

ОЦІНКА ДАЛЬНОСТЕЙ ВИЯВЛЕННЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ БПЛА В ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОМУ КАНАЛІ

Тимченко Г.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua

In this paper we consider the optoelectronic channel for detecting UAVs in visible wavelength range. The aim of the work is to estimate the range of the system limited by size of UAV image on the matrix converter. To determine the maximum range of detection, recognition and identification of UAVs, we use the Johnson test. It determines at what distance the critical size of the object in the plane of the matrix will be equal to the required number of sensitive elements. The obtained graphs of the maximum range of detection, recognition and identification of UAVs depending on the focal length of the optical system.

В даній роботі розглядається оптико-електронний канал виявлення БПЛА у видимому діапазоні хвиль [1, 2]. Метою роботи є оцінка дальності дії системи, обмеженої розміром зображення БПЛА на матричному перетворювачі. Для визначення максимальної дальності виявлення, розпізнавання та ідентифікації БПЛА скористаємося критерієм Джонсона. Він встановлює, на якій дальності критичний розмір об'єкта в площині матриці дорівнюватиме потрібній кількості чутливих елементів (табл.1).

Табл. 1

Задача-Об'єкт	Людина	БПЛА
Виявлення	4x1 пікс.	2x2 пікс.
Розпізнавання	15x4 пікс.	8x8 пікс.
Ідентифікація	29x8 пікс.	16x16 пікс.

При складанні табл. 1 вважалось що пропорції зображення малого БПЛА становлять 1:1, звідси і розраховані розміри зображення для різних задач.

Площа об'єкта в межах поля зору системи на площині матричного перетворювача визначається за формулою

$$S_{ab} = \frac{S_{AB} \cdot f^2}{l}, \quad (1)$$

де f – фокусна відстань об'єктива, l – дальність спостереження або вимірювання, S_{AB} – площа проекції об'єкта спостереження на матрицю.

Кількість елементів матричного перетворювача, що приймають і фіксують світлове випромінювання від об'єкта

$$N_{el} = \frac{S_{ab}}{S_{el}}, \quad (2)$$

де S_{ab} – розмір об'єкта на чутливій площині матричного перетворювача, S_{el} – розмір одного чутливого елемента матриці.

Значення $N_{ел}$, розраховані за формулами (1–2) для малогабаритних БПЛА площею 0,1, 0,25 і 0,5 м², показані на рис. 1. Фокусна відстань $f=100$ мм, розрешення матриці – 1920x1080 пікселів.

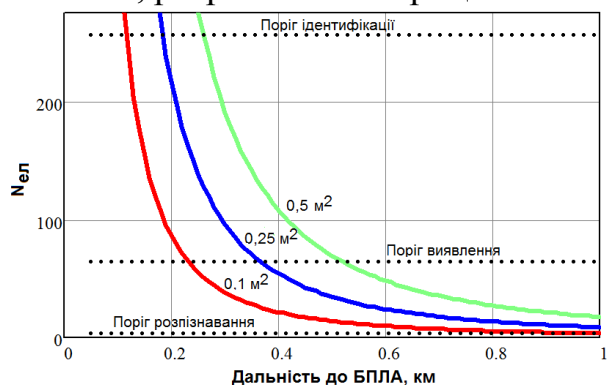


Рис.1

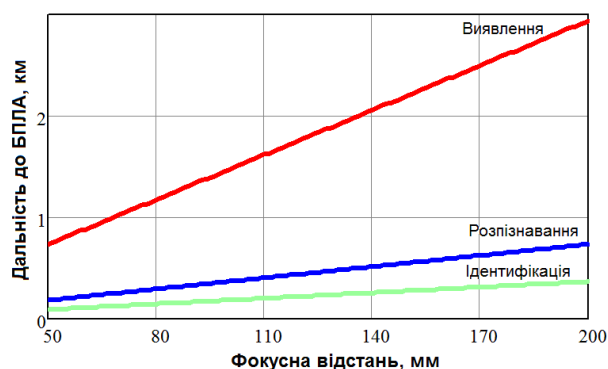


Рис.2

Максимальну дальність виявлення, розпізнавання і ідентифікації малих БПЛА з врахуванням кількості елементів його зображення на матричному перетворювачі можна розрахувати за формулою:

$$l = f \sqrt{\frac{S_{AB}}{S_{ел} N}}. \quad (3)$$

На рис. 2 показані графіки максимальної дальності виявлення, розпізнавання і ідентифікації БПЛА в залежності від фокусної відстані оптичної системи для площі об'єкта 0,25 м².

Для фокусних відстаней від 50 до 200 мм максимальна відстань виявлення малороз-мірного БПЛА DJI Phantom 3 з площею 0,1 м² (33x30 см) становить від 0,5 км до 1,8 км, розпізнавання – від 120 м до 460 м, ідентифікації – від 60 м до 240 м. При площі об'єкта 0,5 м² (70 см x 70 см) дальність виявлення становить від 1 км до 4 км, розпізнавання – від 260 м до 1 км, ідентифікації – від 130 м до 520 м. Використані розрахункові формули дають нижній результат оцінки максимальної дальності виявлення, розпізнавання або ідентифікації БПЛА.

Перелік джерел:

1. И.В. Корытцев, С.А. Шейко, В.М. Карташов, О.В. Зубков, В.Н. Олейников, С.И. Бабкин, И.С. Селезнев. Обработка сигналов при пеленгации и определении дальности до малоразмерных БПЛА в оптическом и инфракрасном диапазонах // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 202. – С. 125 – 134.

2. В.М. Карташов, В.Н. Олейников, М.М. Колендовская, Л.П. Тимошенко, Н.В. Рыбников, А.И. Капуста. Комплексирование изображений при обнаружении беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 201. – С. 120 – 129.