



ISSN 1607–2855

Том 10 • № 2 • 2014 С. 132 – 135

УДК 528.4

Аналіз сучасних проблем великомасштабного аерокосмічного знімання в Україні

В.Ю. Беленок

Національний авіаційний університет, м. Київ

У статті наводиться аналіз стану, основні напрямки розвитку та проблеми великомасштабного аерокосмічного знімання в Україні, сформовані шляхи вирішення деяких з цих проблем.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМ КРУПНОМАСШТАБНОЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ В УКРАИНЕ, Беленок В.Ю. — В статье приведен анализ состояния, основные направления развития и проблемы крупномасштабной аэрокосмической съемки в Украине, сформированы пути решения некоторых из перечисленных проблем.

THE ANALYSIS OF MODERN PROBLEMS OF LARGE-SCALE SPACE SURVEY'S IN UKRAINE, by Belenok V.Yu. — Analysis of the main directions of development and problems large-scale aerospace survey's in Ukraine, formed solutions to some of these problems is considered in this article.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли; аэрокосмические методы; цифровая съемка; крупномасштабное картографирование.

Key words: remote sensing; aerospace methods; digital survey; large-scale mapping.

На сьогодні, дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) в Україні є важливою науково-технічною складовою загальнонаціонального космічного комплексу, зі своїми науково-дослідними установами, центрами прийому, оброблення та розповсюдження аерокосмічної інформації, об'єднаними у певну інфраструктуру. Завдання ДЗЗ в Україні вирішуються багатьма установами та організаціями, провідними з яких є Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України, Морський гідрофізичний інститут НАНУ, Інститут космічних досліджень НАНУ-НКАУ, Державний науково-виробничий центр «Природа», Державне науково-виробниче підприємство «Геосистема» (м. Вінниця) та ін.

За часи незалежності в Україні було ухвалено п'ять космічних програм, остання — на 2013–2017 роки (затверджена Законом України від 5 вересня 2013 року № 439-VII), яка передбачає забезпечення розвитку космічних технологій та їх інтеграції до реального сектору національної економіки і сфери національної безпеки та оборони: здійснення ДЗЗ з космосу, вдосконалення космічних систем телекомунікації та навігації, провадження космічної діяльності в інтересах національної безпеки та оборони, проведення наукових космічних досліджень тощо. Разом із постановкою завдань перед космічною галуззю України у програмі, зокрема, відмічається наявність значної диспропорції між рівнем космічного потенціалу та його впливом на результати вирішення актуальних загальнодержавних і суспільних завдань [1].

До основних сучасних тенденцій розвитку ДЗЗ можна віднести наступні [2]: розширення матеріалів гіперспектральних знімків високого розрізнення, створення міжнародних угруповань космічних апаратів ДЗЗ для підвищення періодичності та зниженні вартості робіт з космічного моніторингу, створення в різних ландшафтно-кліматичних зонах калібрувально-завіркових полігонів ДЗЗ

Значна увага, що приділяється в програмі саме ДЗЗ, пояснюється тим, що постійно розширюється коло задач, у вирішенні яких ефективні саме методи і технології ДЗЗ. З цієї ж причини у світі постійно зростає кількість супутників ДЗЗ.

Виділимо найбільші проблемні фактори у структурі ДЗЗ України:

- недостатність бюджетних коштів для фінансування аерокосмічних досліджень;
- серйозні труднощі картографічного забезпечення території України;
- недостатній рівень розвитку вітчизняної приладової бази аерокосмічного знімання (АКЗ);
- недостатній розвиток в Україні робіт на перспективу систем аерокосмічного знімального комплексу та ін.

В роботах [3, 4, 5] наведені результати аналізу відповідності топографічних планів і карт сучасному стану місцевості, які свідчать, що 70% карт усіх масштабів були створені або оновлені у 1981–1990 роках, 29% — у 1991–1995 і лише 1% — за останні роки минулого століття. Починаючи з 2003 року, роботи зі створення та оновлення топографічних карт усіх масштабів практично не виконувалися.

Таким чином, на сьогодні майже 70% топографічних карт усіх масштабів на територію держави застаріли більше ніж на 15 років і не відповідають сучасному стану місцевості. Терміни періодичності оновлення топографічних карт раз на 5–10 років, встановлені Основними положеннями створення та оновлення топографічних карт на територію України, не задовольняють потреби держави у достовірній і точній картографічній інформації для прийняття оптимальних управлінських рішень в умовах динамічного розвитку суспільства.

Існуюча ситуація картографічного забезпечення України загострює проблему розвитку АКЗ великих масштабів, підвищення точності знімальних робіт, їх продуктивності та рентабельності, роблячи цю проблему виключно актуальною.

