

УДК 623.438.2: 623.746.2

Ю.П. Сальник

Львівський інститут Сухопутних військ Національного університету «ЛП», Львів

## ОПЕРАТИВНІСТЬ ОБРОБКИ ВІЗУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА БОРТУ КОМПЛЕКСІВ ДИСТАНЦІЙНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ

*Необхідність отримання повної і достовірної інформації привело до використання при підготовці і в ході ведення бойових дій різноманітних засобів спостереження, і, отже, широкої номенклатури їх носіїв. Аналіз останніх бойових дій показує, що найбільш ефективним шляхом отримання даних спостереження є використання наземної та повітряної розвідки в комплексі.*

**Ключові слова:** комплекс дистанційного спостереження, дистанційно-пілотований літальний апарат, апаратура розвідувальної сигналізації, оперативність обробки інформації.

### Вступ

#### Постановка проблеми і аналіз літератури.

Комплекси наземного та повітряного спостереження займають домінуюче положення в загальній системі розвідки більшості розвинених країн [1, 2]. Плани оснащення сучасним озброєнням розвинених країн показують, що одне з центральних місць в розвитку розвідувальних засобів відводиться впровадженню і застосуванню збройними силами комплексів, які поєднують ведення наземної та повітряної розвідки [3, 4]. Прикладом такого комплексування є розробка бойових розвідувальних машин (БРМ) додатково оснащених дистанційно-пілотованими апаратами (ДПЛА) та розвідувально-сигналізаційною апаратурою (РСА). Роль таких комплексів зростає в сучасних воєнних конфліктах малої інтенсивності і миротворчих операціях, тому ведеться їх постійне удосконалення і розробка нових. Обстановка, що динамічно змінюється на театрі воєнних дій, ускладнює вибір об'єктів спостереження перед початком розвідки, тому апаратура комплексів повинна обробляти значні обсяги інформації в процесі прийому, обробки і передачі інформації. Значно підвищити оперативність ведення розвідки дозволяє використання у складі комплексів спостереження засобів автоматизації. Аналіз існуючих методів стиснення інформації показав, що останні досягають високих ступенів стиснення за рахунок збільшення обчислювальної складності алгоритмів і не відповідають вимогам щодо оперативності обробки [5, 6].

**Мета статті.** Розробити критерій оперативності обробки візуальної інформації і оцінити по ньому можливість використання методів стиснення «в режимі реального часу».

#### Викладання основного матеріалу

Системи дистанційного спостереження, які оснащені ДПЛА та РСА, забезпечують економію сил і засобів, необхідних для ведення розвідки і спостереження за противником, і можуть використовуватися для рішення наступних задач [4, 7]:

– спостереження за районами, у яких очікується зосередження або переміщення військ противника;

– розвідка найбільш ймовірних маршрутів їхнього розгортання;

– визначення напрямків і інтенсивності переміщення супротивника;

– контроль за районами, де може здійснюватися висадка повітряних і морських десантів та форсування рік;

– охорона місць дислокації своїх сил, мінних полів і інших загороджень, підходів до мостів і водних переправ;

– цілевказівка іншим силам і засобам розвідки з більшими можливостями;

– забезпечення, разом з іншими засобами, охорони військових і важливих цивільних об'єктів з метою перешкоджання проникненню на їхню територію розвідувально-диверсійних груп, партизанів і терористів;

– охорона районів державних кордонів, ліній поділу конфронтуючих сил і демілітаризованих зон.

Для виконання цих завдань використовуються наступні типи датчиків: оптико-електронний (фотографічний); сейсмічний; акустичний (сейсмоакустичний); магнітний (електромагнітний); інфрачервоний; балансовий; обриву проводу.

Використання ДПЛА для ведення спостереження має наступні позитивні сторони [3]: автономність дій при виконанні поставлених завдань; можливість багаточільового використання; наявність перешкодостійких ліній зв'язку з пунктами управління; невисока вартість виробництва і експлуатації, особливо по відношенню до головного конкурента по збору інформації – космічному угрупованню супутників-розвідників; можливість модернізації шляхом переоснащення бортової апаратури; низька помітність в оптичному, радіолокацій, інфрачервоному і акустичному діапазонах; невисокі вимоги до живучості ДПЛА в порівнянні з пілотованими літаками, можливість використання в якості інформаційного ретранслятора.

