

УДК 355.69



В. В. Єманов



С. В. Бєлай



К. О. Споришев

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ ПІДРОЗДІЛІВ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

Проведено аналіз існуючих методик оцінювання ефективності функціонування системи технічної розвідки Національної гвардії України. Запропонований інформаційно-аналітичний метод підвищення ефективності технічної розвідки підрозділів технічного забезпечення на основі використання методів технічного зору. Доведено доцільність застосування безпілотних літальних апаратів з метою зменшення часу на пошук пошкодженої автобронетанкової техніки.

К л ю ч о в і с л о в а: технічна розвідка підрозділів технічного забезпечення, інформаційно-аналітичне забезпечення, безпілотні літальні апарати, методи технічного зору, автобронетанкова техніка.

Постановка проблеми. Підвищити ефективність процесу відновлення озброєння та військової техніки (ОВТ) можливо за умови достатньої ефективності функціонування всіх елементів системи і заходів відновлення, насамперед технічної розвідки, евакуації та ремонту. Для своєчасного відновлення автобронетанкової техніки, що вийшла з ладу, і прийняття рішення на використання ремонтно-евакуаційних засобів необхідна своєчасна інформація про райони зосередження ремонтного фонду і обсяги робіт з її відновлення, яку збирає технічна розвідка. Існуюча структура ремонтно-відновлювальних органів не передбачає підрозділів технічної розвідки, але при підготовці та в ході бойових дій створюються нештатні органи технічної розвідки. Основним методом технічної розвідки є розвідка «на себе» з максимальним використанням можливостей розвідувальних підрозділів та включенням до їх складу, за необхідності, спеціалістів технічної частини. Ремонтно-евакуаційні групи та ремонтні групи, замикання похідних колон, евакуаційні команди ведуть технічну розвідку в обсягах, необхідних для виконання своїх основних завдань. Своєчасне виявлення застряглих (затоплених) машин, визначення характеру пошкоджень техніки забезпечують більш ефективне використання виробничих можливостей ремонтно-відновлювальних підрозділів і зменшують час простою автобронетанкової техніки в очікуванні евакуації та ремонту. Крім того, на успішне виконання завдань системою відновлення суттєво впливає оперативність передавання інформації від органів технічної розвідки до заступника командира з озброєння угруповання.

Для підвищення ефективності технічної розвідки (ТхР) і організації відновлення в цілому необхідне визначення в найкоротший термін технічного стану ОВТ. Проведений аналіз показав, що важливим показником технічної розвідки є час на пошук пошкодженої автобронетанкової техніки та визначення її стану. Скорочення часу на пошук пошкодженої автобронетанкової техніки дозволить підвищити ефективність проведення технічної розвідки.

Потребує уваги і той факт, що підрозділи, які проводять технічну розвідку та евакуацію автобронетанкової техніки, можуть знаходитися під обстрілами противника, отже, скорочення часу дозволить збільшити безпеку особового складу органів евакуації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Можливості підрозділів технічного забезпечення з технічної розвідки детально розглянуті у праці [1], у якій наведені оперативні розрахунки завдань технічного забезпечення. У статті [2] розглянуті питання ефективності системи відновлення озброєння та військової техніки. Питання застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) досліджувалися у багатьох працях [3–6]. Застосування БПЛА для проведення технічної розвідки

розглянуто у статті [2], де пошук пошкоджених зразків техніки трактується як імовірнісні характеристики виявлення пошкоджених зразків техніки та інтенсивність виявлення об'єкта за дальністю. Але щоб виявити об'єкт, потрібно його ідентифікувати, а це питання не розглянуто. Методи технічного зору досліджені у працях [3–6], розпізнавання образів військової техніки з метою їх вогневого ураження – у працях [8, 9]. У Російській Федерації проводяться дослідження, які дозволяють БПЛА в автоматичному режимі ідентифікувати техніку країн НАТО на полі бою, та створювати на борту БПЛА цифрову карту розташування позицій [7]. Все це підтверджує актуальність та перспективність розвитку систем моніторингу технічного стану ОВТ.

