

УДК 504.064

## **ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ПРИ КОМПЛЕКСНОМУ ДЕШИФРУВАННІ РЕЗУЛЬТАТІВ ПОВІТРЯНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ**

*Б.М. Іващук, канд. техн. наук;*

*Р.В. Приступа*

*(Харківський університет Повітряних Сил  
імені Івана Кожедуба);*

*С.М. Андрєєв, канд. техн. наук*

*(Національний аерокосмічний університет  
ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»)*

*У статті проведено аналіз використання даних дистанційного зондування Землі для комплексного дешифрування об'єктів повітряного спостереження. На підставі графоаналітичного методу проведені розрахунки порівняння даних оптико-електронних систем ДЗЗ і повітряного спостереження.*

*В статье проведен анализ использования данных дистанционного зондирования Земли для комплексного дешифрирования объектов воздушного наблюдения. На основе графоаналитического метода проведены расчеты сравнения данных оптико-электронных систем ДЗЗ и воздушного наблюдения.*

*This article presents analysis of the use data of remote sounding of the Earth for complex object decoding of air observation. According graphic-analytic method realized accounts comparison data of optic-electronically systems of remote sounding of the Earth and air observation.*

### **Вступ**

Розвиток інформаційних технологій та розширення глобального інформаційного простору створили умови, за яких використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) набуває все більш важливого, актуального значення у військовій

сфері, а саме при повітряному спостереженні (ПС). Із зростанням кількості геостаціонарних супутників на орбітах Землі збільшується і об'єм інформації для моніторингу, тому перспективним напрямом є сумісне використання даних ДЗЗ та ПС для комплексного дешифрування об'єктів.

**Аналіз наукових статей та публікацій.** У [1, 2] даються основні поняття про дешифрування аерознімків, їхню класифікацію та основні задачі. Праці [3, 4] описують сучасні технології забезпечення користувачів цифровими знімками.

**Метою статі** є проведення аналізу використання даних ДЗЗ для комплексного дешифрування об'єктів ПС.

**Виклад основного матеріалу.** Вдосконалення сучасних систем ПС та ДЗЗ, дозволяють отримувати, обробляти та зберігати інформацію в аналоговому та цифровому вигляді. Моніторинг поверхні Землі дозволяє отримати додаткову необхідну інформацію про конкретний об'єкт чи район спостереження, яка використовується в ході комплексного дешифрування, оскільки не завжди можливо за основними даними або власним досвідом дешифрувальника, визначити об'єкт до виду, класу або типу. В якості додаткових матеріалів можливо використовувати дані ДЗЗ для дешифрування знімків ПС. Таким чином необхідно вибрати критерії по яким можливе порівняння результатів ДЗЗ та ПС.

Для проведення аналізу отриманих даних ДЗЗ та ПС обрано графоаналітичний метод, що використовується для порівняння оптико-електронних систем повітряного спостереження. Такими критеріями являються: висота фотографування – ( $H$ ), миттєвий кут поля зору елементарного інформаційного каналу – ( $\gamma$ ), детальність знімку ( $d$ ), ймовірність розпізнавання об'єкта ( $p$ ) та ймовірність розпізнавання об'єктів ( $p_{ob}$ ).

Для аналізу обрано знімки ДЗЗ та ПС аеродрому (м. Альштетт, Німеччина), отримані за однакових сезонних умов, часу доби та висоти. Кут поля зору системи ДЗЗ обраний у відповідності з величиною фокусу системи на висоті 1000 м.

