

УДК 623.746:355.404.4

Костянтин СПОРИШЕВ,
кандидат технічних наук, доцент,
Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

Андрій Д'ЯКОВ,
кандидат технічних наук,
Національна академія Сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

Олексій ЛУНЬОВ,
Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО ПІДРАХУНКУ КІЛЬКОСТІ УЧАСНИКІВ МАСОВИХ ЗАВОРУШЕНЬ ЗА АЕРОФОТОЗНІМКАМИ

Задача визначення кількісного складу учасників масових заворушень сьогодні вирішується з великими похибками, без врахування оперативності і носить суб'єктивну оцінку. У статті запропоновано метод, заснований на підрахунку кількості пікселей аерофотозображення, зробленого з використанням безпілотного літального апарату, учасників масових заворушень і фонового зображення. Похибка становить менше 10 %.

Ключові слова: масові заворушення, методи підрахунку кількості учасників масових заворушень, безпілотні літальні апарати.

Постановка проблеми у загальному вигляді. При проведенні спеціальної операції з припинення масових заворушень потоки інформації © Спорішев К., Д'яков А., Луньов О.

ції набувають значного обсягу, інформація змінюється швидше, а час її оброблення існуючими методами та засобами збільшується. При цьому час, що є в наявності в органі управління на підготовку пропозицій для формування замислу та плану спеціальної операції, – обмежений.

Виникає протиріччя між поширенням потреб оперативного урахування значної кількості факторів, що характеризують розвиток подій, та обмеженими можливостями одержання і оброблення необхідної для цього інформації при існуючих методах розвідки. На сьогодні підрахунок кількості учасників масових заворушень при проведенні спеціальної операції з припинення масових заворушень проводиться групою розвідки (підрахунок кількості рядків та колон спостерігачем). Існуюча методика має невисоку точність, не відповідає вимогам оперативності та носить суб'єктивну оцінку.

Візуальні оцінки кількості учасників масових заходів спостерігачами, за оцінками фахівців, можуть дати спотворення реальних даних до 10 разів. Особливо, якщо візуальна оцінка робиться в горизонтальній площині, тому як при такому погляді натопв здається суцільною масою, в якій люди щільно стоять один до одного. Чим вище піднімається точка огляду, тим більше об'єктивною стає оцінка, оскільки при погляді зверху під кутом 90 градусів стає видно відстань між людьми і мало заповнені ділянки [1].

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) при проведенні розвідки в спеціальній операції з припинення масових заворушень дозволить підвищити точність та оперативність розвідки за рахунок використання нової методики обробки аерофотознімків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми та на які опираються автори. Загалом, оцінці кількості людей у скупченнях в літературі приділяється багато уваги, так, у [2, 3] розглядається декілька методів, кожний з яких не відповідає вимогам оперативності, точності, а також вказаними методами характерні специфічні вимоги до апаратної складової.

Аналіз літератури дозволив визначити, що інформація не завжди задовольняє вимоги оперативності, повноти та достовірності для при-

йняття рішень [4]. Тому підвищення якості та швидкості прийняття рішення командиром військової частини НГУ на спеціальну операцію з ліквідації масових заворушень доцільно здійснювати шляхом застосування розвідувальних безпілотних авіаційних комплексів (БАК), які за встановлений час збирають інформацію, передають без викривлення, з достатньою достовірністю.

Досвід по застосуванню БПЛА при проведенні спеціальних операцій силами поліцейських підрозділів провідних країн світу [5] вказує на доцільність їх використання у вітчизняній практиці.

Мета статті. Розробка методу автоматизованого підрахунку кількості учасників масових заворушень за аерофотознімками, отриманими від БПЛА при проведенні розвідки під час спеціальної операції з припинення масових заворушень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Найбільш відомий метод підрахунку учасників масових заворушень у натовпі – це метод Джекобса (Jacobs Crowd Formula). Цей метод дозволяє зменшити похибку при підрахунку учасників масових заворушень до 30 %.

