

М.М.Руденко¹, М.В.Коробчинський¹, Б.В.Дурняк², В.І. Сабат²

¹Воєнно-дипломатична академія ім. Є.Березняка

²Українська академія друкарства

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ІКОНІЧНИХ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ

Проведений аналіз сучасних іконічних оптико-електронних засобів (ІОЕЗ) космічних апаратів з відображенням у відсотковому розподілі космічних апаратів щодо країн-власників, організацій-володарів, видів використовуваної зйомки і рівня детальності d , який забезпечується апаратурою. Результати аналізу пропонується використати для пояснення фізичних факторів формування зображення багатоспектральними ІОЕЗ.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, космічний апарат, іконічні оптико-електронні засоби.

Вступ. Космічні апарати (КА) здійснюють оперативне висвітлювання необхідних об'єктів, які знаходяться на земній кулі [1 – 6]. Використання космічних засобів є сучасним і перспективним видом інформаційного забезпечення міністерств, відомств та установ державного сектору, особливо це набуває актуальності у особливий період для забезпечення національної безпеки держави.

Головним результатом діяльності системи КА є інформація (І), яка складається з інформації про об'єкти та фізико-географічні умови. Вона подається споживачу у вигляді відомостей (інформація, що не зазнала опрацювання і уточнень) і даних (опрацьована, вірогідна і оформлена у відповідний формалізований документ). Одним з головних напрямків реалізації системи КА є видова діяльність (ВД), вирішення завдань якої забезпечується використанням іконічних оптико-електронних засобів (ІОЕЗ) [3, 4].

Виклад основного матеріалу. Іконічні електронні засоби характеризуються: діапазоном довжин хвиль сприймаемого випромінювання (від долей мікрометрів до метрів), фізичним принципом отримання видової інформації (панхроматична, багатоспектральна, радіолокаційна), рівнем детальності (від сантиметрів до кілометрів), який залежить з однієї сторони від вирішуваних завдань космічного спостереження (оптико-електронна діяльність, картографування, геологія, метеорологія та ін.), а з другої – технічними можливостями апаратури.

Сучасний рівень розвитку видового дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) характеризують дані, наведені у [1 – 12]. До аналізу залучаються дані про супутники видового спостереження, бортова апаратура яких забезпечує

високий і середній рівень детальності (тобто до розгляду не залучаються супутники, використання яких пов'язано із дослідженнями льодових полярних шапок і метеорологічних циклонів).

Дані аналізу зводяться до діаграм відсоткового розподілу космічних апаратів щодо країн-власників (рис. 1), організацій-володарів (рис. 2), видів використовуваної зйомки (рис. 3) і рівня детальності d , який забезпечується апаратурою (рис. 4).

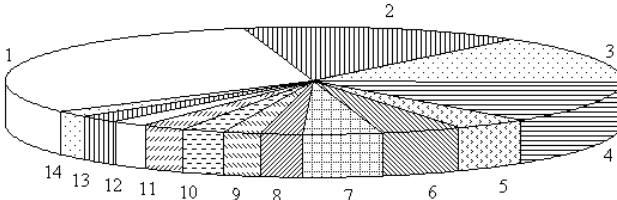


Рис. 1. Розподіл КА за країнами-власниками:

- 1 – США (31%); 2 – Індія (15%); 3 – міждержавні проекти (15%);
- 4 – Франція (13%); 5 – РФ (4%); 6 – Китай (4%); 7 – Японія (4%);
- 8 – Канада (2%); 9 – ФРН (2%); 10 – Ізраїль (2%); 11 – Пакистан (2%);
- 12 – Аргентина (2%); 13 – Малайзія (2%); 14 – Марокко (2%)

Провідні місця в експлуатації бортових систем ВД (див. рис.1.1), що знаходяться на орбіті Землі займають Сполучені Штати Америки (31%) і Індія (15%), значна доля перепадає на сумісні міждержавні проекти (15%), четверте місце у цьому переліку займає Франція (13%), доля Російської Федерації, Китаю і Японії складає по 4%, завершують цей список такі країни як Канада (2%), Федеративна Республіка Німеччина (2%), Ізраїль (2%), Пакистан (2%), Аргентина (2%), Малайзія (2%) і Марокко (2%). Наведені дані підкреслюють поширення зацікавленості у напрямку видових космічних досліджень широкого кола розвинутих держав (68%) і країн, що розвиваються (32%).