Мета статті – удосконалення методу підвищення ефективності технічної розвідки, яку проводять технічні підрозділи угруповання Національної гвардії України, шляхом застосування БПЛА для пошуку автобронетанкової техніки, що вийшла з ладу (пошкоджена), та її розпізнавання методами технічного зору.

Виклад основного матеріалу. Розрахунок можливостей підрозділів технічного забезпечення з технічної розвідки наразі проводиться таким чином [1]. Кількість пошкоджених зразків ОВТ, які будуть розвідані органом ТхР з урахуванням часових показників, залежить від часу переміщення до пошкодженого зразка ОВТ, часу визначення його технічного стану та часу прийняття рішення на його відновлення. Можливості органів ТхР під час ведення бойових дій визначають на підставі відношення загального часу роботи органу ТхР (без урахування часу на переміщення) до часу на визначення пошкодження та прийняття рішення по одному пошкодженому зразку ОВТ.

Кількість пошкоджених зразків ОВТ, яку може розвідати рухомий орган ТхР, визначається [1] за формулою

$$N_{\text{ТхРп}} = \frac{t_{\text{ТхР}}}{T_{\text{ТхРп}}}, \quad (1)$$

де $t_{\text{ТхР}}$ – час ведення ТхР без урахування часу на переміщення, год;

$T_{\text{ТхРп}}$ – час, потрібний рухомому органу ТхР для виконання заходів щодо ТхР по одному пошкодженому зразку ОВТ, год.

Час, потрібний рухомому органу ТхР для виконання заходів щодо ТхР одного пошкодженого зразка ОВТ, визначається за формулою

$$T_{\text{ТхРп}} = t_{\text{оц.}} + t_{\text{п.р.}}, \quad (2)$$

де $t_{\text{оц.}}$ – час оцінювання;

$t_{\text{п.р.}}$ – час на прийняття рішення.

Час ведення ТхР без урахування часу на переміщення визначається за виразом

$$t_{\text{ТхР}} = T_{\text{в.з.}} - t_{\text{рух.}} \quad (3)$$

де $T_{\text{в.з.}}$ – час перебування (виконання завдань) рухомого органу ТхР у визначеній смузі, год;

$t_{\text{рух.}}$ – час переміщення рухомого органу.

Значення часу перебування (виконання завдань) рухомого органу ТхР у визначеній смузі розраховують, виходячи з того, що рухомий орган ТхР прибуває на визначений рубіж безпосередньо за підрозділами, в інтересах яких він діє. Значення $T_{\text{в.з.}}$ визначається за формулою

$$T_{\text{в.з.}} = \frac{l}{V_{\text{наст}}}, \quad (4)$$

де l – глибина смуги дій рухомого органу ТхР, км;

$V_{\text{наст}}$ – темп ведення наступу механізованим (танковим) підрозділом, км/год.

Темп ведення наступу механізованим (танковим) підрозділом становить:

- для прориву головної смуги оборони (дії з прочісування місцевості) від 1 км/год до 1,5 км/год;
- для подолання міжпозиційного простору від 3 км/год до 4 км/год;
- для ведення зустрічного бою від 6 км/год до 8 км/год.

Час, який витрачає рухомий орган ТхР на переміщення у визначеній смугі, розраховується [1] за виразом

$$t_{\text{рух}} = \frac{L}{V_{\text{пер}}}, \quad (5)$$

де L – довжина маршруту руху органу ТхР у визначеній смугі, км;

$V_{\text{пер}}$ – швидкість переміщення органу ТхР під час виконання завдань з ТхР, км/год.

Довжина маршруту руху органу ТхР визначається так:

$$L = \left[\frac{1}{d} \cdot \sqrt{D^2 + (\text{Ш} - 2D)^2} \right] \cdot K, \quad (6)$$

де D – дальність спостереження на місцевості, км;

Ш – ширина смуги дій рухомого органу ТхР, км;

K – коефіцієнт маневру.