Метод дозволяє підрахувати кількість людей в декількох квадратах, потім примножити їх на загальну кількість квадратів і дізнатись загальну кількість. Метод Джекобса встановив правила визначення щільності натовпу. Найбільш часто застосовується класифікації “рідкісний натовп” – це коли одна людина у середньому займає приблизно 1 м², “впритул натовп” – на одному метрі у середньому вміщуються 2,5 людини і дуже щільний натовп (стовпотворіння), коли на одному квадратному метрі у середньому розташовуються близько 4,3 чоловіка. Практично при масових заворушеннях (на мітингах) ніколи не буває, щоб увесь натовп стояв щільно пліч-о-пліч, таке зазвичай відбувається в перших рядах біля трибун, або при русі в голові колони, інші частини площі завжди заповнюються вкрай не рівномірно і, в міру віддалення від трибуни, натовп розряджається.

Отже, знаючи площу місця мітингу і оцінивши приблизну щільність натовпу, можна визначити кількість учасників акції [1]. Приклад розрахунку кількості учасників акції наведено на рис. 1.

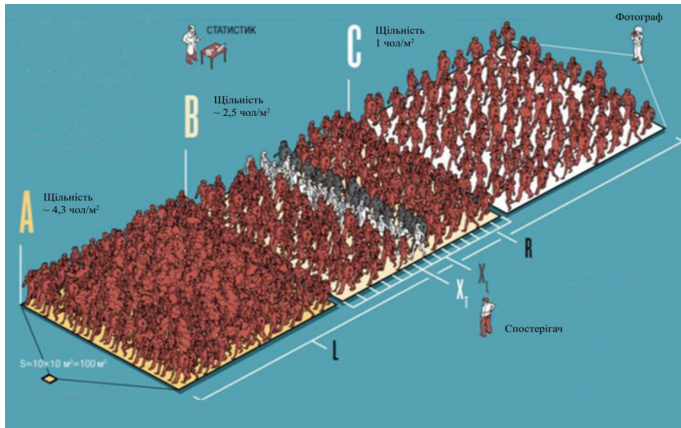


Рис. 1. Розрахунок кількості учасників акції за методом Джекобса

Визначення кількості учасників масових заворушень можливо за фотографією. На фотографію накладається сітка комірок, в яких визначається щільність натовпу. Недоліком цього методу є необхідність мати фотографію під прямим кутом. Приклад наведено на рис. 2.

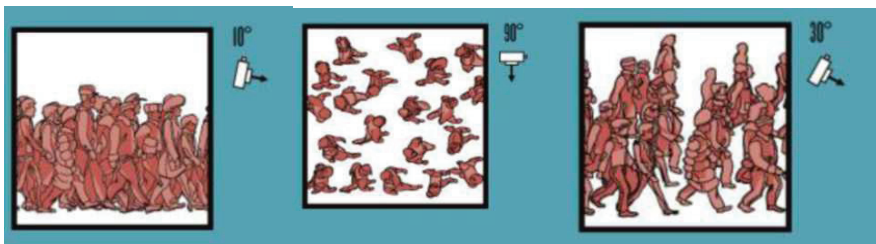


Рис. 2. Приклад визначення кількості учасників акції за фотографією

Силам Національної гвардії України, які задіяні в припиненні масових заворушень, необхідно мати точну інформацію про кількість учасників масових заворушень у натовпі.

Для вирішення цієї задачі пропонується використовувати БПЛА, з борту яких ведеться аерофотозйомка. За допомогою розробленого методу, за отриманими знімками, проводиться розрахунок кількості учасників масових заворушень.

На рис. 3 наведено алгоритм підрахунку кількості учасників масових заворушень за аерофотознімками.