Детальність, ймовірності розпізнавання об'єктів та коефіцієнт розпізнавання форми отримано по співвідношеннях:

$$d = \gamma \cdot H \quad (1)$$

де  $d$  – детальність знімку, мм;  $\gamma$  – миттєвий кут поля зору системи, рад;  $H$  – висота фотографування, м,

$$P = e^{-\left(B \frac{d-9}{L}\right)^2}, \quad (2)$$

де  $P$  – ймовірність розпізнавання об'єкту розвідки;  $B$  – коефіцієнт розпізнавання форми;  $d$  – детальність знімку, м;  $L$  – геометричний розмір об'єкту (довжина, діагональ, ширина і т.д.), м,

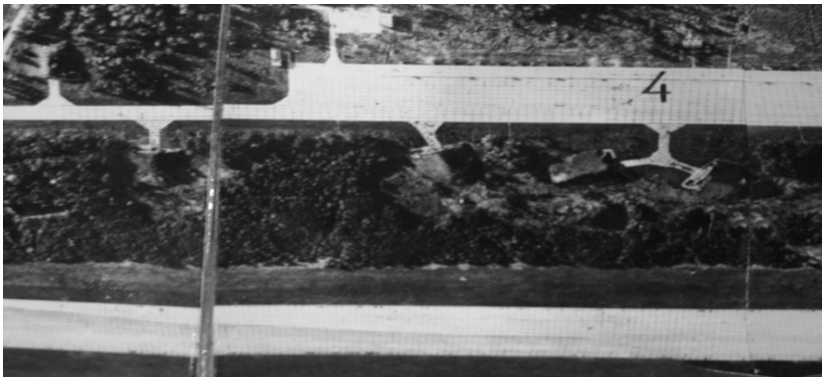
$$B = \left(\frac{G \cdot R}{S}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad (3)$$

де  $B$  – коефіцієнт розпізнавання форми;  $G$  – периметр розрахований по контуру обраного об'єкта, м;  $R$  – радіус вписаного та описаного кіл, м;  $S$  – площа об'єкту, м [2],

$$p_{st} = \frac{n_1}{n_2}, \quad (4)$$

де  $p_{st}$  – ймовірність розпізнавання об'єктів,  $n_1$  – число правильно виявлених об'єктів,  $n_2$  – число об'єктів, що підлягають для розпізнавання.

На рис. 1, 2 представлено знімки, що обрані для порівняння ПС та ДЗЗ відповідно.



*Рис 1. Знімок повітряного спостереження аеродрому  
(м. Альштедт, Германия)*

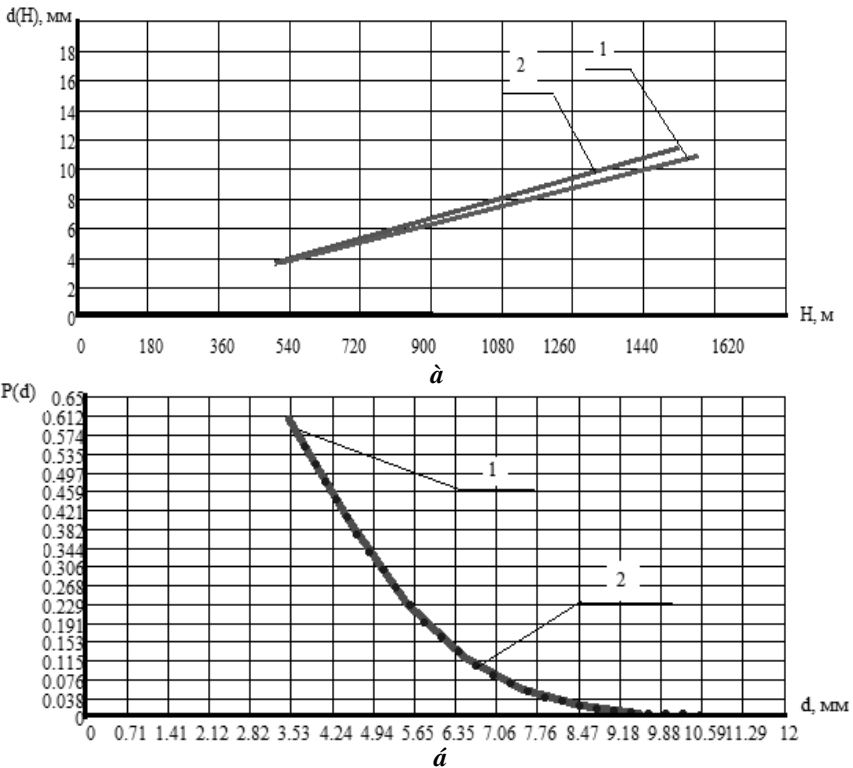


Рис 2. Знімок ДЗЗ аеродрому (м. Альштедт, Германія)