Значення середньої швидкості пересування органу ТхР $V_{\text{пер}}$ залежить від типу засобу пересування, який входить до складу органу ТхР, умов місцевості, впливу їх на переміщення органу ТхР та темпу просування підрозділів НГУ під час ведення наступального бою. Аналіз показників темпу наступу механізованого (танкового) підрозділу у розглянутих видах бойових дій та досвіду виконання завдань ТхР у збройних конфліктах кінця минулого – початку нинішнього століття дає змогу визначити значення $V_{\text{пер}}$ у межах від 15 км/год до 20 км/год.

У таблиці 1 наведено тактико-технічні характеристики існуючих БПЛА мультикоптерного типу.

Таблиця 1 – ТТХ існуючих БПЛА мультикоптерного типу [2, 6, 7]

Назва	Дальність польоту, м	Швидкість, км/год	Час польоту, хв	Кількість пікселів камери, Мп	ГЧ датчик	СПЗ
DJI Mavic Pro	4000	90	27	12	+	+
DJI Inspire 2	7000	108	27	20,8	-	+
DJI Mavic 2	8000	94	31	12	-	+
Autel Robotics	7000	72	30	12	-	+
DJI Matrice	7000	82,8	38	12	-	+

Проведений порівняльний аналіз існуючих значень середньої швидкості пересування органу ТхР та швидкості пересування БПЛА показав, що БПЛА пересувається у середньому в 3-4 рази швидше. Тобто розвідка проводиться в 3 рази швидше. В таблиці 2 наведені розрахункові дані залежності площі огляду від висоти польоту БПЛА мультикоптерного типу для кутів зору 30°, 40° та 60°.

Таблиця 2 – Площа огляду БПЛА для різних висот польоту та кутів

Висота польоту, м	Площа огляду, м ²		
	$\alpha=30^\circ$	$\alpha=40^\circ$	$\alpha=60^\circ$
100	$4 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^6$
200	$2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^7$
300	$4 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^7$
500	$1 \cdot 10^6$	$9 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^7$

Пошук техніки органами ТхР на сьогоднішній день проводиться візуально, на відкритій місцевості. Площа, яку оглядають, складає близько 2 км². Застосування БПЛА дозволить збільшити площу пошуку до 25 км² (висота 300 м, кут огляду 60°). Залежність площі огляду від висоти наведена на рис. 1.

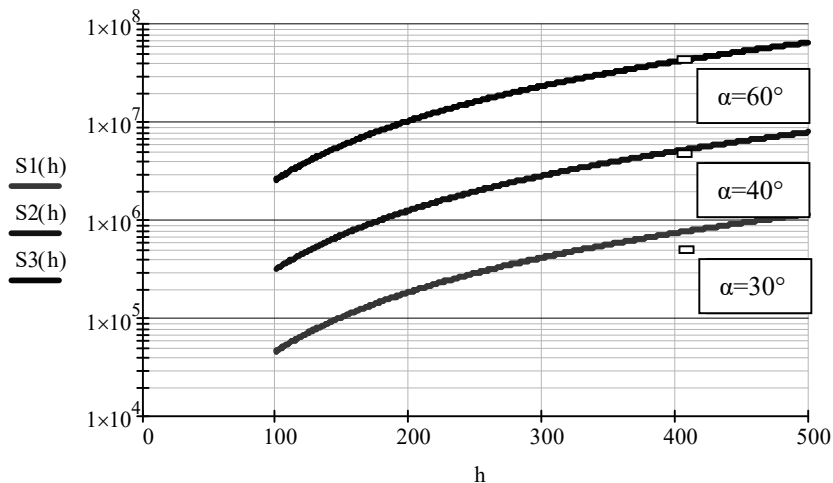


Рисунок 1 – Залежність площі огляду БПЛА від висоти польоту для різних кутів огляду

Удосконалена методика визначення можливостей технічної розвідки пошкоджених зразків ОБТ у ході бойових дій за допомогою кількісних показників, наведена у статті [4], дає можливість обґрунтувати переваги комплексного способу ведення розвідки, порівнюючи зі звичайним, а саме: збільшується ефективність ведення технічної розвідки (з 0,5 до 0,8) за той самий час ведення розвідки; зменшується час на оперативне прийняття рішення з евакуації того чи іншого пошкодженого зразка ОБТ; зменшується витрата пально-мастильних матеріалів на виконання завдань.