Використання цих можливостей ДПЛА створило передумови для появи різноманітних їх реалізацій. Залежно від призначення, розміру ДПЛА змінюється і склад бортової апаратури.

На теперішній час Збройні Сили України експлуатують комплекс повітряної розвідки ВР – 2 на

базі Ту – 243 «Рейс – Д», бортова апаратура якого забезпечує проведення комплексної візуальної розвідки. Можливості такого типу комплексу значно обмежені параметрами апаратури спостереження, яка використовується.

Особливого значення останнім часом набуває використання у складі комплексів спостереження (у комплекті РСА та на борту ДПЛА) саме оптико-електронних датчиків. Таке положення обумовлене як особливістю сприйняття інформації людиною, згідно якої через зоровий канал сприйняття людина отримує до 80% інформації про навколишній світ [3, 6], так і високою ефективністю, та достатньо низькою вартістю датчиків даного типу.

Останнім часом бурхливий розвиток і широке застосування отримала апаратура на основі твердотільних матриць – так звані «прилади із зарядовим зв'язком» (далі матриці ПЗЗ).

Значне зростання роздільної здатності матриць ПЗЗ (табл. 1), які використовуються, веде до збільшення об'єму пам'яті пристроїв отримання і зберігання інформації, а також часу передачі зображень з борту комплексу спостереження (ДПЛА або РСА) на пункт прийому і обробки інформації. Значення часу передачі зображень, отриманих з використанням існуючих матриць ПЗЗ, для різних каналів зв'язку представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Час передачі зображень, с

Швидкість передачі даних, кбіт/с	Об'єм відеоданих з параметром візуалізації 24 біта, кбайт					
	921,6	1440	22306	5760	9120	12160
9,6	768	1200	1858	4800	7600	10133
50	147	230	356,8	921	1459	1945
64	115	180	278,7	720	1140	1520
12500	0,6	0,921	1,427	3,686	5,836	7,8
25000	0,3	0,46	0,713	1,84	2,92	3,9

Як видно з табл. 1, існуючі системи передачі даних не дозволяють своєчасно передавати дані спостереження, що суттєво знижує оперативність функціонування комплексу в цілому.

Використання матриць ПЗЗ великого об'єму (більше  $6 \times 10^6$  пікселів) обумовлено необхідністю забезпечення певного роздільна здатність на місцевості.

Важливим елементом автоматизації процесу спостереження є використання процедури стиснення інформації. Розглянемо можливість використання існуючих методів стиснення на борту комплексу спостереження.

Відомо, що при моніторингу місцевості аерофотоапаратура повинна забезпечувати повне покриття місцевості (з урахуванням перекриття  $r \approx 15\%$ ). Для цього апаратура стиснення повинна відповідати вимозі оперативності обробки візуальної інформації. Оперативність обробки залежить від наступних параметрів (рис. 1):

– швидкість польоту ДПЛА  $V$  змінюється в межах  $150 \div 915$  км/ч, що обмежує час стиснення до моменту виконання наступного знімка;

– висота польоту БПЛА  $H$  ( $100 \div 1000$  м), яка впливає на розмір місцевості, що відображається на знімку;

– розмір отриманого кадру ( $R \times R$ ), який залежить від обраної матриці ПЗЗ і повинен забезпечувати роздільну здатність на місцевості не менше  $0,15$  м/піксель (табл. 2);

– кут огляду фотоапаратури  $\phi$ .

Таблиця 2

Потрібна роздільна здатність для інтерпретації, (м)

Об'єкт	Виявлення	Визначення типу	Визначення моделі	Опис	Техн. аналіз
Транс. засоби	1,50	0,60	0,30	0,06	0,045
Мости	6,00	4,50	1,50	1,00	0,300
Радари	3,00	1,00	0,30	0,15	0,015
Аеродроми	6,00	4,50	3,00	0,30	0,150
Ракетні бази	3,00	1,50	0,60	0,30	0,045
Надводні кораблі	7,00	4,50	0,60	0,30	0,045
Підводні човни	7,00	4,50	1,50	1,00	0,030
Літаки	4,50	1,50	1,00	0,15	0,045

Отримаємо критерій оперативності обробки візуальної інформації на борту ДПЛА. З рис. 1 видно, що для забезпечення безперервної зйомки місцевості необхідне, щоб процедури стиснення виконувалися за час не більше допустимого

$$t_{ст}^{доп} = 2H \cdot \text{tg } \phi / 2 - r / V - t_{реак} \quad (1)$$

де  $t_{реак}$  – час формування зображення на матриці ПЗЗ.