Аналізуючи характеристики сучасних оптико-електронних камер (DMC, UltraCam-D та HRSC-A та ін.) [6], можна резюмувати:

1. Поле зору камер при мінімальній фокусній віддалі об'єктів є достатньо великим, однак точність камер у цьому випадку не відповідає вимогам великомасштабного знімання.
2. Камера HRSC-AX150 дозволяє виконувати великомасштабне знімання, однак значним недоліком є мале поле зору ($20,5^\circ \times 29,1^\circ$).
3. Камери DMC і UltraCam-D мають велике поле зору і можуть бути застосовані для великомасштабного знімання з висоти до 3000 м.

Варто відмітити, що за такими характеристиками, як точність і розрізненість, величина поля зору оптико-електронні камери на сьогодні поступаються аерофотографічним камерам, однак такі характеристики, як автоматизація процесу знімання, рентабельність і продуктивність оптико-електронні камери перевершують фотографічні.

Відмітимо, що практично всі основні компоненти сучасної аерофототопографії є цифровими. За останнє десятиріччя цифрові фотограмметричні технології практично замінили всі інші фотограмметричні методи і технології.

В світі в цілому впродовж останніх десяти років індустрія і ринок ДЗЗ інтенсивно розвиваються. Нове покоління сенсорів для АКЗ характеризується значними інформаційними можливостями. Поява на ринку космічних знімків з високою просторовою розрізненістю (менше 1 м для панхроматичного знімання і 2,5 м — для багатоспектральної) з комерційних супутників розширила діапазон використання даних ДЗЗ і сприяла розробленню нових методів виготовлення продукції. Детальну класифікацію та характеристики видів ДЗЗ розглянуто, зокрема, у статті [7].

В цьому аспекті значним досягненням геодезичної галузі України можна вважати створення в Державному науково-виробничому підприємстві «Геосистема» автоматизованого фотограмметричного комплексу з цифровою скануючою аерофотокамерою сімейства DAS. Це дозволило автоматично в цифровому вигляді виконувати процеси обробки матеріалів аерознімання зі створенням цифрової моделі місцевості. Цифрова трьохканальна сканувальна фотокамера DAS забезпечує ортофото- і високоточне великомасштабне картографування (1 : 500 – 1 : 2000). Характеристики технічних параметрів цифрових камер сімейства DAS наведені в [8].

Вищеописана створена ДНВП «Геосистема» технологія та апаратура стали важливим кроком на шляху до повної автоматизації аерознімання, обробки знімальних матеріалів, побудови моделей місцевості і формування цифрових 3D-планів і топографічних карт.

Одним із перспективних напрямків у цьому аспекті можна вважати задачу подальшого підвищення рівня автоматизації за рахунок збільшення кількості задач фотограмметрії, вирішуваних безпосередньо в польоті на борту носія. Це дозволить заощадити ресурс бортової пам'яті аерознімальної системи і збільшити автономність останньої.

Отже, на сьогодні актуальною науково-практичною задачею є вирішення проблеми підвищення точності та рівня автоматизації аерокосмічних систем і приладів, що входять до їх складу.

Аналіз існуючих методів і засобів АКЗ показав, що цифрове аерофотознімання (методи та апаратні рішення) перебуває у стані переходу від традиційної технології до сучасних досягнень науки і техніки. У той же час за рівнем автоматизації та комп'ютеризації вдалося отримати кардинальне підвищення таких важливих характеристик, як точність, розрізненість і величина кута поля зору оптико-електронної знімальної камери.

Цифрове АКЗ поки що суттєво відстає від вимірювальних характеристик традиційних аерофотокамер (величина поля зору до 110° , лінійна розрізненість 5–10 мкм при розмірі сторони кадру 20–30 см) приблизно на порядок по розрізненості і в 2,5–3 рази по величині поля зору. Стан картографічного забезпечення, у тому числі, для вирішення задач кадастру і моніторингу, вимагає кардинального підвищення ефективності методів і систем АКЗ і ДЗЗ в цілому. У цьому аспекті сформуємо невирішені проблеми, у тому числі, відносно АКЗ для картографування у великих масштабах:

1. Недостатнє забезпечення України топографічними картами великих масштабів обумовлює пошук нових підходів до розв'язку проблеми картографічного забезпечення кадастру та моніторингу зе-

мель, а також моніторингових задач для інших галузей країни. Найбільш ефективним може бути розвиток робіт щодо підвищення продуктивності АКЗ.

2. Істотним недоліком сучасного аерознімального комплексу є наявність великого обсягу ручної праці, пов'язаного з трудомісткою обробкою стереозображень місцевості, побудовою ЦМР, ЦММ, а також створенням картографічної продукції.
3. Точність та розрізненість сучасних аерокосмічних систем є недостатньою для великомасштабного знімання з використанням важких літаків на достатньо великій висоті польоту, що забезпечує охоплення значної території миттєвим кутом поля зору фотокамери і, відповідно, більш високу рентабельність знімання.
4. Технологічні можливості вдосконалення цифрового АКЗ обмежені:
 - межею можливого зменшення розмірів пікселя дискретного фотоприймача ЦЗК;
 - кількістю пікселів фотоприймальної матриці ЦЗК, що викликано обмеженою тактовою частотою матриці;
 - вимогою мінімальної фокусної відстані об'єктива камери, що викликано обмеженням габаритів і ваги апаратури (особливо, при космічному зніманні) та іншими конструктивними параметрами.