За наявних переваг застосування БПЛА існують проблеми, які виникають під час пошуку пошкодженої автобронетанкової техніки. Постають питання про доцільну висоту польоту БПЛА, на якій можливе розпізнавання образу пошкодженої автобронетанкової техніки, та про необхідну кількість пікселів для достовірного розпізнавання. Задачею є достовірна ідентифікація об'єкта спостереження як зразка пошкодженої автобронетанкової техніки та виявлення ступеня його пошкодження. На рис. 2 наведений приклад визначення місця розташування пошкодженої автобронетанкової техніки.



Рисунок 2 – Приклад визначення місця розташування пошкодженої техніки

Як видно з рисунка, достатньо важко за зображенням встановити тип техніки та наявні пошкодження.

У табл. 3 наведені нормативні вимоги до ідентифікації, розпізнавання та виявлення об'єктів [3], це є межі значень роздільної здатності, зменшення яких призведе до невиконання експлуатаційних вимог.

Таблиця 3 – Існуючі нормативні вимоги до ідентифікації, розпізнавання та виявлення об'єкта спостереження

Експлуатаційні вимоги	Кількість пікселів по горизонталі для об'єкта, п/об'єкт	п/м ²
Ідентифікація за несприятливих умов	80	500
Ідентифікація за сприятливих умов	40	250
Розпізнавання	20	125
Виявлення	4	25

Залежність між нормативною роздільною здатністю та характеристиками польоту БПЛА і фотокамери визначають за формулою

$$r \leq \frac{M}{2 \cdot \pi \cdot (h \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2}, \quad (7)$$

де M – кількість пікселів у матриці камери спостереження, 10^6 п;

h – висота польоту БПЛА, м;

r – нормативна роздільна здатність, п/м².

Пропонується проводити розпізнавання образів пошкодженої автобронетанкової техніки методами технічного зору. На рис. 4 подана загальна схема побудови системи розпізнавання.