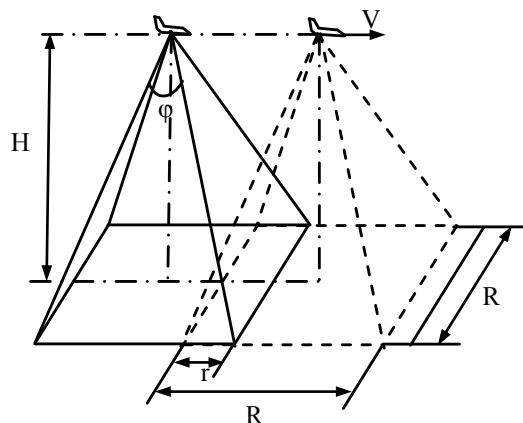


Рис. 1. Моніторинг місцевості із застосуванням ДПЛА

Розглянемо, яким чином змінюється час  $t_{ст}^{доп}$  зображень, отриманих матрицями ПЗЗ залежно від висоти польоту (рис. 2). Вважаємо, що решта параметрів є постійними для заданої апаратури. Для приклада:  $V = 900$  км/ч,  $\phi = 61^\circ$ .

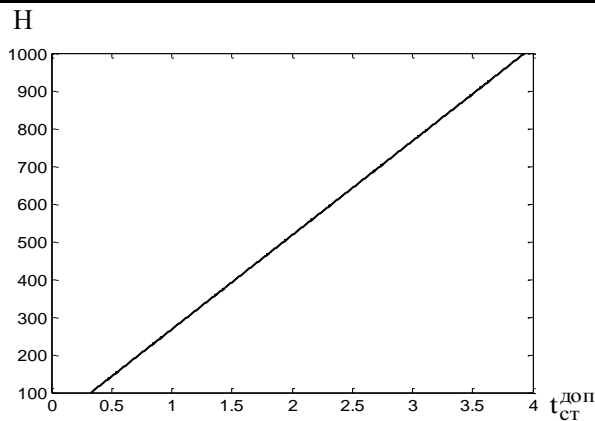


Рис. 2. Графік залежності часу виконання процедур стиснення  $t_{\text{ст}}^{\text{доп}}$  від висоти польоту ДПЛА

Аналіз рис. 2 показує, що при проведенні спостереження з використанням ДПЛА допустимий час  $t_{\text{ст}}^{\text{доп}}$  (час, за який повинні бути проведені всі процедури по обробці і передачі отриманого зображення) складе не більше 4 секунд.

Розглянемо можливість стиснення візуальної інформації на борту ДПЛА при використанні наступних методів: JPEG, WI, RAR [5, 6] та Хаар [8, 9]. Для цього перевіримо виконання умови оперативності стиснення зображень, згідно якому час виконання процедур стиснення  $t_{\text{ст}}$  обраним методом не повинен перевищувати  $t_{\text{ст}}^{\text{доп}}$ . На рис. 3. приведені значення часу  $t_{\text{ст}}$  при обробці зображень розміром 2288 x 1712 пікселів різними методами стиснення.

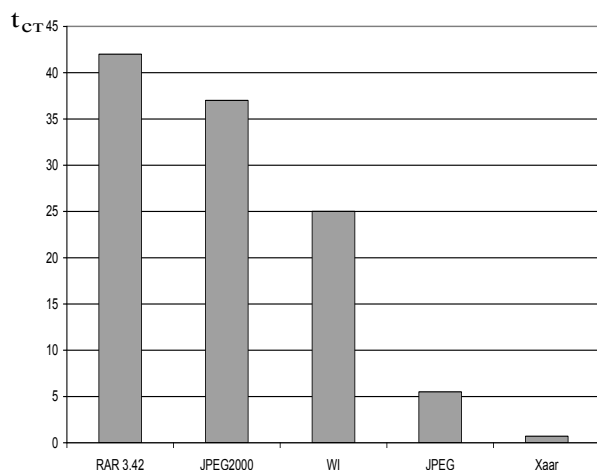


Рис. 3. Час стиснення зображень розмірністю 2288 x 1712 пікселів різними методами стиснення

### Висновки

Розроблений критерій оперативності обробки візуальної інформації на борту комплексу спостереження дозволяє:

– ввести обмеження на максимально допустимий час, за який виконується процедура обробки візуальної інформації на борту ДПЛА при дотриманні режиму «реального часу»;

– оцінити можливість використання обраного методу стиснення для проведення обробки з відомими параметрами встановлюваної апаратури розвідки, такими як діапазон висот і швидкості польоту ДПЛА, дозвіл матриці ПЗЗ і кут огляду її оптики.