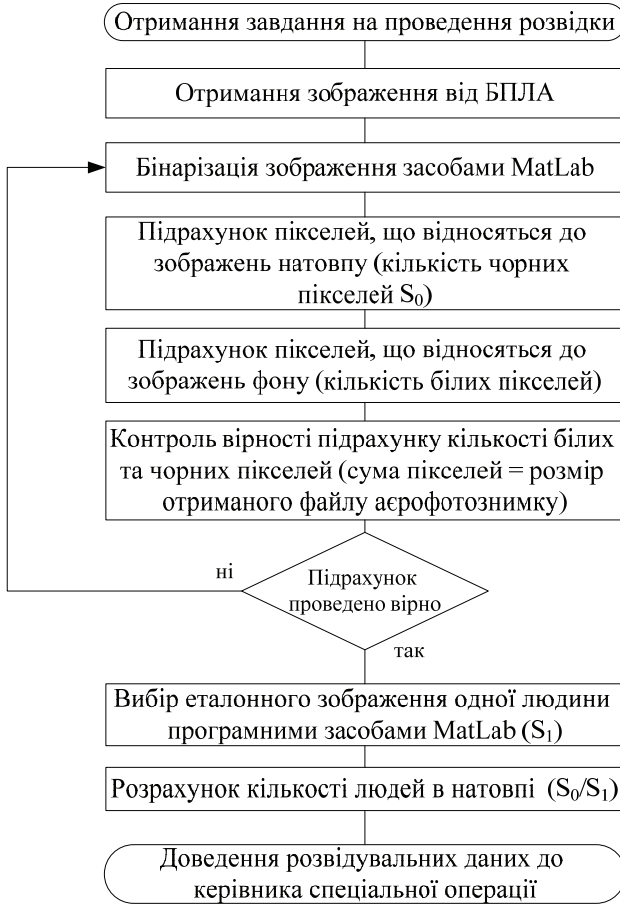


Рис. 3. Алгоритм підрахунку кількості учасників масових заворушень за аерофотознімками

На рис. 4 наведено похідний файл, отриманий з борту БПЛА. Сутність методу підрахунку кількості учасників масових заворушень полягає у виявленні співвідношення між загальною кількістю піксе-

лей, які мають чорний колір (на зображенні це учасники масових заворушень), та середньою кількістю пікселів, що відносяться до одного учасника масових заворушень.

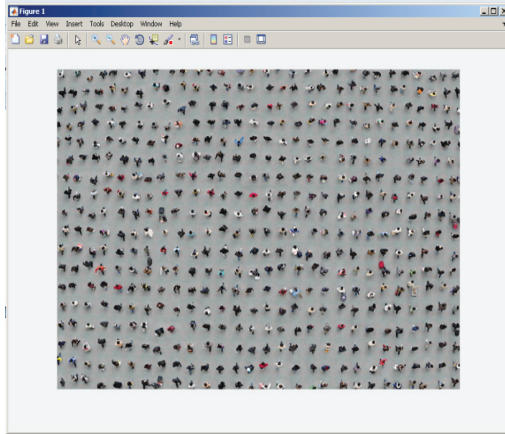


Рис. 4. Похідний файл для підрахунку учасників масових заворушень, отриманий з борту БПЛА

На першому етапі проводиться бінарізація отриманого зображення, яка необхідна для отримання двокольорового зображення [6; 7]. Це дозволяє перейти до роботи з одиначною матрицею зображення, де 1 – це пікселі з кольором 255, а 0 – з кольором 0.

Бінарізація дозволяє відокремити фон. За результатами бінарізації за рівнями 0,3; 0,5; 0,7 отримуємо зображення (рис. 5).

Після бінарізації зображення проводиться вибір найкращого отриманого зображення за критерієм максимуму оптичного контрасту.

Найкраще зображення за рівнем бінарізації у даному випадку – 0,5.

Наступним кроком є підрахунок засобами пакету MatLab кількості чорних пікселів [8].

Лістинг програми наведено нижче.

```
I = imread('E:\3.2\5.jpg');
imshow(I);
BW=im2bw(I, 0.5);
```

```
figure, imshow(BW);
figure, imhist(BW);
white = sum(I(:)); % кількість білих пікселей
black = sum(~I(:)); % кількість чорних пікселей
```