Результати розрахунків критеріїв порівняння та графіки залежності, детальності від висоти  $d(H)$  та ймовірності розпізнавання від детальності  $P(d)$ , приведені в таблиці 1 та на рис. 3. Усі виміри величин проведенні на знімках рис. 1 та рис. 2 які зробленні на висоті 1000 м. Основним об'єктом вимірів є аеродромна плита ПАГ-18 розмірами 4×2 м.

Таблиця 1 — Результати розрахунків по критеріях даних ДЗЗ та ПС

Критерії Види знімків	Знімок ДЗЗ	Знімок ПС	Різниця у відсотках
Детальність знімку (d) на висотах 500–1500, м	3.349 – 10.47	3.75–11.25	11%
Ймовірність розпізнавання об'єкта на висотах 500–1500 м (p)	0.605 – 0.007	0.549 – 0.00171	10%
Ймовірність розпізнавання об'єктів ( $p_{st}$ )	0.675	0.65	4%
В – коефіцієнт розпізнавання форми об'єкта (аеродромна плита ПАГ-18)	2.087	2.087	0%



де 1 — ОЕС супутника ДЗЗ, 2 — ОЕС літака ПС

Рис. 3 а — залежність  $d(H)$ , б — залежність  $P(d)$ ,

За результатами розрахунків, приведених в таблиці 1, та графіками **а** та **б** на рис. 3, як висновок можна відмітити, що на визначеній висоті 1000м значення детальності та ймовірності розпізнавання об'єктів ОЕС ДЗЗ приблизно на 10,5% перевищує значення ОЕС ПС, що є вагомим показником у різниці дешифрування знімків. Поряд з цим використання даних ДЗЗ, як основних не можливо по ряду причин, які у свою чергу впливають на оперативність, достовірність, високу ціну закупівлі знімків у дистриб'юторів іноземних держав та неможливість придбання у военний час.

## **Висновки**

Аналіз знімків показав, що середнє значення суми критеріїв ДЗЗ на 10.5% перевищує інформативність знімка ПС. Це дає можливість використовувати дані ДЗЗ при дешифруванні знімків ПС. Про те використання даних ДЗЗ потребує підтвердження їх достовірності і застосування їх можливе все ж таки лише у вигляді додаткової інформації. Для безпосереднього комплексного дешифрування матеріалів ПС слід дослідити напрями використання даних ДЗЗ. Це полегшить прив'язку до місцевості, а також дасть змогу детального вивчення стаціонарних об'єктів.

Саме поєднання високої детальності, лінійного розрізнення даних ДЗЗ та оперативності проведення повітряного спостереження забезпечить необхідну достовірність, що у свою чергу дозволить точно оцінити ситуацію та швидко прийняти правильне рішення.

\* \* \*

1. Ребрин Ю.К. Оптико-електронное разведывательное оборудование летательных аппаратов / Ю.К. Ребрин. — К.: КВВАИУ, 1984. — 350 с.

2. Моисеев В.Л. Фотограмметрическая обработка и дешифрирование аэроснимков. Часть II / В.Л. Моисеев, М.А. Попов. — К.: КИВВС, 1992. — 336 с.

3. Красовський Г.Я. Опыт практического применения тематической обработки материалов космических съемок для решения задач охраны вод / Г.Я. Красовський, В.В. Брук // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки: Зб. Наук. Праць. — Харків: УкрНДІЕП, 2000. — С. 141—154.

4. Красовський Г.Я. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем і прогнозу водоспоживання міст / Г.Я. Красовський, В.А. Петросов. — К.: Наук. думка, 2003. — 224 с.

5. Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования / У.Г. Рис. — М.: Техносфера, 2006. — 336 с.

*Отримано: 5.07.2011 р.*