

DOI 10.33099/2618-1614-2025-28-1-11-17

УДК 355.424.4.:623.746.-519

А. К. Павліковський,*кандидат військових наук, доцент,
Національний університет оборони України,***В. О. Тютюнник,***кандидат технічних наук, старший науковий
співробітник, Харківський національний університет
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,***В. А. Ткаченко,***кандидат військових наук, старший дослідник,
Центральний науково-дослідний інститут
Збройних Сил України,***Н. І. Ткаченко,***Національний університет оборони України*

Підвищення ефективності протидії масованому застосуванню ударних безпілотних літальних апаратів

У статті проведено аналіз слабких сторін ударних безпілотних літальних апаратів одноразового використання типу «Shahed-136/131» та обґрунтовано можливість і умови використання артилерійської (стрілецької) зброї для їх вогневого ураження. Показано, що раціональним способом застосування артилерійської (стрілецької) зброї для вирішення цього завдання є дії мобільних вогневих груп із засідок, які оперативно організуються на маршрутах польоту ударних безпілотних літальних апаратів за даними оповіщення про повітряного противника. Визначені вимоги до особливостей організації системи вогню, системи розвідки та засобів прицілювання мобільних вогневих груп, які озброєнні зенітними установками або великокаліберними кулеметами.

Ключові слова: зенітна установка, імовірність влучання, мобільна вогнева група, протиповітряна оборона, раціональний склад засобів, стрілецька зброя, ударні безпілотні літальні апарати.

© А. К. Павліковський, В. О. Тютюнник, В. А. Ткаченко,
Н. І. Ткаченко, 2025

Постановка проблеми. У процесі збройної агресії проти України Російська Федерація вдається до масованого використання керованої високоточної зброї оперативно-тактичного призначення для нанесення вогневого ураження по об'єктах цивільної та військової інфраструктури, розташованих у глибині території України. Для цього, як правило, застосовуються крилаті ракети та ударні безпілотні літальні апарати (БпЛА) одноразового використання (далі – камікадзе) типу «Shahed-136/131», які можуть здійснювати політ на малих та гранично малих висотах на відстань до 1500 км з використанням довільних маршрутів польоту над територією України. Відносно невисока вартість і відносно низькі витрати на виробництво ударних БпЛА-камікадзе типу «Shahed-136/131» зумовлює їхнє масоване застосування, в тому числі в ролі хибних цілей з метою викриття системи протиповітряної оборони (ППО), відволікання та перевантаження засобів ППО, спонукання до зайвих витрат зенітних ракет, які мають значну вартість. Особливість використання частки ударних БпЛА-камікадзе типу «Shahed-136/131» зі складу засобів, які залучаються до масованого удару, в ролі хибних цілей полягає в наявності бойової частини та неможливості відрізнити їх від БпЛА, призначених для нанесення удару. Це зумовлює небезпеку БпЛА, які виконують завдання хибних цілей, та необхідність їх вогневого ураження. Отже, комплексне використання крилатих ракет і ударних БпЛА-камікадзе в масованому ударі забезпечує високу щільність удару, яка може перевищувати бойову продуктивність наявних засобів ППО та знижує ефективність прикриття відповідних об'єктів.

Виникає нагальна потреба в пошуку шляхів протидії масованому застосуванню ударних БпЛА-камікадзе оперативно-тактичного призначення, які здійснюють політ на малих та гранично малих висотах над територією України, з урахуванням критерію «ефективність – вартість».

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що питанням удосконалення систем ППО для протидії новітнім засобам повітряного нападу (ЗПН) та новим способам їхнього застосування приділяється значна увага. У роботі [1] обґрунтовано, що для ефективної протидії якісно новим ЗПН необхідно забезпечити можливість ведення боротьби з ними в усьому повітряному просторі України, а не лише в прикордонних районах та навколо важливих об'єктів. Показано, що для вирішення цього завдання доцільно залучати спеціально призначені для цього сили й засоби ППО. У роботах [2–4] проведений аналіз можливостей існуючих засобів протидії маловисотним, малошвидкісним та малорозмірним БпЛА, та зроблений висновок про необхідність створення нових дешевших засобів для протидії їм

з метою оптимізації балансу «вартість ЗПН – вартість боєприпасів для ураження ЗПН». У роботах [5], [6] зазначені тактичні переваги у формуванні та застосуванні мобільних груп і мобільних вогневих підрозділів порівняно зі штатними традиційними підрозділами як спосіб «асиметричного» реагування на ведення противником бойових дій «нетрадиційними» способами. У [7] розглянуті особливості оцінювання дій зенітних мобільних вогневих груп (МВГ) у складі системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття важливих об'єктів чи угруповань військ.

Невирішеним залишається питання обґрунтування оптимальної кількості та складу сил і засобів, а також доцільних способів їхнього застосування для протидії масованому удару з використанням БпЛА-камікадзе оперативно-тактичного призначення на маршрутах їхнього польоту над територією України без прив'язки до завдань прикриття конкретних об'єктів.

Мета статті полягає в обґрунтуванні шляхів підвищення ефективності протидії масованому застосуванню ударних БпЛА-камікадзе оперативно-тактичного призначення, визначення доцільного озброєння та способів застосування зенітних підрозділів для вогневого ураження БпЛА-камікадзе під час їхнього польоту над територією України незалежно від об'єктів, які були призначені для ураження.