Необхідно відмітити, що наявність знань про країну-власника не відображає стан космічної галузі у конкретній державі (прикладом таких країн можуть бути Таїланд, Алжир, Марокко та ін.), тому є доцільним залучати до огляду дані про організацію-володаря супутника. До огляду (рис. 2) залучаються: міждержавні космічні організації WISL (США, Ізраїль) і ESA (Бельгія, Франція, Німеччина, Італія, Нідерланди, Великобританія, Ірландія, Австрія, Норвегія і Фінляндія), державні установи (CNES, CSA, NRO, DLR, IAI, SSTL, NASDA, CALT, INPE, ATSB, CONAE, SUPARCO, CRTS, NASA, Росавіакосмос), а також комерційні організації (RSS, EWI, LS, OSC, SIE).

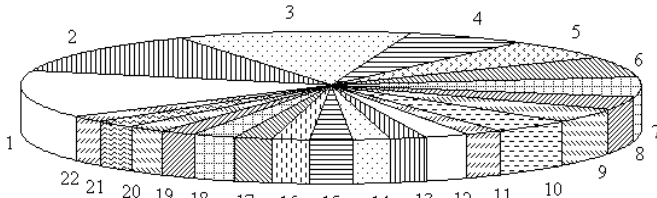


Рис. 2. Розподіл КА за організаціями-володарями:

- 1 – RSS (14%); 2 – NRO (12%); 3 – CNES (12%); 4 – NASA (6%); 5 – LS (6%); 6 – CALT(6%); 7 – ESA (6%); 8 – Росавіакосмос (4%); 9 – SSTL (4%); 10 – NASDA (4%); 11 – CSA (2%); 12 – OSC (2%); 13 – SIE (2%); 14 – ATSB (2%); 15 – CONAE (2%); 16 – EWI (2%); 17 – DLR (2%); 18 – SUPARCO (2%); 19 – CRTS (2%); 20 – IAI (2%); 21 – INPE (2%); 22 – WISL (2%)

Безперечними лідерами у галузі ВД виступають RSS (14%), NRO (12%) і CNES (12%), “золоту середину” посідають такі організації як NASA (6%), LS (6%), CALT(6%); ESA (6%), Росавіакосмос (4%), SSTL (4%), NASDA (4%), наступними у цьому переліку є CSA (2%), OSC (2%), SIE (2%), ATSB (2%), CONAE (2%), EWI (2%), DLR (2%), SUPARCO (2%), CRTS (2%), IAI (2%), INPE (2%), WISL (2%).

Таким чином, космічні програми на сьогодні виконують не лише окремі держави, а і організації з самою різною формою власності (міжнародна, державна, приватна). Поширення космічних інтересів на широке коло країн і організацій – власників комплексів ВД створює умови для формування ринкових відносин у сфері придбання космічної інформації (так ціна одного квадратного кілометра місцевості складає 0,12...44 \$ [9], причому великий перепад у ціні знімків пояснюється як рівнем забезпечуваної детальності ($d = 1...20$ м), так і ступенем їх обробки). Використовуваність ринку космічних зображень у воєнних цілях доводить комерційне придбання міністерством оборони США видової інформації у індійської (RSS) і французької (CNES) організацій під час останніх міжнародних конфліктів у Югославії і Іраку.

Відтак Україні – космічній державі, інститути якої мають попит на використання космічної інформації, потрібно бути готовою до вступу у ринкові відносини як виробником космічної продукції (ракет-носії, супутники, ІОЕЗ, видова інформація), так і грамотним користувачем космічної інформації (питання оптимального визначення ціни – якості комерційних пропозицій для вирішення конкретних задач). Принципово важливим цей висновок є для такого державного інституту, для якого ВД є нормативною складовою.

