур, які лежать в одній площині: трикутнику, прямокутнику, трапеції, колі достатньо відомо і не складне.

Проблеми виникають при визначенні площ замкнутих багатокутників, які мають довільну форму, і розташовані на зачиненій місцевості з перепадом рельєфу. Навіть на рівнинних поверхнях місцевості не завжди можна побачити весь контур площі. Така місцевість буває в «мертвих зонах» або зачинених місцях: закритих деревами, кущами; будівельними спорудами, які розташовані на забудованій місцевості та їх тінню.

При обробленні аерознімків, не зважаючи на те чим вони були отримані, виникають питання вірного дешифрування. Процесом дешифрування є знаходження потрібної площі, яке зв'язано з вірним розташування контуру, який оточує цю площу.

Роздивимось поверхню міського кварталу між вулицями: Освіти, М. Кривоноса, Преображенська Повітрофлотський проспект, рис. 1.

Площа кварталу визначена на стереопарі квазі аерознімків отриманих аерокамерою Ultra CamX з висоти польоту близькою до 2 км. Фокусна відстань квазізнімків дорівнює 100 мм. За допомогою двох знімків побудована 3D модель кварталу, який має не з'єднану забудовлю, як у сусідніх кварталах, а окремо стоячі різноповерхові споруди між якими є вільні, незабудовані місця.

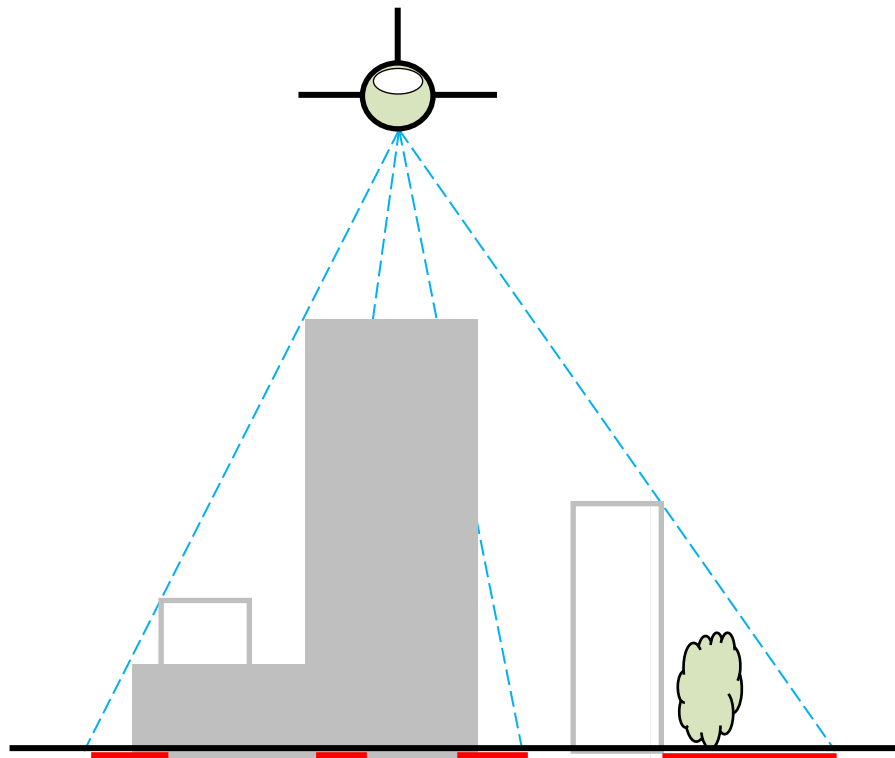


Рис. 2. Мертві зони які залежать від поверху споруд

Аерознімання проводилося в першій половині дня, коли на деревах листів не було. Здається що ніяких проблем в цій ситуації не повинно бути, але це не так. Все одно виникають мертві зони рис. 2, де дуже важко побачити ситуацію місцевості і важко, або зовсім не можливо навести на земну поверхню вимірювальну марку. Мертвими зонами прийняті місця які не можна бачити на аерознімку. На рис. 2 проекції мертвих зон, які показані червоними лініями, виникають тому що дахи будинків непрозорі. Контур мертвої зони з однієї сторони обмежений карнизом даху, та проекцією променя на земну поверхню з другої сторони. Аналогічна ситуація виникає при аерозніманні в сонячний день. В цьому випадку добре дешифруються освітлені місця знімальної ситуації і погано дешифруються місця зачинені тінню сусідніх будинків, інженерних споруд, дерев. Так саме складності виникають коли будинок порушений під час війни, як зараз, або при знищенні споруди вибухом в мирний час.

Місце з поганим дешифруванням видно біля недавно побудованому будинку 3А напроти з'єднання вулиць Освіти з Вузівською див. рис. 3. Межа кварталу показана білою лінією. Видно що вона проходить під дахом будинку і навести стереомарку на поверхню землі в цьому місті не можливо. У цій мертвій зоні вулиця Освіти повертає, що додає проблем, тому як контур кварталу ще накриває щільна тінь на якій контури звичайним чином не проглядаються.

До інших мертвих зон відносимо зони багатопверхових будинків, які розташовані в других частинах 3Д моделі. Карнизи дахів багатопверхових будинків зачиняють земну поверхню і стерео наведення вимірювальної марки, як пояснювалося раніше виконати неможливо. Такі мертві зони існують крім будинку 3А на в. М. Кривоноса, вздовж гуртожитків КНУБА №№ 4, 8, 6, де дахи зачиняють земну поверхню.

На Повітрофлотському проспекту межа кварталу зачинена гілками дерев та кущів, але в деяких відчинених місцях видні прояснення, куди можливо навести вимірювальну марку, враховуючи що контур з'єднує сусідні точки прямими лініями і тоді коли прозорість на земну поверхню зовсім відсутня.

Єдиною вулицею з мінімальними проблемами дешифрування є в. Преображенська (стара назва в. Клименко). Добре читається контур кварталу напроти споруди Архітектурного факультету. Але. рядом на в. Преображенський, розташований житловий будинок № 4, який не включений в квартал КНУБА, див. кадастрову карту України [4]. Тут виникає проблема безпомилкового побачення і наведення на межу, яка оточує цей будинок. Мертва зона видна між будинком та стадіоном, який зараз перебудований на сучасний стадіон з штучним покриттям замість газонної трави, як було раніше.

Слід враховувати, що при обчисленні площ по координатах поворотних точок зіткнемося з відсутністю контролю і визначення площі та визначення

похибок обчислення оскільки в процесі робіт немає надлишкових вимірювань. Звернули на це увагу професор Маслов А.В. [5] і ряд сучасних вчених [6, 7, 8, 9, 10,11,12]. В такому випадку можна використовувати або багаторазове вимірювання, або зрівняльний спосіб з другими методами визначення площ.



Рис. 3. Межа кварталу на землі зачинена дахом будинку За.

Площа кварталу як середньо квадратична величина з шести незалежних вимірювань за функцією (1) дорівнює 131297 м² (13,130 га). Як що не включати площі підстанцій, будинку №4 на вул. Преображенській та площадки відпочинку

вздовж в. Освіти площа стане менше 125893,0м² (12,589 га). При цьому спільна площа ділянок, які не входять в площу кварталу, становить 5404 м² (0,540 га). Визначена площа близька до площі кадастрової карти, Яка точніше – діалогове питання яке зараз проблематично вирішити, тому як кадастрова карта при війні зачинена.

Завершуючи викладене можна зробити висновок: фотограмметричні методи визначення площі залишаються пріоритетними методами які дозволяють використовувати не тільки аерознімки та космофотознімки, але і знімки з бортів безпілотних літальних апаратів. З безпілотних літальних апаратів краще використовувати квадрокоптери - дрони, що значно зменшує як час потрібного аерознімального матеріалу так і ціну проведених робіт.