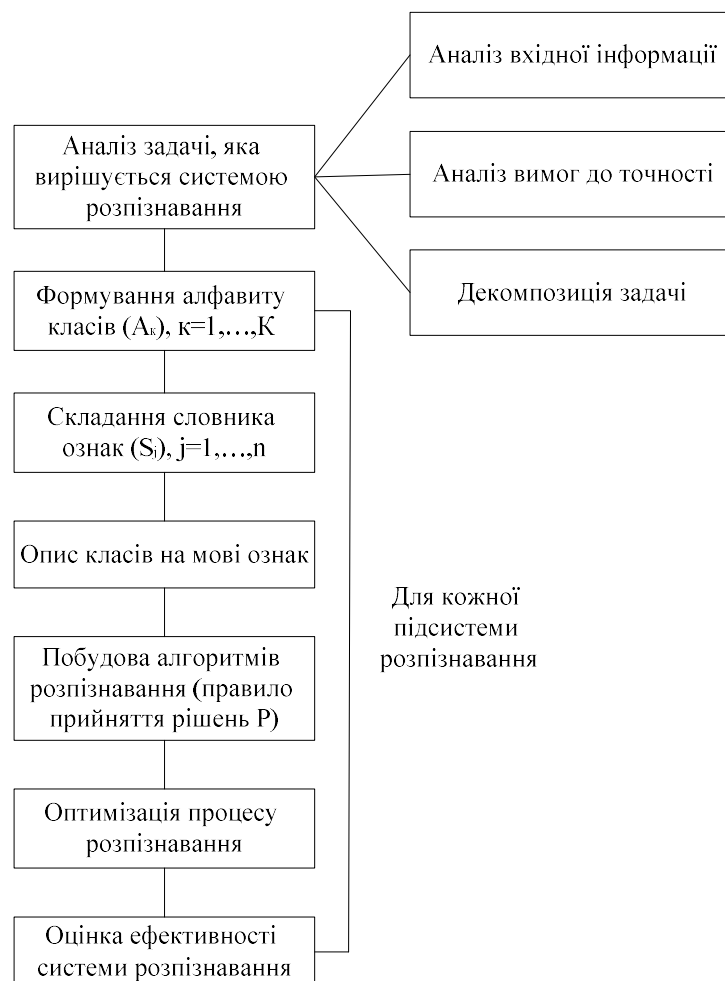


Рисунок 4 – Загальна схема побудови системи розпізнавання

Проведений аналіз методів розпізнавання образів показав, що методи, засновані на порівнянні з еталонним зображенням, потребують великої кількості еталонів та мають незадовільний час розпізнавання, використовуються при розпізнаванні текстур та виділення об'єктів певної форми, найбільш прості в реалізації. Принцип кластеризації (таксономії) широко застосовується в прикладних напрямках для оброблення кількісних даних, зокрема в системах комп'ютерного аналізу багатозональних та спектрально-зональних аерокосмічних зображень (класифікація за спектральними ознаками) [8, 9]. Найбільш перспективними системами розпізнавання образів є системи, побудовані на основі нейронних мереж [10].

Актуальність досліджень підтверджується тим, що збройні сили Росії проводять аналогічні дослідження, БПЛА отримують цифровий каталог, за допомогою якого зможуть в автоматичному режимі розпізнавати автобронетанкову техніку. Це дозволить ідентифікувати техніку на полі бою та створювати цифрові карти її розташування [11].

Висновки

Швидкоплинність та масштабність сучасних бойових дій висувають підвищені вимоги до системи ТхР, яка за існуючими можливостями не в повному обсязі ним відповідає, а саме за оперативністю виконання зростаючої кількості завдань.

Застосування БПЛА з метою зменшення часу на пошук пошкодженої автобронетанкової техніки дозволить скоротити час на оперативне прийняття рішення з евакуації пошкодженого зразка ОБТ, зменшити витрати пально-мастильних матеріалів на виконання завдань, підвищити безпеку евакуаційних груп. Використання методів розпізнавання образів з метою виявлення ступеня пошкодження ОБТ дозволить скоротити час на проведення евакуації та час на прийняття рішення з евакуації.

Питання розпізнавання образів ОБТ для проведення розвідки, евакуації пошкодженої автобронетанкової техніки, вогневого ураження ворожої техніки є перспективними, а випробування роботизованих військових систем на полі бою сьогодні вже є дійсністю.

Напрями подальших наукових досліджень будуть спрямовані на вивчення питань удосконалення інформаційно-аналітичного забезпечення переміщення бойових колісних машин Національної гвардії України під час виконання частинами та підрозділами завдань за призначенням.

Перелік джерел посилання

1. Оперативні розрахунки завдань технічного забезпечення (методика та приклади) : навч. посіб. / Дачковський В. О., Овчаренко І. В., Ярошенко О. В., Багдасарян Н. К. Київ : НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2018. 116 с.
2. Дробаха Г. А., Споришев К. О., Луньов О. Ю. Обґрунтування потреб сил Національної гвардії України у розвідувальній інформації, що надходить від безпілотних літальних апаратів під час виконання завдань з припинення масових заворушень. *Честь і закон*. 2018. № 3 (66). С. 4–8.
3. Луньов О. Ю., Ковальов І. В., Споришев К. О. Методика визначення раціонального порядку застосування розвідувальних безпілотних літальних апаратів при виконанні завдань з припинення масових заворушень силами Національної гвардії України. *Честь і закон*. 2018. № 4 (67). С. 26–37.
4. Сампір О. Удосконалена методика визначення можливостей з технічної розвідки пошкоджених зразків озброєння та військової техніки в ході ведення бойових дій. *Journal of Scientific Papers «Social Development and Security»*. Vol. 11. No. 2. 2021.
5. Гончар Р. О., Власов К. В., Забула О. Є. Спосіб ведення технічної розвідки підрозділами Національної гвардії України з використанням безпілотних літальних апаратів. *Честь і закон*. 2019. № 3 (70). С. 50–53.
6. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов : справочное пособие / А. Г. Гребеников и др. Харьков : НАУ «ХАИ», 2008. 377 с.
7. Биард Рэндал У., Тимоти У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. Москва : Техносфера, 2015. 312 с.
8. Патрик Э. Основы теории распознавания образов: пер. с англ. / под ред. Б. Р. Левина. Москва : Сов. радио, 1980. 408 с.
9. Вапник В. Н., Червоненкис А. Я. Теория распознавания образов (статистические проблемы обучения). Москва : Наука, 1974. 416 с.

10. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. 2-е изд. Киев : Диалектика, 2019. 1147 с.

11. Военное дело. Статьи. URL: https://voennoedelo.com/posts/id22338-jrujjv18peajr1cigl1t_ (дата звернення: 01.06.2022).

Стаття надійшла до редакції 22.07.2022 р.

UDC 355.69

V. Yemanov, S. Bielai, K. Sporyshev

INFORMATION AND ANALYTICAL METHOD OF INCREASING THE EFFICIENCY OF TECHNICAL INTELLIGENCE OF TECHNICAL SECURITY UNITS OF THE NATIONAL GUARD OF UKRAINE

The article proves that in order to improve the efficiency of technical intelligence and the organization of recovery in general, it is necessary to determine the technical condition of weapons and military equipment in the shortest possible time. The conducted analysis showed that an important indicator of technical intelligence is the time to search for damaged armored vehicles and determine their condition. Reducing the time to search for damaged armored vehicles will increase the effectiveness of technical reconnaissance.

The purpose of the article is to improve the method of increasing the efficiency of technical intelligence, which is carried out by the technical units of the National Guard of Ukraine grouping by using unmanned aerial vehicles to search for out-of-order (damaged) armored vehicles, recognition of damaged equipment is carried out by technical vision methods.

It was determined that the increase in the rapidity and scale of modern combat operations imposes requirements on the technical state system, which according to the existing capabilities does not fully meet these requirements, namely in terms of the efficiency of the execution of a growing number of tasks.

The use of unmanned aerial vehicles in order to reduce the time to search for damaged armored vehicles will allow to reduce the time for prompt decision-making on the evacuation of one or another damaged sample of weapons and military equipment, reduce the cost of fuel and lubricants for the performance of tasks, and increase the safety of evacuation groups. The use of pattern recognition methods to detect the degree of damage to weapons and military equipment will reduce the time for evacuation and the time for making an evacuation decision.

It has been proven that the issue of pattern recognition of weapons and military equipment for conducting reconnaissance, evacuation of damaged armored vehicles, inflicting fire damage on enemy equipment has prospects for development, and testing of robotic military systems on the battlefield is already a reality today.

The directions of further scientific research will be aimed at studying issues of improving the information and analytical support for the movement of wheeled combat vehicles of the National Guard of Ukraine for the performance of assigned tasks by units and units of the National Guard of Ukraine.

К е у в о р д с: technical intelligence of technical support units, information and analytical support, unmanned aerial vehicles, methods of technical vision, armored vehicles.

Єманов Владислав Вікторович – кандидат військових наук, старший науковий співробітник, перший заступник начальника Національної академії Національної гвардії України з навчально-методичної та наукової роботи.

<https://orcid.org/0000-0001-5055-8852>

Бєлай Сергій Вікторович – доктор наук з державного управління, професор, заступник начальника навчально-методичного центру – начальник відділу методичного забезпечення навчального процесу Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0002-0841-9522>

Споришев Костянтин Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника кафедри автобронетанкової техніки Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0003-4737-9698>