Використання космічної інформації для вирішення конкретного завдання ВД пов'язано із визначенням якісних характеристик бортової апаратури щодо різкісних параметрів (рис. 3) і фізичного принципу отримання космічної інформації.

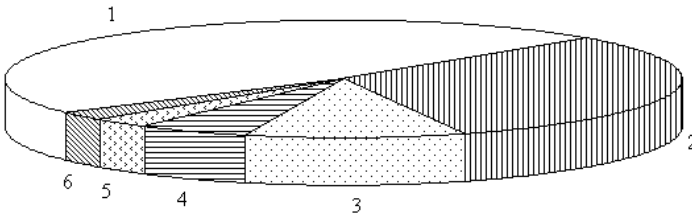


Рис. 3. Розподіл бортової апаратури за рівнем детальності:
1 – високої детальності ($d=5\dots50$ м); 2 – надвисокої детальності ($d<5$ м);
3 – середньої детальності ($d=50\dots500$ м)

Діаграма розподілу бортової апаратури за рівнем детальності d (див. рис. 3) підтверджує факт зацікавленості в отриманні не тільки надвисокодетальних знімків для забезпечення вичерпної інформації про об'єкт (так близько 70% застосовуваних засобів забезпечують детальність у межах від 5 до 500 м). Цей факт відбиває зацікавленість відповідного споживача у вирішенні конкретного завдання (визначення об'єкту із різномірною точністю до виду, класу, підкласу, типу). Такий підхід дозволяє суттєво зменшити об'єм інформації, що обробляється для прийняття рішення.

Таким чином країни (організації), що займаються розробкою космічних технологій, проявляють зацікавленість в отриманні зображень самого різного розділення і на такі зображення на сьогодні є інформаційний попит.

Однією з головних ознак іконічних електронних засобів ВД, що визначає зміст дистанційного зондування є вид зйомки (рис. 4). Значне місце (54%) займає багатоспектральна зйомка, яка характеризується невеликою кількістю каналів реєстрації інформації (звичайно до десяти). Це пояснюється як можливістю інтегрування кількох каналів у рамках одного ІОЕЗ, так і необхідністю забезпечення додаткових дешифрувальних ознак об'єктів ВД. Наряду із цим використовуються ширококугові панхроматична (35%) і радіолокаційна (11%) зйомки.

Окремо виділена гіперспектральна зйомка є еволюційним напрямом розвитку багатоспектральних систем, що забезпечується завдяки новим технологіям збільшення кількості каналів реєстрації інформації з 10 до 200...1000 при досягненні високого спектрального розділення (0,1...10 нм). Результатом гіперспектральної зйомки є багатомірне просторово-спектральне зображення, у якому кожна елементарна ділянка зображення ("піксел") характеризується власним спектром. Таке зображення зветься "кубом" інформації, два виміри якого відповідають просторовому зображенню місцевості на площині, а третє – частоті спектра прийнятого випромінення.

Застосування гіперспектральної зйомки пов'язано із використанням додаткових дешифрувальних ознак при вирішенні господарських і військово-прикладних задач.

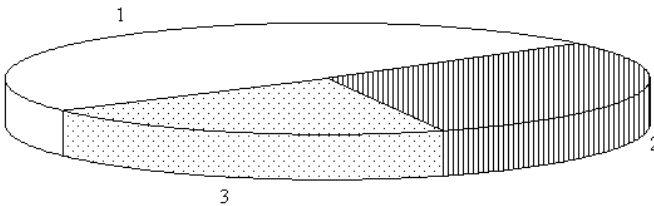


Рис. 4. Розподіл бортової апаратури за видом зйомки: 1 – багатоспектральна (46%); 2 – панхроматична (32%); 3 – радіолокаційна (11%); 4 – інфрачервона (5%); 5 – панхроматична зйомка із реєстрацією інформації на фотографічну плівку (3%); 6 – гіперспектральна (3%)

