

¹КОЦЮРУБА Андрій Васильович

²САЛІЙ Ірина Юрївна

¹Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

²Військова частина 2269, Національна гвардія України, Київ, Україна

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Авторами проведено аналіз застосування розвідувальних безпілотних літальних апаратів наприкінці XX та початку XXI сторіччя, які потенційно впливають на рівень бойових втрат та можуть змінити систему поглядів на тактику ведення бойових дій в сучасних збройних конфліктах.

На підставі проведеного аналізу визначена мета – розглянути тенденції розвитку розвідувальної безпілотної авіації ближньої дії імовірного противника та розробити рекомендації щодо оцінювання розвідувальних можливостей безпілотних літальних апаратів використання яких дозволить у подальшому враховувати напрямки вдосконалення системи боротьби з такими безпілотними літальними апаратами.

У результаті дослідження встановлені можливості угруповань малорозмірних розвідувальних безпілотних літальних апаратів імовірного противника щодо виявлення цілей загальновійськового формувань. Авторами статті запропонований підхід в оцінці розвідувальних можливостей малорозмірних безпілотних літальних апаратів.

Зроблено висновок, що визначення розвідувальних можливостей малорозмірних розвідувальних безпілотних літальних апаратів дозволяє врахувати їх роль і місце в системі інформаційного забезпечення противника.

Ключові слова: розвідувальні малорозмірні безпілотні літальні апарати, ймовірність виявлення об'єкта

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з важливих рис воєнних конфліктів останніх десятиріч є застосування великої кількості різноманітних типів БпЛА та безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), які вирішують завдання ведення повітряної розвідки, бойового забезпечення, та завдання ударів по противнику навіть без безпосереднього зіткнення конфліктуючих сторін [1,8].

Аналіз досвіду проведення антитерористичної операції на сході України показав широке використання БпАК для ведення повітряної розвідки території України незаконними збройними формуваннями та збройними силами Російської Федерації (РФ), а також їх застосування для вирішення завдань бойового забезпечення. В той же час аналіз сучасних воєнних конфліктів передбачає суттєве розширення кола завдань, які будуть вирішувати БпАК військового призначення у найближчий час. Більше ніж 150 підприємств у 50 країнах світу, займаються розробкою та серійним виробництвом БпЛА та БпАК. На сьогоднішній день багато країн світу приймають на озброєнні комплекси тактичних розвідувальних БпЛА. Застосування БпЛА такого типу в збройних конфліктах є досить ефективним, безпечним та економічним для виконання бойових завдань. Причиною цього є малі геометричні розміри, мала радіолокаційна помітність в діапазоні (ЕПР в межах від 0,001 до 0,3 м²), безпілотний спосіб керування, можливість польоту на гранично малих висотах, а також дуже низька теплова контрастність.

Виходячи з наведеної актуальності, авторами статті визначена **мета статті** – розглянути тенденції розвитку розвідувальної безпілотної

авіації імовірного противника. Запропонувати підхід до оцінювання можливостей малорозмірних розвідувальних БпЛА, використання якого дозволить у подальшому враховувати інформаційну забезпеченість імовірного противника.

Виклад основного матеріалу дослідження

Широкого розповсюдження набуло використання БпЛА ближньої дії.

У типовий склад систем зв'язку і управління БпЛА ближньої дії входять портативна переносна станція управління, автопілот з системою датчиків, бортовий і наземний термінали передачі даних. Прийом розвідувальної інформації з БпЛА її споживачами, також може здійснюватися за допомогою мобільних і портативних відеотерміналів.

Системи оптичних пристроїв становлять зазвичай корисне навантаження тактичних розвідувальних БпЛА, Сумісна побудова телевізійної та інфрачервоної камер істотно підвищує інформативність отриманого зображення, а при доповненні у вигляді лазерного дальноміра-целевказивника дає можливість точного визначення координат об'єкту.