Автором запропоноване вирішення деяких з найбільш актуальних задач, які існують на сьогодні в системі ДЗЗ України:

- дослідження основних характеристик методів і моделей дистанційного зондування Землі;
- розробка та обґрунтування за точністю методичних основ автономного автоматизованого стереофотограмметричного знімання [9, 10];
- розробка теоретичної моделі оцінки впливу розузгодженості «геодезичної» та приладової систем координат в системі автономного автоматичного стереофотограмметричного знімання [11];
- розробка теоретичних основ побудови висотоміру підвищеної точності з частотною фіксацією заданої комбінації частот [12];
- розробка та обґрунтування методу субпіксельної геодезичної прив'язки аерокосмічних знімків [13];
- дослідження можливості підвищення точності лідарного знімання за рахунок побудови системи розгортки сканера на основі двох поворотних різношвидкісних оптичних клинів [14];
- розробка методики оцінки якості зображення цифрової знімальної камери та аерофотооб'єктів [15].

В результаті проведеного аналізу стану робіт з ДЗЗ в системі великомасштабного картографування відмічені недоліки існуючої системи аерокосмічного великомасштабного картографування та розглянуті передумови підвищення точності та рівня автоматизації процесу аерокосмічного великомасштабного картографування.

На основі оцінки можливостей сучасних технологій визначені задачі розробки нових варіантів складових методики аерокосмічного великомасштабного картографування.

1. Загальнодержавна цільова науково-технічна космічна програма України на 2013–2017 роки.
2. Лялько В.І., Попов М.О. Сучасний стан і перспективи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) в Україні // Геолог України. — 2011. — № 3–4. — С. 41–47.
3. Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Рунець Р.М. Еталонна модель бази топографічних даних // Вісник геодезії та картографії. — 2010. — № 2. — С. 28–36.
4. Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Квартич Т.М. Концептуальні засади створення системи державного топографічного моніторингу // Вісник геодезії та картографії. — 2011. — № 3 (72). — С. 27–31.
5. Катренко І.М., Лепетюк Б.Д., Трюхан М.О., Шевчук П.М. Топографічне картографування // Державна картографо-геодезична служба України (1991–2006); за ред. Р.І. Сосси. — К.: НДІГК, 2006. — С. 97–114.
6. Бушитинська Х.В., Станкевич С.А. Аерокосмічні знімальні системи. — Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2013. — 316 с.
7. Карпінський Ю.О., Скакодуб Л.О., Єгоров А.В. Започаткування полігона дистанційного зондування Землі для топографічного картографування // Вісник геодезії та картографії. — 2007. — № 1. — С. 31–37.
8. Геосистема. Научно производственное предприятие. <http://www.vingeo.com/Rus/das.html>
9. Бурачек В.Г., Зацерковний В.І., Беленок В.Ю. Новий варіант методики стереофотограмметричного знімання місцевості // Вісник Астрономічної школи. — 2011. — 7, № 2. — С. 19–23.
10. Бурачек В.Г., Беленок В.Ю. Вирішення задачі автоматизації стереознімання // Міжнародна наукова конференція «Астрономічна школа молодих вчених», Чернівці: ЧНПУ ім. Т.Г. Шевченка. — 2011. — С. 8.
11. Бурачек В.Г., Малік Т.М., Беленок В.Ю. Про похибки вимірювань цифровою камерою при неузгодженості ортонормованих базисів приладової і геодезичної систем // Інженерна геодезія. — 2012. — № 58. — С. 208–224.

12. Бурачек В.Г., Беленок В.Ю. Розробка нового способу світловіддалемірних вимірювань // Збірник наукових праць VI Міжнародної науково-практичної конференції «Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та земле-впорядкування — європейський досвід». — 2010. — С. 53–57.
13. Бурачек В.Г., Зацерковний В.І., Беленок В.Ю. Аналіз можливості підвищення якості дешифрування аероко-смічних знімків // Вісник Чернігівського Державного технологічного університету. Серія «Технічні науки». — 2010. — № 42. — С. 204–212.
14. Байса Д.Ф., Бурачек В.Г., Зацерковний В.І., Беленок В.Ю. Спосіб та пристрій дистанційного знімання місце-вості // Вісник Астрономічної школи. — 2009. — 6, № 1–2. — С. 193–197.
15. Бурачек В.Г., Малік Т.М., Беленок В.Ю., Хомушко Д.В. Метод и устройство для автоматического контро-ля качества изображения, создаваемого объективами оптических систем геодезических и аэрофотосъёмочных приборов // Маркшейдерский вестник. — 2014. — № 3. — С. 21–24.

Надійшла до редакції 21.11.2014