Прикладами КА, оснащених гіперспектральною знімальною апаратурою [9, 11, 12], є американський супутник EO-1, створений по програмі NASA, і військовий КА Mighty Sat II (інше найменування – Sindri), створений по програмі ВВС США запусчених у 2000...2001 р. Супутник EO-1 є носієм гіперспектрального датчика Hyperion, що працює в 220 зонах видимої і інфрачервоної області (0,4...2,5 мкм) спектра. Прилад забезпечує проведення зйомки (від шести до восьми сюжетів у добу) території розміром 7,5х100 км² із детальністю 30 м. Слід зазначити, що США є єдиною країною, яка довела до практичної реалізації технології космічної гіперспектральної зйомки з високою детальністю. Перша інформація з виготовленої фірмою Kesler Corp. (США) експериментальної гіперспектральної камери FTHSI супутника MightySat II, стала надходити на Землю в серпні 2000 р. Ця камера працює в спектральному діапазоні 0,45...1,05 мкм, розділеному на 145 робочих канали. Смуга захоплення камери FTHSI з висоти 547 км складає 15х20 км. У зв'язку з тим, що канал передачі даних на Землю штучного супутника MightySat II мав вузьку смугу частот, обробка формованих гіперспектральною камерою зображень виконувалась на борту. В процесі обробки спектральні зображення порівнювались з масивом еталонних даних. На наземну станцію передавалась тільки відібрана у результаті бортової обробки відеоінформація.

Висновки

Таким чином, використання багатоспектральних ІОЕЗ є об'єктивним фактором розвитку видових космічних технологій, пов'язаним із залученням до дешифрування додаткових ознак, отримання яких, у свою чергу, можна пояснити фізичними факторами формування зображення багатоспектральними ІОЕЗ.

1. *Мирошников М.И.* Теоретические основы оптико-электронных приборов. – Л.: Машиностроение, 1983. – 695 с.
2. *Адзерихо К.С.* Физические основы дистанционного зондирования. – Мн.: Университетское, 1991. – 295 с.
3. Слонов М.Ю. и др. Аэрофотообработывающая аппаратура. – К.: КВВАИУ, 1987. – 468 с.
4. *Джон Пайк.* Використання відкритого космосу у воєнних цілях// СІПРІ 2002: Щорічник. Озброєння, роззброєння та міжнародна безпека. – К.: Заповіт, 2002. – С.637-669.
5. *Гарбук С.* Коммерциализация космических систем дистанционного зондирования // Новости космонавтики.– 1999. – №11. – С. 46.
6. *Кучейко А.* Франция наращивает разведывательные мощности в космосе // Новости космонавтики.– 2000. – №2. – С. 14.
7. *Копик А.* Космический аппарат Тетра // Новости космонавтики. – 2000. – №2. – С. 31.
8. *Афанасьев И.* Первые снимки со спутника EROS A1 // Новости космонавтики. – 2001. – № 3. – С. 41.
9. *Кучейко А.* Наступление на рынке спутников высокого разрешения// Новости космонавтики. – 2001. – № 5. – С. 54.
10. *Афанасьев И.* Космическая программа Южной Кореи // Новости космонавтики. – 2001. – № 7 – С. 48.
11. *Черный И.* Китайский спутник-шпион под гражданским прикрытием // Новости космонавтики. – 2001. – № 10. – С. 51.
12. *Лисов И.* EO-1 – Экспериментальный аппарат наблюдения Земли // Новости космонавтики. – 2001. – № 1. – С. 26.

Поступила 3.09.2018р.

УДК 659.1

Г.Н.Левицька¹, викладач, М.Б.Поліщук¹, к.т.н., Н.Р.Друк¹, викладач,
О.В. Тимченко², д.т.н., професор

МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ФОРМИ РОБОТИ ВИКЛАДАЧІВ

Анотація. Навчання полягає у підтримці природних інтересів учня, його прагненні шукати знання та вдосконалювати навички, тобто керувати навчальним процесом. Навчання є процесом отримання і зберігання досвіду, що призводить до нових форм поведінки і дій, або модифікації поведінки і діяльності придбаних раніше. Показані методика вибору правильних методів навчання та форм роботи викладача.

Ключові слова: методи навчання, форми подання матеріалу

¹ Львівське вище професійне училище комп'ютерних технологій та будівництва

² Українська академія друкарства, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie