

УДК 354.404.4+355.40:629.783



Я. В. Павлов

РОЗГЛЯД ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНОЇ АВТОБРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ ЯК СКЛАДОВОЇ ТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ

Розглянуто можливі області застосування засобів виявлення пошкодженої автобронетанкової техніки в системі технічної розвідки Національної гвардії України та Збройних Сил України. Проведено дослідження існуючих видів засобів виявлення пошкодженої автобронетанкової техніки за допомогою сучасного обладнання, встановленого на безпілотних літальних апаратах, описано особливості їх застосування. Проаналізовано закордонний досвід розроблення і використання безпілотних технологій для пошуку та евакуації пошкодженої автобронетанкової техніки. Визначено переваги безпілотних засобів виявлення пошкодженої техніки і озброєння у разі поєднання з традиційними засобами технічної розвідки. Розглянуто перспективні сфери застосування засобів виявлення пошкодженої техніки і озброєння на базі сучасних технологій, спрямованих на підвищення ефективності системи технічної розвідки військових частин і окремих підрозділів під час ведення операцій (бойових дій) у сучасних збройних конфліктах.

К л ю ч о в і с л о в а : безпілотні засоби виявлення пошкодженої техніки і озброєння, технічна розвідка, пошук пошкодженої автобронетанкової техніки.

Постановка проблеми. Розвідка – це результат добування, оцінювання, аналізу, узагальнення та інтерпретації всіх наявних відомостей, які стосуються одного або кількох театрів військових дій, що мають безпосереднє або потенційне значення для планування [1].

Одним з її видів є технічна розвідка (ТхР) – організація розвідувальної діяльності, заснована на застосуванні технічних засобів. Військові фахівці розвинених країн світу вважають, що в сучасній бойовій обстановці розвідувальні безпілотні засоби виявлення пошкодженої автобронетанкової техніки і озброєння можуть більш ефективно і оперативніше вирішувати завдання ТхР. При цьому скорочується час доведення отриманої розвідувальної інформації до відповідного органу управління ТхР.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одними з головних завдань застосування безпілотних засобів виявлення пошкодженої автобронетанкової техніки і озброєння у військовій сфері є ведення розвідки та радіоелектронної боротьби, завдання авіаційних ударів по наземних (надводних) і повітряних цілях. Ці питання почали розглядати як військові, так і цивільні спеціалісти. З'явилося чимало наукових публікацій [2–5], у яких розглянуто конкретні питання бойового застосування БпЛА як розвідувально-ударних у складі безпілотних авіаційних систем.

Автори статей [5, 6] розглядають використання БпЛА з метою удосконалення заходів ТхР під час виконання бойових та спеціальних завдань підрозділами Збройних Сил України та Національної гвардії України.

Вивчення й аналіз ведення бойових дій провідними арміями світу у локальних війнах та збройних конфліктах сучасності та досвід, отриманий військовими підрозділами під час виконання завдань в антитерористичній операції на території Донецької та Луганської областей [7–15], доводять перспективність застосування засобів ТхР.

Засоби ТхР можуть бути використані в звичайній операції у безпосередній близькості до своїх військ або на відстані, флангах чи в тилу. Вони також можуть бути використані однаково добре у не суміжних з полем бою районах. Інші можливості засобів ТхР включають повітряну розвідку за маршрутом, площинну і зональну повітряну розвідку, оцінювання бойових ушкоджень об'єктів противника і ретрансляцію каналів зв'язку.

Планування застосування засобів ТхР як інтегрованого елемента у поєднанні із застосуванням

пересувних засобів може бути складним завданням, але воно матиме важливе значення для виконання завдань [16, 17].

Мета статті. Визначення можливостей застосування засобів ТхР для своєчасного пошуку пошкодженої автобронетанкової техніки в бойових умовах.