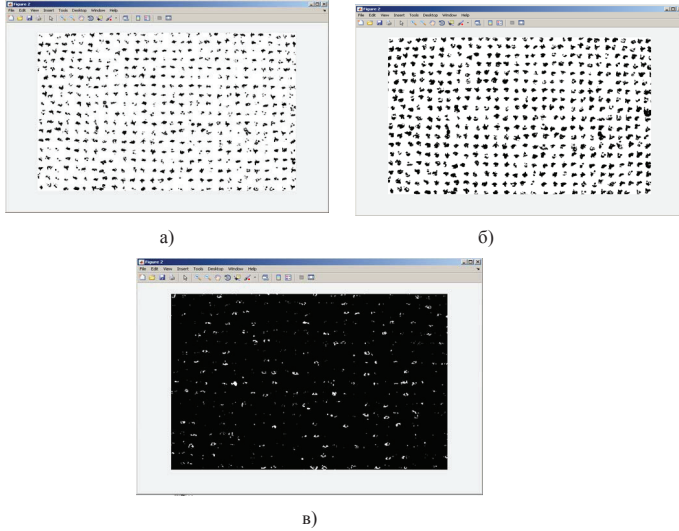


Рис. 5. Рівні бінарізації:
а) 0,3; б) 0,5; в) 0,7

На рис. 6 наведений результат виконання програмного блоку.

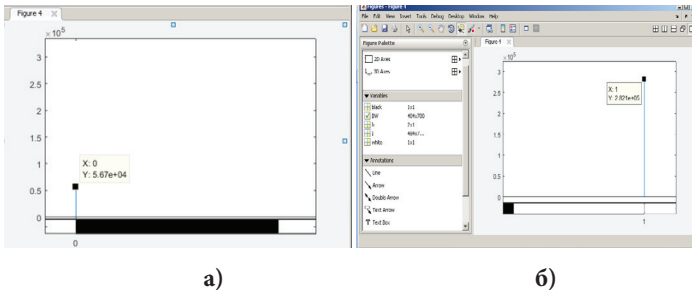


Рис. 6. Результат підрахунку пікселів:
а) чорних (5,67·10⁴); б) білих (2,821·10⁵)

Засобами пакету MatLab визначається середній розмір груп чорних пікселей (визначення еталонної площини однієї людини S_1):

```
BW=im2bw(I, 0.5);
graindata = regionprops(BW);
mean([graindata.Area]);
ans=1.1105e+02
```

Кількість учасників масових заворушень підраховується за виразом:

$$N = \frac{S_0}{S_1}, \quad (1)$$

де S_0 – кількість пікселей, що відносяться до зображення натовпу; S_1 – кількість пікселей в еталонному зображенні однієї людини.

У нашому випадку $S_0 = 5,67 \cdot 10^4$, $S_1 = 1,1105 \cdot 10^2$.

У цьому разі вираз (1) має вигляд

$$N = \frac{S_0}{S_1} = \frac{5,67 \cdot 10^4}{1,1105 \cdot 10^2} = 510,8. \quad (2)$$

Результат округляється до цілого числа. За підрахунком кількості учасників масових заходів по аерофотознімку отримано:

за методом Джекобса – 486 учасників;

розробленим методом – 511 учасників;

у результаті ручного підрахунку окремих одиниць зображення людей – 512 учасників.

У таблиці наведені результати оцінки похибок методів.

Оцінка похибок методів підрахунку кількості учасників МЗ

| № з/п | Методи підрахунку кількості учасників МЗ | Результат підрахунку | Похибка, % | Час на підрахунок, хв |
|-------|--|----------------------|------------|-----------------------|
| 1 | Ручний | 512 | - | 7 |
| 2 | Джекобса | 486 | 5,08 | 3 |
| 3 | Розроблений | 510,8 | 1,24 | 0,5 |

При збільшенні кількості учасників масових заворушень більше 1 000 – ручний підрахунок втрачає сенс. При збільшенні учасників розроблений метод не збільшується за часом.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Розроблений метод автоматизованого підрахунку учасників масових заворушень за аерофотознімками, який ґрунтується на бінарізації зображення, що зроблено за допомогою БПЛА з наступним визначенням кількості пікселей, що відносяться до зображення натовпу, вибору еталонного зображення однієї людини та розрахунку кількості задіяних учасників, дозволив підвищити достовірність отриманих даних, скоротити час на підрахунок кількості учасників масових заворушень від 6 до 14 разів, що надає можливість обґрунтовано прийняти рішення на застосування кількості сил та засобів, що виділяються підрозділами силових структур України при спеціальній операції.