У відповідності до масштабу застосування та тактико-технічних характеристик БпЛА також можна поділити на 4 класи [6,7]:

1 клас – взводний – мікро БпЛА включаються до екіпіровки солдата та забезпечує збір та передачу інформації на висоті польоту до 150 м, в радіусі дії до 8 км на протязі 50 хвилин з масою корисного навантаження 0,4 кг;

2 клас – ротні – міні БпЛА збирають та передають інформацію підрозділам, забезпечують цілевказівки на дальності до 16 км протягом 2 годин, мають масу корисного навантаження до 5 кг;

3 клас – батальйонні БпЛА мають більш широкий спектр задач, працюють на протязі 6 годин на дальності до 40 км, забезпечують підтримку зв'язку між окремими підрозділами, пошук встановлених мін, контроль радіаційної та біологічної обстановки, а також можуть злітати з невідготовлених майданчиків;

4 клас – бригадні БпЛА працюють від 18 годин до доби на дальності до 75 км, забезпечують топографічну зйомку, ретрансляцію, розвідувально-дозорні функції.

Загальною рисою типових загальновійськових формувань збройних сил багатьох країн світу стало те, що кількість різних БпЛА в їх складі може становити від декількох одиниць до декількох десятків [2].

Наприклад кількість малорозмірних БпЛА в складі з'єднань США представлена в табл. 1.

Таблиця 1

Кількість малорозмірних БпЛА в складі з'єднань США

Бригади	RQ-7 “Shadow”	RQ-11 “Raven”
“Важка” бригада	Комплекс тактичного розвідувального БпЛА “Shadow” X 4 БпЛА “Shadow”	10 комплексів тактичного розвідувального міні-БпЛА “Raven” по 3 БпЛА RQ-11 “Raven”
“Легка” бригада	Комплекс тактичного розвідувального БпЛА “Shadow” X 4 БпЛА “Shadow”	3 комплекси тактичного розвідувального міні-БпЛА “Raven” по 3 БпЛА RQ-11 “Raven”
Бригада “Страйкер”	Комплекс тактичного розвідувального БпЛА “Shadow” X 4 БпЛА “Shadow”	

БпЛА ближньої дії вирішують дуже широкий спектр завдань. Але основним призначенням цих апаратів є спостереження за полем бою, добування розвідувальної інформації, та передача цієї інформації на пункти управління в реальному масштабі часу. Отримання зазначеної інформації від БпЛА противника про стан, місцезнаходження та характер дій розвідуємих об'єктів призводить до того, що противник буде впливати на ці об'єкти тим чи іншим способом. Наприклад вогневий вплив артилерії або авіації, виведення з ладу за допомогою засобів радіоелектронної боротьби.

Також аналіз застосування БпЛА ближньої дії дозволяє виділити наступні особливості їх функціонування [3]:

можливість здійснювати автоматичний (автоматизований) політ при виконанні завдань, автономно по закладеній програмі, в перебігу декількох десятків хвилин або годин при управлінні оператором тільки злетом і посадкою;

практична непомітність для радіолокаційних станцій в зв'язку з тим, що в основному використані композиційні матеріали, що складаються з наповнювача та армуючих елементів у вигляді волокон;

наявність комплексу засобів автоматизації для управління БпЛА і його корисним навантаженням по цифровим радіоканалах;

наявність потенційних вразливих місць в протоколах передачі даних, спеціальному і загальному програмному забезпеченні систем управління, передачі даних і навігації БпЛА і корисного навантаження;

наявність можливості перехоплення інформації з цифрових радіоканалів прямої видимості;

уніфікованість програмно-апаратних засобів БпЛА і використання інформаційних технологій подвійного призначення на основі застосування відкритих стандартів.

Зазначені особливості функціонування БпЛА ближньої дії обумовлюють наявність потенційних вразливостей в контурах управління БпЛА.

Знищення БпЛА-розвідників або створення умов що перешкоджають їх ефективному застосуванню дозволяють знизити ймовірність розкриття прикриваємих об'єктів і власних зенітних формувань, тим самим позбавляючи противника можливості ефективно застосовувати наземні і повітряні засоби ураження і дозволяє підвищити відвернений збиток загальновійськових формувань.

Тому, враховуючи аналіз стану використання розвідувальних БпЛА існує нагальна потреба в методиці оцінювання розвідувальних можливостей.

Розвідка малорозмірними БпЛА, відповідно до їх технічних можливостей, може вестися на тактичну та оперативно-тактичну глибину. Кількість цілей, місце їх стан та розташування може бути визначено противником з використанням розвідувальних БпЛА залежить від певного ряду параметрів, які в свою чергу можна поділити на тактичні і технічні. До тактичних параметрів належать:

- вид бойових дій;
- кількість БпЛА, які одночасно ведуть розвідку в зоні бойових дій;
- спосіб ведення розвідки;
- щільність розподілу цілей в зоні бойових дій;
- розмір зони бойових дій;
- ступінь замаскованості цілей;

кількість помилкових цілей в зоні бойових дій.
До технічних параметрів можна віднести:
розмір області земної поверхні, в якій БпЛА виконує завдання (розмір робочої зони);
розмір області перегляду;
ймовірність виявлення цілі;
льотно-технічні характеристики БпЛА.

Кількість цілей, виявлених розвідувальним БпЛА за один політ, може бути визначено за формулою [4]:

$$N_{\text{в}} = P_{\text{вияв}} \rho_{\text{в}} \cdot S_{\Sigma}, \quad (1)$$

де: $N_{\text{в}}$ – кількість виявлених цілей;
 $P_{\text{вияв}}$ – ймовірність виявлення цілі;
 $\rho_{\text{в}}$ – щільність розподілу цілей в зоні бойових дій;
 S_{Σ} – розмір робочої зони.

Оскільки такі розвідувальні малорозмірні БпЛА ведуть розвідку на тактичну і оперативно-тактичну глибину побудови бойових порядків, то слід вважати під виявленою ціллю зразок озброєння та військової техніки (ОВТ). Ймовірність виявлення цілі $P_{\text{вияв}}$ буде залежати від ймовірності миттєвого виявлення незамаскованого об'єкту $P_{\text{в}}$.

Якщо обсяг інформації відображений на екрані пункту управління БпЛА достатній для твердження, що це саме той об'єкт, то $P_{\text{в}} = 1$, тоді ймовірність виявлення об'єкта оптичною системою БпЛА може бути визначена за формулою:

$$P_{\text{вияв}} = P_{\text{в}} \cdot (1 - K_3) / 1 - \zeta \eta, \quad (2)$$

де: $P_{\text{в}}$ – ймовірність миттєвого виділення незамаскованими об'єкта;
 K_3 – коефіцієнт замаскованості об'єкта;
 ζ – ступінь правдоподібності помилкових позицій;
 η – кількість помилкових позицій, що припадають на одну дійсну позицію.

Залежно від завдань та умов обліт робочої зони може здійснюватися декількома БпЛА різного типу, то відповідно до [5] формула ймовірності виявлення набуває вигляду:

$$P_{N_{\text{в}}} = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - P_i), \quad (3)$$

де: N – кількість БпЛА, які здійснюють обліт робочої зони;
 P_i – ймовірність виявлення об'єкта у робочій зоні i -м БпЛА.

У разі застосування в одній робочій зоні декількох однотипних БпЛА, ймовірність виявлення буде визначатися як:

$$P_{N_{\text{в}}} = 1 - (1 - P_i)^N, \quad (4)$$

де: P_i – ймовірність виявлення об'єкта у виконавчій зоні одним БпЛА.

Щільність розподілу цілей в робочій зоні може бути визначена як відношення загального числа потенційних цілей в загальновійськовому формуванні до розмірів зони їх розташування:

$$\rho_{\text{в}} = n / S_{\text{ф}}, \quad (5)$$

де: $\rho_{\text{в}}$ – щільність розподілу цілей в робочій зоні;
 n – кількість потенційних цілей в загальновійськовому формуванні;
 $S_{\text{ф}}$ – розмір зони розташування загальновійськового формування.

Розмір робочої зони, в межах якої БпЛА виконує завдання, залежить від певних технічних характеристик оптичної системи, що встановлена на БпЛА та параметрів польоту, а саме:

кут поля зору оптичної системи;
висота, час і швидкість польоту;
видалення місця зльоту БпЛА від робочої зони.

Розмір робочої зони S_{Σ} можна розрахувати за формулою:

$$S_{\Sigma} = D_{\text{прол}} L_{\text{ш}}, \quad (6)$$

де: $D_{\text{прол}}$ – відстань від ближньої до дальньої межі робочої зони;
 $L_{\text{ш}}$ – ширина області огляду оптичної системи.

$$D_{\text{прол}} = t_{\text{зн}} \cdot V_{\text{бпла}}, \quad (7)$$

де: $t_{\text{зн}}$ – час знаходження БпЛА в робочій зоні;
 $V_{\text{бпла}}$ – швидкість польоту БпЛА.

$$t_{\text{зн}} = t_{\text{max}} - 2t_{\text{від}}, \quad (8)$$

де: t_{max} – максимальний час знаходження БпЛА в польоті;
 $t_{\text{від}}$ – час, польоту БпЛА від точки зльоту до ближньої межі робочої зони.

$$t_{\text{від}} = D_{\text{від}} / V_{\text{бпла}}, \quad (9)$$

де: $D_{\text{від}}$ – відстань від точки зльоту БпЛА до ближньої межі робочої зони.

Але в той же час слід врахувати, що відстань до дальньої межі робочої зони $D_{\text{мвід}}$ обмежується максимальною дальністю, на якій забезпечується управління БпЛА з наземного пункту управління $D_{\text{упр}}$, а тому:

$$D_{\text{мвід}} \leq D_{\text{упр}}, \quad (10)$$

Проведені розрахунки, показують, що при відсутності протидії засобів ППО і заходів щодо зниження помітності цілей, що прикриваються, один розвідувальний політ угруповання малорозмірних БпЛА противника (до 10 БпЛА), дозволить виявити до 300 цілей зразків ОВТ. В загальновійськовому формуванні потенційними об'єктами для розвідки за допомогою БпЛА будуть радіолокаційні станції, зенітно-ракетні комплекси та інші броньовані об'єкти ОВТ. З точки зору оцінювання ефективності угруповання ППО з прикриття загальновійськових формувань при проведенні оперативно-тактичних розрахунків використовується таке поняття як типовий об'єкт. В якості типового об'єкту розглядається мотострілецька (танкова) рота до складу типового об'єкта якої як правило, (типу рота-батарея) входить близько 10-12 основних зразків ОВТ. Враховуючи те що в загальновійськовому формуванні, налічується до 75 типових об'єктів,

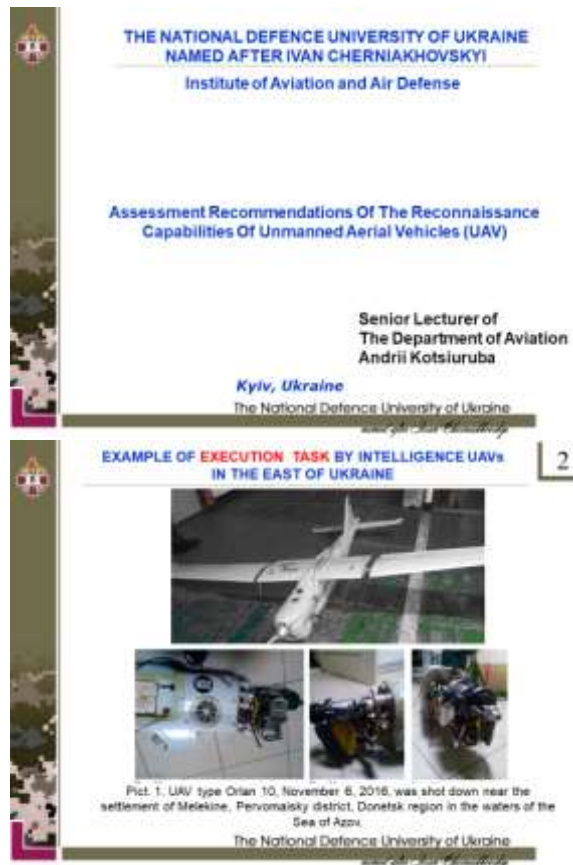
отримуємо, що один розвідувальний політ угруповання малорозмірних БпЛА може розкрити з високою ймовірністю до 30 типових об'єктів (до 40% від всіх типових об'єктів), що розташовані в зоні відповідальності загальновійськового формування.

Висновки

Таким чином, запропоновані рекомендації щодо оцінки розвідувальних можливостей БпЛА дозволяє врахувати їх роль і місце в системі інформаційного забезпечення противника як під час ведення активних бойових дій так і під час підготовки до них, виявити характер та кількісні показники, що впливають на ефективність системи протиповітряної оборони загальновійськового формування в умовах застосування противником малорозмірних повітряних цілей, а також ґрунтовно врахувати пріоритетність та необхідність вдосконалення системи боротьби з такими цілями.

Список використаних джерел

1. Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик / В.М. Ильошко, М.М. Митрахович, А.В. Сам-ков, В.И. Силков, О.В. Соловьев, В.И. Стрельников; под общ. ред. В.И. Силкова. – К.:ЦНИИ ВВТ ВС Украины. 2009. – 302 с.
2. Сидорин и др. Вооруженные силы США в XXI веке/Сидорин А.Н., Прищепов В.М., Акуленко В.П., Военная книга. 2013. – 798 с.
3. «Применение цифровых оптических систем для беспилотных летательных аппаратов» https://www.uav.ru%2Farticles%2Forteq_uav.
4. Венцель Е.С. Теория вероятностей: Учебник для студентов вузов. М., Академия. 2003. – 576 с.
5. FMI 3-04.155 “Army unmanned aircraft system operations headquarters, department of the army”. 2006.
6. Лоринов А. Беспилотная воздушная разведка / А. Лоринов. – М.: Воениздат. 1997. – 224 с.
7. Ганин С.М. Беспилотные летающие аппараты / С.М. Ганин, А.В. Карпенко, В.В. Колногород, В.В. Петров СПб.: Питер. 1999. – 176 с.
8. Застосування безпілотних літальних апаратів у воєнних конфліктах сучасності / Ю. К. Зіатдінов, М. В. Куклінський, С. П. Мосов, А. Л. Фещенко та ін.; під ред. С. П. Мосова. – К.: Вид. дім “Києво-Могилянська академія”. 2013. – 24 с.





КЛАСИФІКАЦІЯ МАЛОРОЗМІРНИХ РОЗВІДУВАЛЬНИХ БПЛА 4

Клас	Щорізці	Значення параметрів V та H
1 клас	Виліт	мікро БПЛА включення до екіпіровки солдата та забезпечує шіфр та передачу інформації на висоті польоту до 100 м, в радіусі до 8 км на протязі 30 хвилин з масою зарядженої батареї до 0,4 кг
2 клас	Рота	мікро БПЛА збирають та передають інформацію відокремлено, забезпечують зв'язок на відстані до 16 км протягом 2 годин, мають масу зарядженої батареї до 0,8 кг
3 клас	Батальйон	близьколітні БПЛА мають більш широкий спектр задач, працюють на протязі 4 годин на відстані до 40 км, забезпечують візуальну шіфровку між окремими підрозділами, можуть встановлювати зон, контроль розвідки та біологічної обстановки, а також мають літять з невідомими місцями
4 клас	Полк, бригада	бригадні БПЛА працюють від 18 годин на день на відстані до 75 км, забезпечують топографічну зйомку, ретрансляцію, розвідувальні десертні функції

The National Defence University of Ukraine

CLASSIFICATION OF SMALL RECCE UAVs 4

Class	Unit	Parameters V and H
1 Class	Platoon	micro UAVs are included in the equipment of the soldier and provides the collection and transmission of information at an altitude of up to 100 m, within a range of up to 8 km for 30 minutes with a payload of 0.4 kg
2 Class	Company	micro UAVs collect and transmit information to units, provide targets at a range of up to 16 km for 2 hours, have a payload of up to 0.8 kg
3 Class	Battalion	near-lit UAVs have a wider range of tasks, work for 4 hours at a range of up to 40 km, provide communication support between individual units, search for landmarks, control of radiation and biological conditions, and can take off from unprepared sites
4 Class	Regiment, brigade	brigade UAVs work from 18 hours a day at a range of up to 75 km, provide topographic surveying, retransmission, reconnaissance and patrol functions

The National Defence University of Ukraine

Кількість малорозмірних БПЛА в складі з'єднань США 5

Бригада	RQ-7 «Shadow»	RQ-11 «Raven»
«Вайкер» бригада	Комплекс тактичного розвідувального БПЛА «Shadow» - 4 БПЛА «Shadow»	10 комплексів тактичного розвідувального мікро-БПЛА «Raven» по 3 БПЛА RQ-11 «Raven»
«Патка» бригада	Комплекс тактичного розвідувального БПЛА «Shadow» - 4 БПЛА «Shadow»	3 комплекси тактичного розвідувального мікро-БПЛА «Raven» по 3 БПЛА RQ-11 «Raven»
Бригада «Срайкер»	Комплекс тактичного розвідувального БПЛА «Shadow» - 4 БПЛА «Shadow»	

The National Defence University of Ukraine

Кількість малорозмірних БПЛА в складі з'єднань США 5

Brigades	RQ-7 «Shadow»	RQ-11 «Raven»
«Heavy» Brigades	UAS «Shadow» X 4 UAVs «Shadow»	10 UAS «Raven» X 3 UAVs RQ-11 «Raven»
«light» Brigades	UAS «Shadow» X 4 UAVs «Shadow»	3 UAS «Raven» X 3 UAVs RQ-11 «Raven»
Brigades «Stryker»	UAS «Shadow» X 4 UAVs «Shadow»	

The National Defence University of Ukraine

ЙМОВІРНІСТЬ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛІ 6

$$N_y = P_{\text{вияв}} \cdot p_r \cdot S_z \quad (1)$$

де: N_y – кількість виявлених цілей;
 $P_{\text{вияв}}$ – ймовірність виявлення цілі;
 p_r – щільність розподілу цілей в зоні бойових дій;
 S_z – розмір робочої зони.

$$P_{\text{вияв}} = P_{\text{і}} \cdot (1 - K_i) / (1 - \xi) \cdot \eta \quad (2)$$

де: $P_{\text{і}}$ – ймовірність миттєвого виділення незамаскованими об'єкта;
 K_i – коефіцієнт замаскованості об'єкта;
 ξ – ступінь правдоподібності помилкових позицій;
 η – кількість помилкових позицій, що припадають на одну дійсну позицію.

The National Defence University of Ukraine

PROBABILITY OF THE DETECTION OF THE TARGET 6

$$N_y = P_{\text{вияв}} \cdot p_r \cdot S_z \quad (1)$$

N_y – the number of identified targets;
 $P_{\text{вияв}}$ – probability of the detection of the targets;
 p_r – the density of the distribution of targets in the combat zone;
 S_z – the size of the work area.

$$P_{\text{вияв}} = P_{\text{і}} \cdot (1 - K_i) / (1 - \xi) \cdot \eta \quad (2)$$

$P_{\text{і}}$ – the probability of instant selection of a undisguised object;
 K_i – the coefficient of camouflage of the object;
 ξ – degree of credibility of erroneous positions;
 η – a number of erroneous positions to one real position.

The National Defence University of Ukraine

ЙМОВІРНІСТЬ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛІ 7

$$P_{\text{вн}} = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - P_i) \quad (3)$$

де: N – кількість БПЛА, які здійснюють обліт виконавчої зони;
 P_i – ймовірність виявлення об'єкта у виконавчій зоні i -м БПЛА.

$$P_{\text{вн}} = 1 - (1 - P_1)^N \quad (4)$$

де: P_1 – ймовірність виявлення об'єкта у виконавчій зоні одним БПЛА.

$$P_1 = n / S_{\text{з}} \quad (5)$$

де: p_1 – щільність розподілу цілей в робочій зоні;
 n – кількість потенційних цілей в загальновійськовому формуванні;
 $S_{\text{з}}$ – розмір зони розташування загальновійськового формування.

The National Defence University of Ukraine

PROBABILITY OF THE DETECTION OF THE TARGET 7

$$P_{\text{вн}} = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - P_i) \quad (3)$$

N – number of UAVs, which fly over the work zone;
 P_i – probability of the detection of the target at the working zone by the i -th UAV.

$$P_{\text{вн}} = 1 - (1 - P_1)^N \quad (4)$$

P_1 – probability of the detection of the target at the working zone by the one UAV.

$$P_1 = n / S_{\text{з}} \quad (5)$$

p_1 – the density of the distribution of targets in the working zone ;
 n – number of potential targets in a general military unit;
 $S_{\text{з}}$ – the size of the zone of location of general military unit.

The National Defence University of Ukraine

РОЗМІР РОБОЧОЇ ЗОНИ 8

$$S_{\text{з}} = D_{\text{роб}} \cdot L_{\text{з}} \quad (6)$$

де: $D_{\text{роб}}$ – відстань від ближньої до дальньої межі робочої зони;
 $L_{\text{з}}$ – ширина області огляду оптичної системи.

$$D_{\text{роб}} = t_{\text{вн}} \cdot V_{\text{вн}} \quad (7)$$

де: $t_{\text{вн}}$ – час знаходження БПЛА в робочій зоні;
 $V_{\text{вн}}$ – швидкість польоту БПЛА.

$$t_{\text{вн}} = t_{\text{макс}} - 2t_{\text{літ}} \quad (8)$$

де: $t_{\text{макс}}$ – максимальний час знаходження БПЛА в польоті;
 $t_{\text{літ}}$ – час польоту БПЛА від точки зльоту до ближньої межі робочої зони.

$$t_{\text{літ}} = D_{\text{літ}} / V_{\text{вн}} \quad (9)$$

де: $D_{\text{літ}}$ – відстань від точки зльоту БПЛА до ближньої межі робочої зони.

$$D_{\text{літ}} \leq D_{\text{вн}} \quad (10)$$

The National Defence University of Ukraine

WORK AREA SIZE 8

$$S_{\text{з}} = D_{\text{роб}} \cdot L_{\text{з}} \quad (6)$$

$D_{\text{роб}}$ – distance from the near to the far limit of the working area;
 $L_{\text{з}}$ – the width of the viewing area of the optical system.

$$D_{\text{роб}} = t_{\text{вн}} \cdot V_{\text{вн}} \quad (7)$$

$t_{\text{вн}}$ – the time the UAV is in the work area;
 $V_{\text{вн}}$ – UAV flight speed.

$$t_{\text{вн}} = t_{\text{макс}} - 2t_{\text{літ}} \quad (8)$$

$t_{\text{макс}}$ – the maximum flying time of the UAV;
 $t_{\text{літ}}$ – flying time of the UAV from the point of takeoff to the near boundary of the working area .

$$t_{\text{літ}} = D_{\text{літ}} / V_{\text{вн}} \quad (9)$$

$D_{\text{літ}}$ – the distance from the UAVs take-off point to the nearest boundary of the working area.

$$D_{\text{літ}} \leq D_{\text{вн}} \quad (10)$$

The National Defence University of Ukraine

ВИСНОВКИ 9

Запропоновані рекомендації щодо оцінки розвідувальних можливостей БПЛА дозволяють врахувати їх роль і місце в системі інформаційного забезпечення противника як під час ведення активних бойових дій так і під час підготовки до них, виявити характер та кількісні показники, що впливають на ефективність системи протиповітряної оборони загальновійськового формування в умовах застосування противником малорозмірних повітряних цілей, а також ґрунтовно врахувати пріоритетність та необхідність вдосконалення системи боротьби з такими цілями.

The National Defence University of Ukraine

CONCLUSIONS 9

The proposed assessment recommendations of the reconnaissance capabilities of UAVs allow to take into account their role and place in the information system of the enemy both during active combat operations and in preparation for them, to identify the nature and quantitative indicators affecting the effectiveness of air defense system the use of small air targets by the enemy, as well as to take into account the priority and the need to improve the system of combating such targets.

The National Defence University of Ukraine