Виклад основного матеріалу. Типовими параметрами сенсорів камери систем спостереження засобів виявлення пошкодженої автобронетанкової техніки та озброєння, які характеризують якість їх виявлення при проведенні ТхР, є ймовірність правильного виявлення, ймовірність помилкового спрацювання та чутливість сенсорів відеокамери [18, 19, 20].

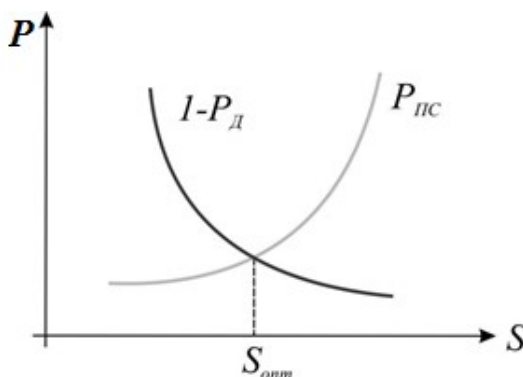
Ймовірність правильного виявлення P_d – ймовірність того, що сенсор відеокамери спрацює при виявленні об'єкта в зоні спостереження. P_d – величина статистична, оцінюється за результатами серії випробувань і залежить від прийнятої методики випробувань. Зауважимо, що некоректно вказувати, наприклад, $P_d = 0,9$. У специфікації сенсорів відеокамери повинен бути обумовлений сценарій відстеження, тобто зовнішні умови, модель спостережень об'єктів (які рухаються, з різною швидкістю і т. ін). Крім того, необхідно знати методику оцінювання P_d . Тоді модель виявлення описуватиметься двома параметрами: ймовірністю виявлення і довірчим інтервалом C_L , тобто сенсор відеокамери буде виявляти об'єкти спостереження з ймовірністю P_d на рівні C_L . Але зазвичай така повна інформація недоступна. У більшості випадків доводиться задовольнятися значенням P_d , яке слід вважати умовним, і яке ґрунтується на припущеннях.

Ймовірність хибних спостережень (поганих умов спостереження) – ймовірність того, що за час t відбудеться хибне спрацювання сенсорів відеокамери спостереження. Статистично оцінюється частотою хибних спрацювань – кількістю хибних спрацювань за певний інтервал часу. Середній інтервал часу між двома послідовними хибними спрацюваннями називається напрацюванням на помилкове спрацювання $P_{пс}$.

Для ідеального сенсора відеокамери системи спостереження ТхР ймовірність виявлення дорівнює одиниці, а частота хибних спостережень – нулю. Проте ідеальних сенсорів відеокамери не існує, і обидві ці величини в дійсності часто далекі від ідеалу.

Розглянуті характеристики пов'язані між собою таким параметром, як чутливість сенсора камери. Чутливість – величина, обернена порогу. Поріг, деяке значення, нижче якого сигнали інтерпретуються як шуми. Його регулюють під час налаштування сенсорів камери спостерігача. Чим більша чутливість, тим більша ймовірність виявлення. Але зі збільшенням чутливості зростає й частота хибних спостережень (помилки виявлення об'єктів).

Налаштовуючи сенсори камер засобів ТхР, доводиться вибирати ці параметри. При цьому задача полягає у підборі оптимального рівня чутливості $S_{опт}$. Отже, розглядаючи процес виявлення в цілому, можна виділити основні показники його якості: ймовірність виявлення та стійкість до завад. Ймовірність правильного спостереження є основною характеристикою, яка дозволяє отримати достатню ймовірність виявлення. На рисунку 1 наведено графік взаємозалежності ймовірності виявлення і помилкового спрацювання.



$S_{опт}$ – оптимальне значення чутливості сенсора камери

Рисунки 1 – Взаємозалежність ймовірності виявлення P_d та ймовірності помилкового спрацювання $P_{пс}$

Частота хибних спрацювань є основною характеристикою, за якою можна розглядати завадостійкість сенсора камери засобів ТхР. Завадостійкість – показник якості сенсорів камер, що характеризує її здатність стабільно працювати в різних умовах.

Обумовлено це перш за все тим, що будь-який сенсор камери схильний до дії великого числа інтенсивних завад різноманітного походження. За такої умови абсолютно достовірно розрізнити дію завад та об'єкти спостереження неможливо [21].

Величина ймовірності виявлення пошкоджених об'єктів автобронетанкової техніки P_D та величина середнього напрацювання на помилкове виявлення $t_{пт}$ є основними тактико-технічними характеристиками пошуку при ТхР, які визначають його сигналізаційну надійність – можливість виявлення і завадостійкість.

P_D можна розрахувати за формулою

$$P_D = \frac{N_B - M - 1}{N_B}, \quad (1)$$

де N_B – кількість випробувань з подолання зони виявлення (ЗВ);

M – кількість пропусків об'єктів (експериментів, в яких не спрацювала ЗВ).

Також важливим параметром ЗВ є частота помилкових спрацювань $N_{пс}$, яка обчислюється так:

$$N_{пс} = \frac{1}{t_{пт}}. \quad (2)$$

Причини помилкових спрацювань можуть бути різними. Помилкове спрацювання може виникнути через технологічні причини: неякісний монтаж сенсорів камери, неправильне налаштування електронних блоків або просто незадовільний інженерний стан об'єкта спостереження, тобто засобів ТхР.

У аналізі показників вірогідності контролю використовується ймовірність помилкових рішень

$$P_{пом} = 1 - P_D. \quad (3)$$

Помилкові рішення при виявленні мають дві складові, що мають назви: хибна відмова та невизначена відмова. В теорії виявлення для цих подій існують відповідно такі назви: помилка першого роду або ризик виробника і помилка другого роду або помилка споживача.

Ймовірність помилковості рішень

$$P_{пом} = P_X + P_H. \quad (4)$$

де P_X – ймовірність того, що об'єкт спостереження несправний, а результат виявлення негативний (хибний);

P_H – ймовірність того, що об'єкт спостереження справний, а результат виявлення позитивний (напівхибний).

Розглянемо ймовірність виявлення нерухомих об'єктів. Важливим критерієм оцінки системи є миттєва ймовірність p виявлення об'єкта за один цикл.

Припустимо, що миттєві спостереження виконуються за незмінних умов, і що ймовірність виявлення у кожній з них є величина незалежна. Ймовірність виявлення для m миттєвих спостережень визначають згідно з теоремою про повторення незалежних подій за формулою [22]

$$P_C(m) = 1 - (1 - p)^m, \quad (5)$$

де $P_C(m)$ – накопичена ймовірність виявлення.

На рисунку 2 подано криві, які дають змогу визначити кількість спостережень m , за якої на

певній відстані реалізується потрібна ймовірність виявлення P_C . Вочевидь, що навіть при малому значенні ймовірності правильного виявлення за одне спостереження p можуть бути отримані прийнятні значення $P_C > 0,9$. Але при дуже малих значеннях p для отримання $P_C > 0,9$ потрібна достатньо велика кількість спостережень m .

