

Особливості використання космічних знімків для оновлення топографічної основи територіальних громад

Олексій Бурлаченко, здобувач освітнього ступеня «магістр»² (ORCID: 0009-0009-9873-5710), Данило Кінь, PhD, доцент кафедри геоінформатики і фотограмметрії¹ (ORCID: 0000-0002-0185-2534), Надія Лазоренко, доцент, к.т.н., доцент кафедри геоінформатики і фотограмметрії¹ (ORCID: 0000-0002-1572-4947)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури 1, проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

² Відокремлений структурний підрозділ «Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури» 2, вул. Освіти, 4, Київ, Україна, 03038

АНОТАЦІЯ

Метою роботи є дослідити та сформулювати особливості використання космічних знімків як одних із основних вихідних даних для оновлення цифрових топографічних карт масштабу 1:10 000 методами ДЗЗ. Були проаналізовані характеристики сучасних супутників, наприклад, WorldView-3, GeoEye-1 та Pleiades для створення/оновлення цифрових топографічних карт масштабу 1:10000. Результати дослідження дозволять користувачам цих геопросторових даних розуміти, які вимоги повинні висуватись до космічних знімків та яким чином виконувати оновлення топографічних карт на основі опрацьованих космічних знімків.

Ключові слова: топографія, геоінформатика, картографія, дистанційне зондування Землі, карта, моніторинг.

1. ВСТУП

Розроблення комплексних планів просторового розвитку території територіальних громад (далі – комплексних планів) є визнаною необхідністю. Особливо це стосується новостворених територіальних громад, які утворились шляхом об'єднання декількох населених пунктів [2]. Одним із складових основного етапу розроблення є «надання замовником розробнику картографічної основи у цифровій формі в державній геодезичній системі координат УСК–2000, складеної відповідно до вимог законодавства, актуальність якої на рік розроблення містобудівної документації на місцевому рівні засвідчена замовником і яка за навантаженням та точністю відповідає на всю територію громади масштабу 1:10 000.» відповідно до п. 43 Порядку розроблення, оновлення, внесення змін та затвердження містобудівної документації, який затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 01.09.2021р. № 926 [2].

Розроблення комплексних планів здійснюється з метою забезпечення сталого розвитку територіальної громади і з дотриманням принципу збалансованості державних, громадських та приватних інтересів. Це передбачає узгодження прийняття рішень щодо цілісного (комплексного) просторового розвитку населених пунктів, як єдиної системи розселення і території за її межами. Саме тому наявність топографічної основи є необхідністю для розробки проектних рішень на забезпечення цілісності і стабільності розвитку громади [2].

Одним із основних та ефективних методів створення/оновлення топографічних карт є дистанційний метод збирання геопросторових даних, а саме аерофотознімання. У зв'язку із збройною агресією Російської федерації проти України застосування цієї технології є складним завданням у реалізації, особливо в зоні бойових дій.

Тому сьогодні для створення/оновлення топографічних карт в масштабі 1:10 000 є оптимальним використанням

матеріалів, отриманих методами дистанційного зондування Землі (далі – ДЗЗ). Ці геопросторові дані використовуються для створення ортофотопланів з подальшим дешифруванням і векторизацією [1, 6, 7].

2. МЕТА

Метою роботи є дослідити та сформулювати особливості використання космічних знімків як одних із основних вихідних даних для оновлення цифрових топографічних карт масштабу 1:10 000 методами ДЗЗ.

Аналіз аспектів застосування методів ДЗЗ дозволить користувачам цих геопросторових даних розуміти, які вимоги повинні висуватись до космічних знімків та яким чином виконувати оновлення топографічних карт на основі опрацьованих космічних знімків.

3. ВИКЛАД РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сучасні супутники, такі як WorldView-3, GeoEye-1 та Pleiades, забезпечують отримання космічних знімків з роздільною здатністю до 50 см, що перевищує вимоги для створення/оновлення топографічних карт масштабу 1:10000 (до 0,8 м) [3]. У таблиці 1 наведені деякі характеристики космічних знімків 8 сучасних супутників.

Також сучасні супутники мають високу частоту повторного знімання території, що дозволяє регулярно оновлювати дані та здійснювати моніторинг змін земельного покриття, гідрографії тощо. Наприклад, супутники Sentinel-2 мають частоту оновлення 5 днів для двох супутників (Рис. 1).

Слід врахувати, що космічні знімки різних супутників відповідають певному рівню опрацювання. Загалом таких рівнів існує сім: 0 – сирі знімки; 1А – знімок з радіометричною корекцією; 1В – знімок з радіометричною і геометричною корекцією; 2А – знімок у стандартній географічній проекції без використання наземних опорних точок; 2В – з використанням наземних опорних точок; 3А – ортотрансформований знімок з певною точністю;

3В – єдина безшовна растрова мозаїка. Рівні обробки 0, 1А, 1В виконуються оператором послуг космічної фотозйомки [3].