За критерієм оперативності серед методів стиснення найбільш близькі значення отримані для методу стиснення JPEG, проте він не дозволяє проводити фоторозвідку на висотах в діапазоні від 100 до 1000 м. Реалізація методу стиснення зображень, заснованого на зонально-пороговій селекції і арифметичному кодуванні з фіксованою моделлю, при прийнятних значеннях середньоквадратичного відхилення ( $\text{СКВ} \leq 1,5\%$ ) забезпечує стиснення реалістичних зображень в 5 ÷ 14 разів, що відповідає значенням даних параметрів для методів стиснення JPEG і JPEG-2000.

Розроблений критерій оперативності враховує вплив на процес обробки та передачі саме візуальної інформації. Це пов'язано з надзвичайною важливістю та великими обсягами цієї інформації. В подальшому необхідно врахування впливу на оперативність інших видів інформації, таких як звукова, текстуальна і т.і.

### Список літератури

1. Артюшин Л.М., Мосов С.П. Застосування сил і засобів повітряної розвідки наземного противника у сучасних операціях і воєнних конфліктах // ТА. – 2000. – № 24. – С. 76-80.
2. Кутовий О.П. Тенденції розвитку БПЛА // НАУКА і ОБОРОНА. – 2000. – № 4. – С. 39-47.
3. Артюшин Л.М., Ребрин Ю.К., Толубко В.Б., Уваров А.Ю., Черных Ю.М. Воздушная разведка наземных целей беспилотными летательными аппаратами. – К.: 2004. – 244 с.
4. Артюшин Л.М., Мосов С.П., П'яковський В.П., Толубко В.Б. // Під ред. В.Б. Толубко: Монографія. – Ж.: ЖВІРЕ, 2002. – 207с.
5. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 384 с.
6. Методы передачи изображений. Сокращение избыточности / Под ред. У.К. Прэтта – М.: Радио и связь, 1983. – 264 с.
7. Сальник Ю.П. Цільові функції застосування БРМ в підрозділах тактичної ланки // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: Центральний науково-дослідний інститут навігації та управління, 2008. – Вип. 3(7). – С. 126-128.
8. Сальник Ю.П. Модифицированный метод арифметического кодирования с фиксированной моделью // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – Х.: МОНУ, ХНАУ «ХАИ», 2005. – Вип. 1. – С. 50-54.
9. Королев А.В., Бохан К.А., Сальник Ю.П. Зонально-пороговая селекция коэффициентов быстрого двумерного преобразования Хаара // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ХВУ, 2004. – Вип. 4. – С. 109-113.

Надійшла до редколегії 25.09.2008

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. В.В. Баранник, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

**ОПЕРАТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ  
НА БОРТУ КОМПЛЕКСОВ ДИСТАНЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ**

Ю.П. Сальник

*Необходимость получения полной и достоверной информации привело к использованию при подготовке и в ходе ведения боевых действий разнообразных средств наблюдения, и, следовательно, широкой номенклатуре их носителей. Анализ последних боевых действий показывает, что наиболее эффективным путем получения данные наблюдения есть использование наземной и воздушной разведки в комплексе.*

**Ключевые слова:** комплекс дистанционного наблюдения, дистанционно-пилотируемый летательный аппарат, разведывательно-сигнализационная аппаратура, оперативность обработки информации.

**OPERATIONABILITY OF TREATMENT OF VISUAL INFORMATION ABOARD THE COMPLEXES  
OF THE CONTROLLED FROM DISTANCE SUPERVISION**

J.P. Salnik

*Brought a necessity over of receipt of complete and reliable information to using for preparation and during the conduct of battle actions of various facilities of supervision, and, consequently, to the wide nomenclature of their transmitters. The analysis of the last battle actions shows that most effective by a receipt these supervisions are the use of surface and air secret service in a complex.*

**Keywords:** complex supervision of the controlled from distance, pilot-controlled aircraft, reconnaissance-signaling apparatus, operationability of treatment of information