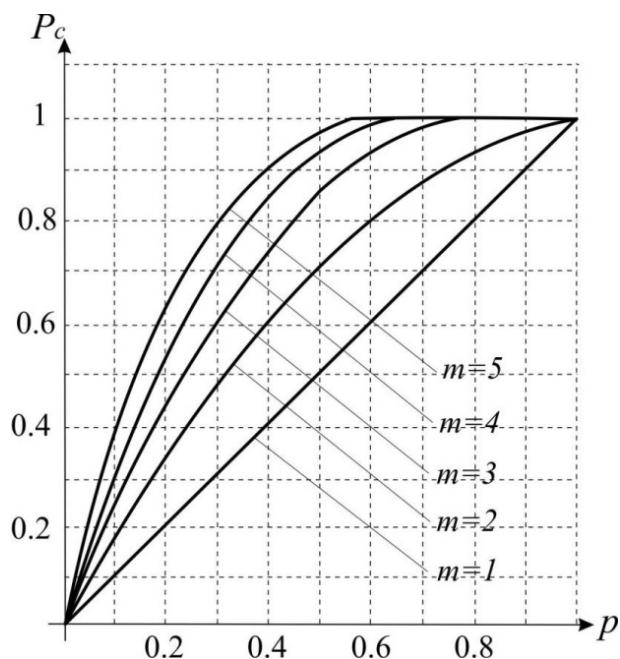


Рисунок 2 – Залежність накопиченої ймовірності P_C від ймовірності правильного виявлення в одному циклі p для різної кількості спостережень m

Математичне сподівання, дисперсія та середньоквадратичне відхилення кількості миттєвих спостережень, необхідних для виявлення об'єкта, можна визначити за такими виразами:

$$M(m) = \sum_{k=1}^{\infty} k(1-p)^{k-1} p \cdot (m-k), \quad (6)$$

$$D(m) = M(m^2) - [M(m)]^2 = \frac{(1-p)}{p^2}, \quad (7)$$

$$\sigma(m) = \sqrt{L(m)} = \frac{\sqrt{1-p}}{p}. \quad (8)$$

Якщо хоча б одного виявлення у m спостереженнях недостатньо, потрібно не менше k правильних рішень і ймовірність визначають з рівності

$$P_{k,m} = \sum_{i=k}^m (C_m^i p)^{k-1} p^i (1-p)^{m-i}, \quad (9)$$

де $C_m^i = \frac{m \cdot (m-1) \cdot \dots \cdot (m-i+1)}{1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot i}$.

Як видно з рисунка 3, для одного й того ж значення p ймовірність $P_{2,3}$ менше ймовірності $P_{2,5}$, тобто для трьох спостережень важче забезпечити не менше двох правильних виявлень, ніж для п'яти.

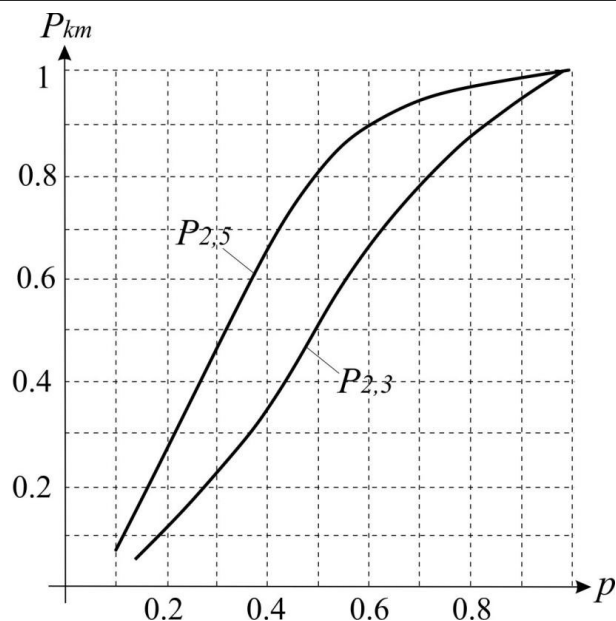


Рисунок 3 – Залежність накопиченої ймовірності від ймовірності правильного виявлення в одному циклі для заданої кількості спостережень

Ураховуючи, що величина p пов'язана з відстанню L , тобто $p=f(L)$, то й $P(m)$ буде залежати від L . Використовуючи формулу (5) для різних m , можна розрахувати криві $P(L)$, які наведено на рисунку 4. Вони можуть бути використані для визначення ймовірності виявлення на відповідній відстані до нерухомих об'єктів залежно від кількості спостережень.

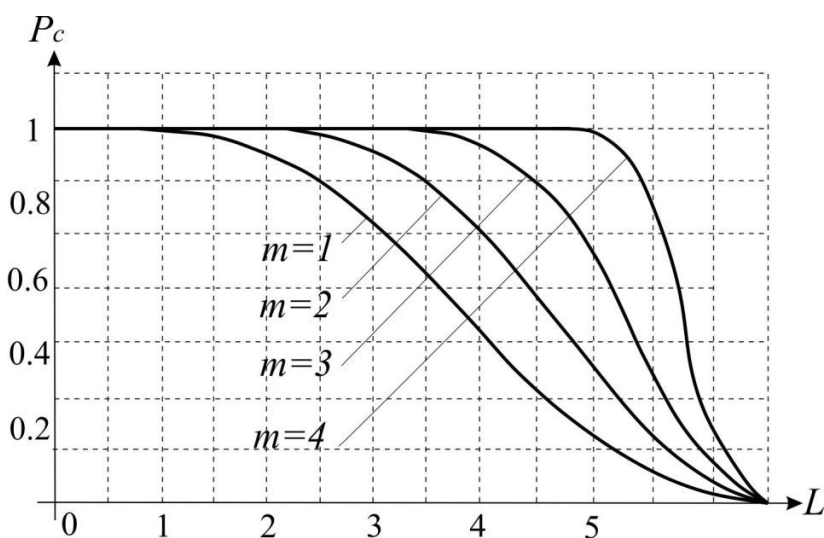


Рисунок 4 – Зміна накопиченої ймовірності залежно від відстані L для різних значень m

Вище було зазначено, що спостереження проводились у незмінних умовах, тобто $p=\text{const}$. У загальному випадку при зміні умов спостереження маємо:

$$P_c = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - p_i), \quad (10)$$

де p_i – ймовірність виявлення об'єкта у i -му спостереженні.

Розглянемо випадок, коли спостерігач рухається з постійною швидкістю v .

Визначаючи залежність P_c від відстані до об'єкта L , слід використати формулу (10), оскільки у

цьому випадку завдяки руху спостерігача весь час відбувається зміна миттєвої ймовірності p . Якщо відома швидкість v , можна визначити зміну дальності при послідовних спостереженнях, а за залежністю $P(L)$ знайти p_i для i -го спостереження. Тоді, користуючись виразом (10), можна побудувати графіки зміни P_C від L для характерних значень v (рисунок 5).

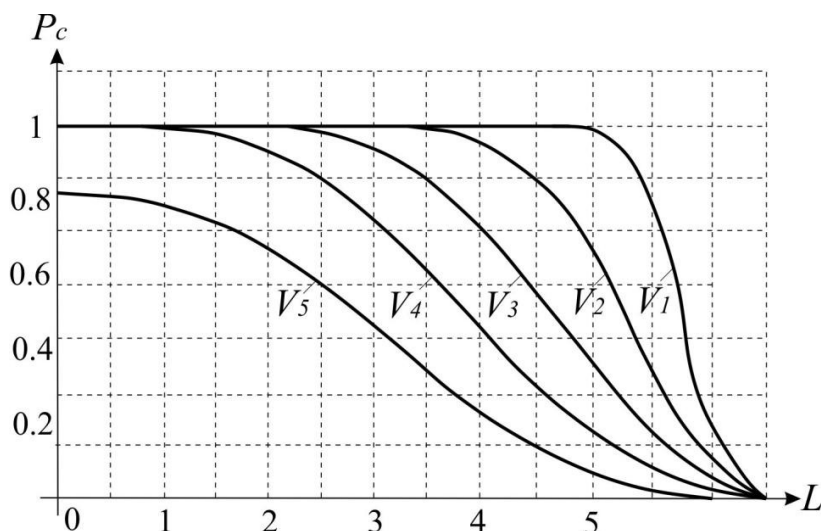


Рисунок 5 – Зміна накопиченої ймовірності залежно від дальності для різних швидкостей спостерігача ($v_5 > v_4 > v_3 > v_2 > v_1$)

Знання залежності $P(L)$ дає змогу визначити L_{\max} та L_{\min} і визначити зону дії системи, яка містить зону ймовірного та достовірного виявлення.

Складніше оцінити P_C , якщо спостерігач рухається відносно системи виявлення під будь-яким кутом. Показано, що на заданій траєкторії переміщення спостерігача зона дії системи обмежена максимально можливою відстанню виявлення L_{\max} .

Спостерігач при цьому рухається паралельно осі y на відстані X_i , яка може бути в межах від 0 до $\pm L_{\max}$.

За формулою (10) для кожного i -го спостереження довжиною $2X_i$ можна розрахувати значення P_C (m). Весь інтервал параметра X_i можна схарактеризувати розподілом $P_C(X)$. Тоді можна побудувати залежності $P_C(X)$ для кожного типу об'єкта та для різних умов. У теорії пошуку та виявлення об'єктів введено поняття ефективного ширини смуги виявлення об'єкта B_E , яку визначають як основу прямокутника, площа якого дорівнює площі під кривою $P_C(X)$:

$$B_E = \frac{1}{P_Z} \int_{-\infty}^{+\infty} P_C(X) dX, \quad (11)$$

де P_Z – задана ймовірність виявлення об'єкта.

У загальному випадку закон розподілу $P_C(X)$ може бути різним.

Розглянемо, як впливає спосіб пошуку на значення накопиченої ймовірності виявлення. Подамо пошук як випадковий марковський процес, в якому число виявлень за даний відрізок часу не залежить від результатів попереднього [23]. Такий найпростіший потік характеризують розподілом Пуассона, а накопичену ймовірність виявлення об'єкта системою визначають для стаціонарного пуассонівського потоку за формулою

$$P_C(t) = 1 - \exp[-U(t)], \quad (12)$$

де $U(t)$ – потенціал пошуку.

$$U(t) = \gamma t_p, \quad (13)$$

де γ – густина (інтенсивність) потоку подій, тобто середнє число виявлень за одиницю часу;
 t_p – час пошуку.

Для нестационарного потоку

$$U(t) = \int_{-t_0}^{+t_0+t_p} P_C(X) dX, \quad (14)$$

де t_0 – початок відліку часу пошуку.

Отже, потенціал пошуку характеризує накопичення ймовірності з наростанням циклів спостережень, тобто протягом часу. З виразів (13) та (14) після перетворень отримуємо:

$$U(t) = -m \cdot \ln(1 - p), \quad (15)$$

та

$$p = 1 - \exp(-\gamma t_p). \quad (16)$$

Ці формули справедливі для віддалення (відстані до об'єкту пошуку) L_0 . Для довільної відстані L отримуємо:

$$\gamma(t) = \frac{1}{t_p} \ln[1 - p(L)], \quad (17)$$

$$p(D) = 1 - \exp[-\gamma(L) t_p] \quad (18)$$

Таким чином, за допомогою наведеної математичної моделі можлива еквівалентна заміна заданих ймовірнісних характеристик. Тому розрахунок накопиченої ймовірності зводиться до визначення потенціалу виявлення або інтенсивності пошуку.

Висновки

Удосконалена методика визначення можливостей технічної розвідки пошкоджених зразків ОБТ у ході ведення бойових дій за допомогою кількісних показників дає можливість обґрунтувати переваги комплексного способу ведення розвідки, порівнюючи зі звичайним, а саме: його більшу ефективність (з 0,5 до 0,8) за той самий час; зменшення часу на оперативне прийняття рішення з евакуації пошкоджених зразків ОБТ; зменшення витрат паливно-мастильних матеріалів на виконання завдань.

Надано оцінку зміни ймовірності виявлення порушення стану об'єкта залежно від кількості спостережень, відстані та різних швидкостей спостерігача.

В Україні, яка має сучасну розвинену авіаційну та радіоелектронну промисловість, необхідно звернутися до зарубіжного досвіду розроблення і застосування безпілотних авіаційних технологій у різних сферах економіки. Застосування інновацій безпілотних літальних апаратів у транспортній сфері сприятиме технологічному ривку, що забезпечить пріоритет нашої держави у військовій сфері, розвиток нових технологій у військово-промисловому комплексі та підприємств різних галузей економіки.

Список використаних джерел

1. Основи розвідувальної діяльності. URL: <http://surl.li/nmykq> (дата звернення: 01.08.2023).
2. Unmanned Aircraft Systems for Logistics Applications / By John E. and other. Santa Monica : RAND Corporation. 2011. 129 p. URL: <https://cutt.ly/NHBziev> (дата звернення: 05.08.2023).
3. General Dynamics at AUSA 2020: Enabling the Army Now to Deploy, Fight and Win. URL: <http://surl.li/nmykx> (дата звернення: 05.08.2023).
4. Застосування безпілотних літальних апаратів для вирішення задач моніторингу об'єктів аеродромної інфраструктури / Кашасв І. О., Усачова О. А., Новічонок С. М., Петров В. М. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. Харків, 2019. № 2 (60). С. 48 – 56.
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 – 54.

6. 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»*. 2021. Vol. 11. № 2. Р. 141 – 151.
7. Ростопчин В. В., Дмитриєв М. Л. Застосування цифрових оптичних систем для безпілотних літальних апаратів. Центральний науково-дослідний інститут авіаційних ракетних комплексів та систем. URL: <http://surl.li/nmyua> (дата звернення: 09.08.2023).
8. Коробов Д. А. Использование беспилотных авиационных систем для мониторинга линейных объектов. *Молодежный научный вестник*. URL: <http://surl.li/nmyuk> (дата звернення: 10.08.2023).
9. Харченко О. В., Кулешин В. В., Коцуренко Ю. В. Класифікація та тенденції створення безпілотних літальних апаратів військового призначення. *Наука і оборона*. 2015. № 6. С. 47 – 54.
10. Класифікація безпілотних літальних апаратів / Тимочко О. І., Голубничий Д. Ю., Третяк В. Ф., Рубан І. В. *Системи озброєння і військова техніка*. 2007. № 1 (9). С. 61-67.
11. Мазур М., Вишне夫斯基 А. Отчет РwC о коммерческом применении беспилотных летательных аппаратов в мире. *Нам сверху видно все*. 2016. 46 с. URL: <http://surl.li/nmyou> (дата звернення: 11.08.2023).
12. Про затвердження Правил виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України : Наказ Міністерства Оборони України від 08 груд. 2016 р. № 661. URL: <http://surl.li/nmyur> (дата звернення 06.01.2023) (дата звернення: 06.08.2023).
13. Глотов А., Гуніна А., Телешук Ю. Аналіз можливостей застосування безпілотних літальних апаратів для військових цілей. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва* : зб. наук. пр. Захід. геодез. т-ва. Львів, 2017. № 1 (33). С. 139 – 146.
14. Колесніков В. О., Глушкевич О. Л., Федянович Д. Л. Особливості та проблемні питання визначення оперативно-тактичних вимог до БПЛА з урахуванням сучасних принципів ведення воєнних (бойових) дій. *Збірник наукових праць центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України ім. Івана Черняховського*. Київ, 2016. № 3 (58). С. 39 – 43.
15. Мосов С. П., Хорошилова С. Й. Особливості застосування оперативно-тактичної безпілотної розвідувальної авіації у воєнних конфліктах ХХ століття. *Збірник наукових праць центру військових стратегічних досліджень Національного університету оборони України ім. Івана Черняховського*. Київ, 2018. № 2 (63). С.104 – 110.
16. Пат. 102083 Україна, МПК (2013) F41H 7/00. Машина технічної розвідки (МТР-1) / Дачковський В. О.; – заявник і володар патенту Дачковський В.О. – № u201504517; заяв. 8.05.2015; опубл. 12.10.2015; Бюл. № 19.
17. Машина технічної розвідки: пат. 105092 Україна: МПК (2013) F41H 7/00. (МТР-2). № u201506514; заяв. 2.07.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5.
18. Застосування безпілотних літальних апаратів у воєнних конфліктах сучасності / Ю. К. Зіатдінов та ін.; під ред. С. П. Мосова. Київ : Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2013. 248 с.
19. Розвідка у сучасних воєнних конфліктах за досвідом іноземних країн : монографія / під ред. С. П. Мосова. Київ, 2011. 280 с.
20. Політило Р. В., Погребенник В. Д. Підвищення надійності ультразвукових систем охоронної сигналізації. *Приладобудування 2008: стан і перспективи* : зб. тез доп. VII Міжнар. наук.-техн. конф., м. Київ, 2008. С. 105–106.
21. Політило Р. В., Погребенник В. Д. Вибір параметрів первинних вимірювальних перетворювачів ультразвукових засобів охоронної сигналізації. *Проблеми та перспективи розвитку економіки і підприємництва та комп'ютерних технологій в Україні* : зб. мат-лів IV міжвуз. наук-техн. конф. наук.-пед. працівників, м. Львів, 2009, С. 48–49.
22. Абчук В. А., Суздаль В. Г. Пошук об'єктів. М. : Рад. радіо, 1977. 336 с.
23. Бакут П. А., Жуліна Ю. В., Іванчук Н. А. Виявлення рухомих об'єктів. М. : Рад. радіо, 1980. 288 с.

Стаття надійшла до редакції 25.09.2023 р.

UDC 354.404.4+355.40:629.783

Ya. Pavlov

REVIEW AND RESEARCH OF THE MEANS OF DETECTING DAMAGED ARMORED VEHICLES AS A PART OF TECHNICAL INTELLIGENCE

Considered possible areas of application of means of detecting damaged armored vehicles in the technical intelligence system of the National Guard of Ukraine and the Armed Forces of Ukraine. A study of existing types of means of detecting damaged armored vehicles using modern equipment installed on unmanned aerial vehicles was carried out, and their application features were described. The analysis of foreign experience in the use and development of unmanned technologies in the field of search and evacuation of damaged armored vehicles was carried out. The advantages of unmanned means of detecting damaged equipment and weapons when combined with traditional means of technical intelligence are determined. Prospective areas of application of means of detecting damaged equipment and weapons, based on modern technologies, which are aimed at increasing the efficiency of the technical intelligence system of military units and individual units during operations (combat operations) in modern armed conflicts, are considered.

According to foreign experts, the term intelligence is the result of obtaining, evaluating, analyzing, summarizing and interpreting all available information that relates to one or more theaters of military operations, which have direct or potential significance for planning. One of the types of intelligence by tasks, forces, means and methods is technical intelligence.

Technical intelligence is the organization of intelligence activities based on the application of technical means. Depending on the nature of the signals that are perceived by technical means, one of the types of technical intelligence is photo intelligence and infrared intelligence (species intelligence), which are based on the interception of light waves.

Species intelligence - collection of intelligence information based on the analysis of a large number of images obtained with the help of photographic, optical-electronic or radar equipment. According to its characteristics, reconnaissance belongs to the technical types of reconnaissance and includes air and space reconnaissance. Species reconnaissance uses photographs taken both in the visible range of the electromagnetic spectrum and infrared, multispectral photographs. Radar images for species reconnaissance are formed by radar equipment with a synthesized aperture in various electromagnetic ranges. Spectral reconnaissance should be distinguished from radio-electronic reconnaissance, which uses non-imaging optical-electronic and radar equipment.

K e y w o r d s : unmanned means of detecting damaged equipment and weapons, technical intelligence, search for damaged armored vehicles.

Павлов Ярослав Володимирович – кандидат педагогічних наук, доцент, начальник факультету логістики Національної академії Національної гвардії України.

<https://orsid.org/: 0000-0002-0852-5659>