УДК 621.3

Б.М. Іващук[1], Б.І. Касьян[1], Є.І. Амазастов[1], В.В. Михалко[2], В.М. Дурач[3]

[1] *Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків*
[2] *Воєнно-дипломатична академія, Київ*
[3] *Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФРАЧЕРВОНОГО ОБЛАДНАННЯ НА СУЧАСНИХ БПЛА

В статті приводиться порівняльний аналіз результатів ефективності застосування інфрачервоного обладнання по різкісних характеристиках сучасних БПЛА для цілей повітряного спостереження.

Ключові слова: *детальність, БПЛА, ймовірність розпізнавання об'єктів, дистанційне зондування Землі, повітряне спостереження, кут поля зору.*

Вступ

На сьогоднішній день засоби повітряного спостереження є одним із основних напрямків розвитку передових технологій. Тому серед великої кількості запропонованих безпілотних літальних апаратів (БПЛА) важко визначити які саме є найбільш ефективними. Найчастіше сучасні БПЛА порівнюють за льотно – технічними характеристиками зручністю експлуатації, пропускною здатністю передачі інформації і т.д., але мало уваги приділяється аналізу їх різкісних характеристик, що є важливим для виявлення об'єктів повітряного спостереження.

Метою статті є порівняльний аналіз за графо - аналітичним методом інфрачервоного обладнання на сучасних БПЛА для визначення їх ефективного оперативного застосування.

Виклад основного матеріалу

В умовах технічного прогресу ДЗЗ (дистанційне зондування Землі) займає одне із важливих місць, щодо моніторингу навколишнього середовища в цілях екологічної безпеки, а також спеціальних задач для силових структур (Державної Прикордонної служби України, Міністерства Надзвичайних Ситуацій, Міністерства Внутрішніх Справ, Збройних сил України). Поряд із засобами ДЗЗ космічного базування широкого практичного застосування набули сучасні БПЛА повітряного спостереження.

Періодичність повторення сезонних стихійних лих, техногенні катастрофи та інші надзвичайні ситуації, вимагають контролю з повітря, щоб правильно оцінити всі обставини для прийняття відповідних рішень. Використання засобів повітряного спостереження, а зокрема БПЛА, дає змогу безперервно отримувати оперативну інформацію з району спостереження, що значно підвищує контроль над ситуацією і значно полегшує визначення реальної оцінки загрози. Але серед великої кількості БПЛА на світовому ринку важко визначити яке саме інфрачервоне обладнання доцільно використовувати для повітряного спостереження за конкретних умов та поставлених завдань, тому оцінка ефективності інфрачервоної системи – є одним з основних етапів при плануванні на ведення повітряного спостереження.

Для визначення ефективності застосування БПЛА по загальним показникам (ширина захоплення - W, висота польоту - H, кут поля зору - β) та різкісним параметрам (розрізнювальна здатність - R, детальність - d, миттєвий кут поля зору елементарного інформаційного каналу - γ_{EIK} і т.д.) застосовувався графоаналітичний метод, запропонований Ребріном Ю.К. Даний метод використовується при порівняльній оцінці тактико-технічних можливостей однакових та різних по принципу дії іконічних оптико-електронних систем повітряного спостереження (інфрачервоних, фотографічних, лазерних та телевізійних) [1].

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

де d – детальність знімку, мм; γ – миттєвий кут поля зору системи, рад; H – висота фотографування, м.,

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

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.,

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

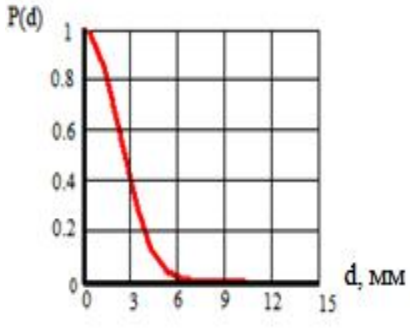
де B – коефіцієнт розпізнавання форми; G – периметр розрахований по контуру обраного об'єкта, м; R - радіус вписаного та описаного кіл, м; S – площа об'єкту, м [2].

Для порівняння обрано БПЛА оперативної дії, які пропонуються на світовому ринку:

Канада - БПЛА CL-289;
США– БПЛАMQ-1 Predator ;
Германія - БПЛА KZO;
Україна - БПЛА ТУ-141 "Стриж".