Використання методу автоматизованого підрахунку учасників масових заворушень за аерофотознімками дозволить при наявному обладнанні БПЛА частин Національної гвардії України, інших військових формувань без суттєвих додаткових матеріальних витрат скоротити час на обробку розвідувальних даних, підвищить їх достовірність.

Основними напрямками подальшого розвитку є дослідження питань автоматизації розпізнавання зображень, відокремлення хибних об'єктів, ранжування об'єктів за пріоритетом.

Список використаної літератури

1. Аналитический форум. Как определить сколько людей на определенном участке. URL: <https://nistru.net/threads/kak-opredelit-skolko-ljudej-na-opredelennom-uchastke.8345>
2. Коробков А. Эффект толпы или детектирование людей в городе. *Системы безопасности*. 2014. Вып. № 1. С. 128–130.
3. Коробков А. Методы программного подсчета людей в очереди. *Системы безопасности*. URL: <http://www.techportal.ru/212040>
4. Теорія підготовки й прийняття рішень органами військового управління : моногр. / Г. А. Дробаха, В. І. Ткаченко, Є. Б. Смірнов та ін. Харків : ХУПС, 2008. 545 с.
5. Митюшин Д. А. Опыт применения беспилотных комплексов и систем в деятельности полиции зарубежных стран. *Электронный журнал "Специальная техника"*. URL: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=987&lvl=09.&p=1>

6. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов / пер. с англ. Гуревич И. Б. Москва : “Мир”, 1978.

7. Методи бінарзації зображень. URL: <https://studfiles.net/preview/6231232/page:2>

8. Image Processing Toolbox – Обработка сигналов изображений URL: <http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/index.ph>

Спорышев К., Дьяков А., Лунев А. Метод автоматизированного подсчета количества участников массовых беспорядков по аэрофотоснимкам

Задача определения количественного состава участников массовых беспорядков сегодня решается с большими погрешностями, без учета оперативности и носят субъективную оценку. В статье предложен метод, основанный на подсчете количества пикселей на сделанном с использованием беспилотного летательного аппарата аэрофотоснимке участников массовых беспорядков и фонового изображения. Погрешность составляет менее 10 %.

Ключевые слова: массовые беспорядки, методы подсчета количества участников массовых беспорядков, беспилотные летательные аппараты.

Sporyshev K., Diakov A., Lunev O. The Method of Automated Recalculation of the Number of Participants in Riots with Aerophotos

When conducting a special operation to handle riots, information flows are of a significant amount, information changes faster, and its processing time increases with the existing methods and means. At the same time, the time available to the commanding authorities for the preparation of proposals for the intent and plan for a special operation is limited. There is a contradiction between the distribution of the needs of the operational accounting of a significant number of factors characterizing the development of events and the limited possibilities of obtaining and processing the necessary information for this under existing methods of intelligence.

Analysis of the known methods for calculating participants in mass disorders, such as the Jacobs method or counting the number of rows and columns by an observer, has low accuracy, does not meet the requirements of efficiency and is a subjective assessment.

A method of automated calculation of the number of participants of handle riots by aerophotos from unmanned aerial vehicles during reconnaissance during a special operation is offered. The method is based on pixel counting of aerophotographs of participants in mass events and the background image. A comparative assessment of the errors in counting the number of participants in mass riots has been carried out. The developed method of automated calculation of participants in the riots with aerophotos allowed to increase the reliability of the data, reduced the time to calculate the number of participants in the riots by 14 times. This makes it possible to objectively determine the number of forces and resources, a unit of the security forces in a special operation.

The use of the method of automated counting of participants in mass riots with aerial photography, made with the help of unmanned aerial vehicles (UAVs) can reduce data processing time and increase their reliability without significant additional costs. In the course of calculation MatLab software is used.

Keywords: *handle riots, a method of calculation of the number of participants of mass handle, unmanned aerial vehicles.*