Література:

1. Толстохатко В.А., Пеньков В.О. Фотограмметрія та дистанційне зондування. Х.: ХНУМГ, 2013. – 91 С.
2. Аэрофотосъемка с дрона для продажи земельных участков. <https://aerophoto.com.ua/2021/02/18/drone-rielter-workflow/>
3. Цифровые аэрофотоаппараты UltraCam - электронный ресурс - <http://www.jena.ru/files/demo/AW-UltraCamCameraSystem.pdf>
4. МІАС ЗМД Містобудівний кадастр Києва. <https://mkk.kga.gov.ua/map/>
5. Маслов А.В. Способы и точности определения площадей. – М.: Геодезиздат, 1955. – 227 с.
6. Рудоквас О.П. Точность определения площадей земельных участков. <http://masters.donntu.org/2008/fem/rudokvas/ind/index.htm>
7. Маркузе М.Ю. "Оценка точности определения площадей земельных участков застроенных территорий"// Диссерт. к.т.н. – М.:, 2000. – 175 с.
8. Практичний посібник з оцінки точності визначення площ земельних ділянок на основі вимірювань на аеро – і космічних знімках. – К.: ГУГК, 1998. – 35 С.
9. Катушков В.А., Сердюков В.М. Определение площадей способами координат и трилатерации. Геодезия и картографии, №4, 1998, с. 45 – 49.
10. Фостиков А.А., Ниясгулов У.Д., Старков А.А. Фотограмметрические методы при планировке и учете земель сельских населенных пунктов. – М.: Недра, 1984.
11. Влияние рельефа местности на искажение масштаба, направлений и площадей. 2012. <https://otherreferats.allbest.ru> > geology
12. Обзор и анализ методов расчета фактической площади земельного участка. 2018. <https://izron.ru> > articles > obzor-i-analiz-metodov-rasc.

Dr.Sci.Tech., professor **Katushkov Volodymyr**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

Dr.Sci.Tech., professor **Kulikovska Olha**,
Krivoy Rog National University

PROBLEMS OF THE PHOTOGRAMMETRIC METHOD FOR DETERMINING THE AREA OF A CITY BLOCK

The problems of using aerial photographs in determining the area of a built-up area are considered. The problems caused by dead zones, where it is impossible to bring a measuring stereomark on the surface of a 3D model, are briefly described. Such places are covered by the shadow of buildings, the roofs of buildings or tree crowns. Recommendations are given to eliminate the influence of dead zones.

Key words: dead zones; deciphering the built-up area; city block area.

REFERENCES

1. Tolstokhatko V.A., Penkov V.O. Photogrammetriia y distantsiynе zonduvannia. Kh.: KHUMG, 2013. - 91 S. {In Ukrainian}.
2. Aerofotosyomka s drone dlya prodazhi zemelnykh uchastkov. <https://aerophoto.com.ua/2021/02/18/drone-rielter-workflow/> {in Russian}.
3. Tsyfrovie aerofotoapparaty UltraCam – elektronnyy resurs - <http://www.jena.ru/files/demo/AW-UltraCamCameraSystem.pdf> {in Russian}.
4. MIAS ZMD Mistobudivnyy kadastr Kievа. <https://mkk.kga.gov.ua/map/>
5. Maslov A.V. Sposoby y tochnosti opredelenia ploshchdei. – M.: Geodezyzdat, 1955. {In Ukrainian}.
6. Rudokvas O.P. Tochnost opredeleniia ploshchadei zemelnykh ychastkov. <http://masters.donntu.org/2008/fem/rudokvas/ind/index.htm>. {in Russian}.
7. Markuze M.Yn. Otsenka tochnosti opredeleniia ploshchadej zemelnykh uchastkov zastroennykh territorij // Dissert. k.t.n. – M.: 2000/ - 175 S. {in Russian}.
8. Praktychniy posibnyk z otsinki tochnosti vyznachennya ploshchi zemelnykh dilianok na osnovi vumiriuvannia na aero – kosmichnykh znimkakh. – K.: GUGK, 1998. – 35 S. {In Ukrainian}.
9. Katushkov V.A., Serdiukov V.M. Opredelenie ploshchadej sposobami koordinat y trilateratsii. Geodeziia y kartografiia, №4, 1998, S. 45-49. {in Russian}.
10. Fostikov A.A., Niiazgulov U.D., Starkov A.A. Photogrammetricheskie metody pri planirovke i uchyote zemel selskikh naselyonnykh punktov. M.: Nedra, 1984. {in Russian}.
11. Vliianie relefa mestnosti na iskazhenie masshtaba, napravlenij i ploshchadej/ 2012. <https://otherreferats.allbest.ru> > geology. {in Russian}.
12. Obzor i analiz metodov rascheta fakticheskoy ploshchadi zemelnogo uchastka. 2018. <https://izron.ru> > articles > obzor-i-analiz-metodov-rasc. {in Russian}.