© Б.М. Іващук, Б.І. Касьян, Є.І. Амазастов, В.В. Михалко, В.М. Дурач

Порівняння ефективності застосування фотообладнання БПЛА проводиться на основі аналізу ймовірності визначення конкретного об'єкту – вантажівки (довжина L – 5 м, ширина Z – 2.5 м) в діапазоні висот – 200 - 1000 м., в залежності від розрізнювальної здатності фотографічних систем БПЛА. Зображення БПЛА CL-289, MQ-1 Predator, KZO, ТУ-141 «Стриж» наведені на рис. 1 – 4 (а).

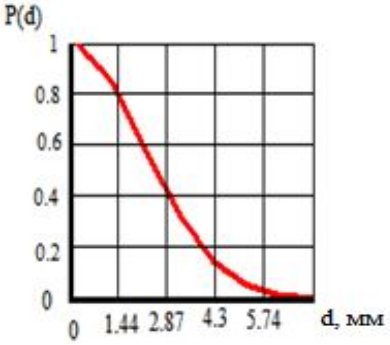


ТТХ БПЛА CL-289

Розмах крила, м	1.32
Вага, кг	140
Довжина, см	3,70
Швидкість, км/г	720
Практична стеля, м	5000
Кут поля зору ІЧС, рад	1.134
Корисне навантаження	ТВ, Ф, ІЧ камера

а б в

Рис. 1. БПЛА CL-289: а – зовнішній вигляд; б – залежність P(d); в – ТТХ

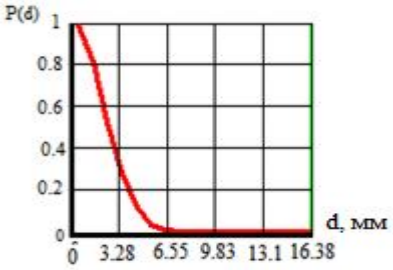


ТТХ БПЛА MQ-1 Predator

Розмах крила, м	14,8
Вага, кг	51,2
Довжина, см	8,22
Швидкість, км/г	217
Практична стеля, м	7620
Кут поля зору ІЧС, рад	0,875
Корисне навантаження	ТВ, Ф, ІЧ камера

а б в

Рис. 2. БПЛА MQ-1 Predator: а – зовнішній вигляд; б – залежність P(d); в – ТТХ

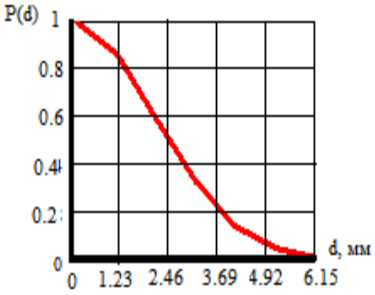


ТТХ БПЛА KZO

Розмах крила, м	3,42
Вага, кг	161
Довжина, см	2,28
Швидкість, км/г	220
Практична стеля, м	6350
Кут поля зору ІЧС, рад	1,875
Корисне навантаження	ТВ, Ф, ІЧ камера

а б в

Рис. 3. БПЛА KZO: а – зовнішній вигляд; б – залежність P(d); в – ТТХ



ТТХ БПЛА ТУ-141 «Стриж»

Розмах крила, м	3,88
Вага, кг	5370
Довжина, см	14,33
Швидкість, км/г	1110
Практична стеля, м	6000
Кут поля зору ІЧС, рад	0,73 , 1,46
Корисне навантаження	ТВ, Ф, ІЧ камера

а б в

Рис. 4. БПЛА ТУ-141 «Стриж»: а – зовнішній вигляд; б – залежність P(d), 60°; в – ТТХ

Аналіз даних, наведених на рис. 1 – 4, показує наступне. При максимальному значенні ймовірності розпізнавання – 0.8, відповідає найвище значення детальності інфрачервоної системи БПЛА ТУ-141 «Стриж», – 6,76 мм для 60 градусів, що серед систем які порівнюються є найкращим показником. А для 120 градусів детальність інфрачервоної системи БПЛА ТУ-141 «Стриж» складає 13,432 мм. Відповідно максимальна ймовірність розпізнавання БПЛА KZO – на 0.764 разів менше від попередньої системи. Найнижчим показником порівняних систем ймовірність розпізнавання ІЧС БПЛА MQ-1 Predator становить 0.4 , а детальність 0.98.