Таблиця 1: Супутники та деякі характеристики їх космічних знімків

Назва супутника	Роздільна здатність, м (П-М)*	Точність без додаткової корекції, м
WorldView-3	0,31-1,24	3,5
GeoEye-1	0,41-1,65	3
SuperView-1	0,5-2	10
Pleiades	0,5-2	4,5
KOMPSAT-3/3A	0,7/0,55 - 2,8/2,2	10
SPOT	1,5-6	10
PlanetScope	3	10
Sentinel-2A/2B	10	10

Примітка: П – панхроматичний режим; М – мультиспектральний режим.

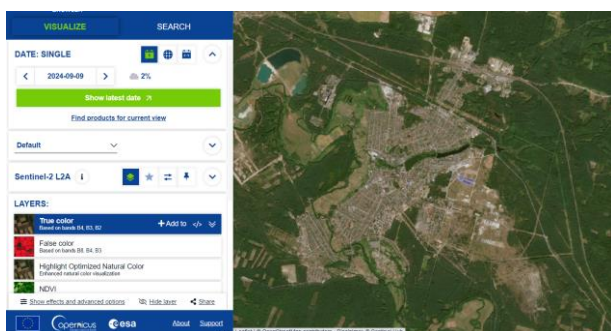


Рисунок 1. Фрагмент веб-порталу Copernicus Browser і космічного знімку Sentinel-2 L2A за 9 вересня 2024 р. на територію Славутської територіальної громади

Для створення/оновлення топографічних карт використовуються космічні знімки рівнів опрацювання 3А/3В.

Для підвищення точності ортофотопланів, які створені на основі космічних знімків необхідно виконати геометричну корекцію, орторетифікацію. Використання наземних контрольних точок може підвищити точність до 1-2 метра, особливо якщо контрольні точки розташовані рівномірно по всій площі знімка.

Підвищення просторової роздільної здатності, наприклад, для знімків супутника Sentinel-2, використовуються методи панхроматичного злиття (паншарпінг), інтеграція з даними інших джерел (ортофотопланами крупніших масштабів), геостатистичні методи (інтерполяція) [4, 5].

Також необхідно контролювати, щоб площа покриття хмарами космічного знімку не перевищувала 5% від його загальної площі. Допускається наявність тіней від хмар за умов, якщо вони не заважають дешифруванню об'єктів на місцевості і ця можливість узгоджена із замовником [3].

4. ВИСНОВКИ

Використання космічних знімків роздільною здатністю менше 0,8 м є лише на платній основі. Вартість цих

геопросторових даних залежить від багатьох факторів, але одним із основних є роздільна здатність, дата зйомки, рівень опрацювання, точність та площа території. Архівні космічні знімки є дешевшими, проте необхідно дотримуватись вимогам до топографічної основи територіальної громади, а саме для промислово розвинутих густонаселених територій – 5-7 років.

Якість створених ортофотопланів на основі космічних знімків впливає на якість створених/оновлених цифрових топографічних карт масштабу 1:10000. А від останніх залежить якість прийнятих управлінських рішень органами місцевого самоврядування для розвитку як самої територіальної громади, так і її населення.

Список літератури

- [1] Лазоренко-Гевель Н., Карпінський Ю., Кінь Д. Особливості створення (оновлення) цифрових топографічних карт для формування основної державної топографічної карти. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*, 2021, с. 113-122. doi: <http://dx.doi.org/10.33841/1819-1339-1-41-113-122>.
- [2] Петраковська О. Забезпечення топографічною основою при розробленні комплексних планів просторового розвитку територій територіальних громад [Електронний ресурс] / Ольга Петраковська // 057.ua - Сайт міста Харкова. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.057.ua/news/3334085/zabezpecenna-topograficnou-osnovou-pri-rozroblenni-kompleksnih-planiv-prostorovogo-rozvitku-teritorij-teritorialnih-gromad>.
- [3] Порядок топографічної зйомки у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 [Електронний ресурс] // Держгеокадастр. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://land.gov.ua/wp-content/uploads/2021/12/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82.pdf>.
- [4] De Fioravante P, Luti T, Cavalli A, Giuliani C, Dichicco P, Marchetti M, Chirici G, Congedo L, Munafò M. Multispectral Sentinel-2 and SAR Sentinel-1 Integration for Automatic Land Cover Classification. *Land*. 2021, 10(6), 611. <https://doi.org/10.3390/land10060611>
- [5] Kaplan G. Sentinel-2 Pan Sharpening—Comparative Analysis. *Proceedings*. 2018, 2(7):345. <https://doi.org/10.3390/eecs-2-05158>
- [6] N. Lazorenko-Hevel, Y. Karpinskyi, D. Kin. Some peculiarities of creation (updating) of digital topographic maps for the seamless topographic database of the Main State Topographic Map in Ukraine *Geoingegneria Ambientale e Mineraria* LVIII (1), 2021, pp 19-24. doi: <http://dx.doi.org/10.19199/2021.162.1121-9041.019>.
- [7] N. Lazorenko-Hevel, Y. Karpinskyi, D. Kin & O. Lets. Automation of quality control of digital topographic maps at the scale 1: 50 000 of the Main State Topographic Map in Ukraine. In: *Proceedings of the ICA*. Copernicus GmbH, 2021. p. 1-7. doi: <https://doi.org/10.5194/ica-proc-4-65-2021>.