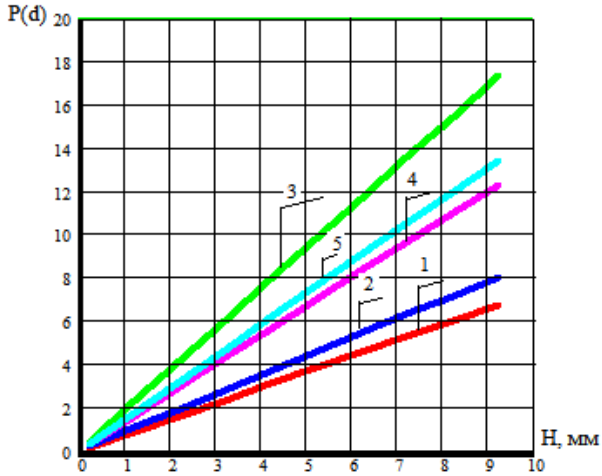


Рис 5. Залежність d(H): 1 – БПЛА ТУ-141 «Стриж» 60°, 2 –- БПЛА MQ-1 Predator, 3 – БПЛА KZO, 4 – БПЛА ТУ-141 «Стриж» 120 °, 5 – БПЛА CL-289

Висновки

Для цілей повітряного спостереження важливим показником являється імовірність визначення того чи іншого об'єкту. Цей показник залежить від детальності інфрачервоної системи, кута поля зору системи та висот застосування БПЛА на якій стоїть дана система. Імовірність визначення об'єкту має становити не нижче 0.8 на висоті 1000м. Проведений аналіз інфрачервоного обладнання БПЛА графо-аналітичним методом показав, що аналогові інфрачервоні системи перевищують по детальності сучасні інфрачервоні системи, які стоять на БПЛА CL-289, БПЛА KZO, БПЛА MQ-1 Predator на 0.848 разів, та дозволяють виконувати оперативні завдання окрім БПЛА MQ-1 Predator. Таким чином, малі габарити, легкість в експлуатації, швидка та зручна обробка інформації сучасних БПЛА поступаються різкісним властивостям щодо виявлення об'єктів інфрачервоній системі БПЛА ТУ-141 "Стриж". В подальшому необхідно провести дослідження, щодо оцінки БПЛА по їх загальним показникам ефективності та іншим (поперечне та повздовжнє захоплення місцевості, час ведення повітряного спостереження, масштаб отриманого зображення). Це дасть змогу порівнювати БПЛА в наступних випадках:

- при закупці нових БПЛА для прийняття на озброєння;
- перевірки інфрачервоне обладнання перед виконанням поставлених задач;
- при виборі БПЛА з його інфрачервоним обладнанням на конкретну задачу повітряного спостереження.

Список літератури

1. *Іващук Б.М. Розвідувальне обладнання літальних апаратів / Б.М. Іващук С.Ю. Маренич, С.І. Овчаренк . - К.:ХУПС, 2011. – 172 с.*
2. *Моисеев В.Л. Фотограмметрическая обработка и дешифрирование аэроснимков. Часть II / В.Л .Моисеев, М.А. Попов. – К.: КИВВС, 1992. – 336 с.*
3. *Ильин В. Беспилотные летательные аппараты: состояние и перспективы развития /, «Вестник Авиации и космонавтики» №6 2001. – 13-17 с.*
4. *Краснов А. Беспилотные летательные аппараты: от разведки к боевым действиям / А. Краснов, А. Путилин // ЗВО. – 2004. – № 5. – С. 15-29.*
5. *Воронин Е. Обеспечение сухопутных войск США оперативной информацией о местности / Е. Воронин, В. Кашин, Л. Яблонский //- ЗВО. – 2006. – № 14. – С. 22-37.*

Надійшла до редколегії 1.03.2013

Рецензент: д-р техн. наук, ст. наук. співр. Є.О. Українець, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФРАКРАСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННЫХ БПЛА

Б.Н. Иващук, Б.И. Касьян, Е.И. Амазастов, В.В. Михалко, В.Н. Дурач

В статье приводится сравнительный анализ результатов эффективности применения инфракрасного оборудования по резкостным характеристикам современных БПЛА для целей воздушного наблюдения.

Ключевые слова: *детальность, БПЛА, вероятность распознавания объектов, дистанционное зондирование Земли, воздушное наблюдение, угол поля зрения.*

EFFICACY OF INFRARED EQUIPMENT IN MODERN UAV

B.M. Ivaschuk, B.I. Kasyan, Y.I. Amazastov, V.V. Mihalko, V.M. Durach

The article reproduced comparative analysis of the effectiveness of infrared equipment in trenchancy characteristics of modern UAVs for aerial surveillance purposes.

Keywords: *detail, UAV, the probability of object recognition, remote sensing, aerial surveillance, field of view.*