Викладення основного матеріалу

Підвищення ефективності протидії масованому застосуванню ударних БпЛА-камікадзе можливе за рахунок оптимізації та гнучкого застосування різноманітних засобів ППО з максимальним використанням слабких сторін побудови і тактики застосування ударних БпЛА-камікадзе. Для досягнення цього необхідно забезпечити раціональне поєднання таких елементів системи ППО:

- системи вогню з урахуванням забезпечення балансу «вартість ЗПН – вартість боєприпасів для ураження ЗПН»;

- системи розвідки з урахуванням забезпечення своєчасності виявлення, визначення координат БпЛА та видачі цілевказання;

- системи управління з урахуванням оптимізації цілерозподілу з метою забезпечення балансу між можливостями відповідного засобу ППО та кількістю цілей, які одночасно перебувають у зоні його ураження.

Обґрунтування шляхів підвищення ефективності протидії масованому застосуванню ударних БпЛА-камікадзе проведемо на основі аналізу слабких сторін ударних БпЛА-камікадзе, з одного боку, та сильних сторін відповідних засобів ППО, з другого.

Аналіз досвіду бойового застосування ударних БпЛА-камікадзе, зокрема, «Shahed-136/131», у процесі

відбиття збройної агресії Росії проти України свідчить про наявність характерних тактичних особливостей їхнього застосування [8], [9]:

- вони застосовуються переважно в темний час доби;

- польоти здійснюються на малих (менше ніж 1000 м) та гранично малих (менше ніж 200 м) висотах;

- застосування відбувається групами до 12 БпЛА кожній, які виконують політ послідовно з певними проміжками часу між групами за однаковими або різними маршрутами, що забезпечує високу щільність удару по об'єкту, що прикривається;

- маршрути польотів, як правило, складаються з прямолінійних ділянок та пролягають, за можливості, в обхід зон виявлення та зон ураження засобів ППО, позиції яких розвідані противником завчасно або за результатами застосування хибних цілей (результатів польоту попередніх груп);

- довжина маршруту польоту БпЛА над територією України від державного кордону (лінії розмежування) до об'єкта ураження, розташованого в глибині території України, складає від 200 км до 600 км зі швидкістю до 200 км/год. Це відповідає часу польоту БпЛА над територією України не менш як одна година.

Особливості застосування ударних БпЛА-камікадзе, з одного боку, вимагають високої вогневої продуктивності засобів ППО, які забезпечують прикриття відповідних об'єктів (унаслідок високої щільності удару), а з другого – забезпечують достатньо часу для підготовки для застосування засобів ППО на маршрутах польоту БпЛА до об'єкта удару (внаслідок значного часу перебування БпЛА над територією України).

Наближення до об'єкта прикриття одночасно значної кількості ударних БпЛА може перевищити вогневу продуктивність засобів ППО, які здійснюють прикриття відповідного об'єкта. Для запобігання цьому необхідно забезпечити зменшення щільності удару шляхом поступового знищення БпЛА на маршрутах їхнього польоту під час наближення до об'єктів удару. Потенційна можливість успішності вирішення цього завдання зумовлена значним часом перебування БпЛА над територією України.

Використання малих та гранично малих висот під час польоту ударних БпЛА над територією України, з одного боку, ускладнює їх своєчасне виявлення засобами розвідки системи ППО, а з другого – зумовлює потенційну можливість застосування зенітних артилерійських установок та стрілецької зброї для ураження БпЛА замість зенітних ракетних комплексів.

Успішність застосування активних засобів ППО залежить від своєчасності виявлення й точності видачі цілевказання по БпЛА на вогневі засоби. Основними демаскуючими ознаками ударних БпЛА-камікадзе

типу «Shahed-136/131», які можуть використовуватися для його виявлення, є:

- радіолокаційна помітність, ефективна площа розсіювання складає не менше ніж 0,2 м² [10];
- акустична помітність, зумовлена роботою двигуна внутрішнього згорання, яка складає до 1,5 км по дальності та до 1 км по висоті [11], і тепла помітність;
- візуальна помітність у світлий час доби, зумовлена габаритами БпЛА.

Найдешевшими засобами боротьби з БпЛА, порівняно із зенітними ракетними комплексами, є артилерійські вогневі засоби та стрілецька зброя. Розгляньмо можливості зенітних установок та великокаліберних кулеметів щодо ураження ударних БпЛА-камікадзе типу «Shahed-136/131» під час їхнього польоту на малих та гранично малих висотах.

Основними показниками стрілецької зброї та зенітних установок, які зумовлюють їхню потенційну можливість здійснювати вогневе ураження БпЛА, (табл. 1) є:

- ефективна дальність стрільби;
- бойова швидкострільність;

- калібр кулі (снарядів);
- технічні характеристики розсіювання (згідно з таблицями стрільби, які визначають серединне відхилення по висоті (B_B), серединне бокове відхилення (B_B)) (рис. 1, табл. 1).

Для великокаліберного кулемету М2 Браунінг відомості щодо таблиць стрільби відсутні, але відомо, що розмір пристріляної групи не повинен перевищувати коло розміром 4 см при стрільбі з відстані 10 м [12], що відповідає радіусу кола, яке вміщує всі влучання $R_{100} = 2$ см. Відомо, що в інтервал $\pm 4 B_B$ ($\pm 4 B_B$) потрапляють 100% влучань [13]. За цих умов для кулемета М2 Браунінг можна оцінити площу кіл розсіювання 100% влучань за виразом:

$$S_{100}(D) = \pi(R_{100}(D))^2 = \pi \left(D \frac{R_{100}(10)}{10} \right)^2 = \pi 4 \cdot 10^{-6} D^2,$$

де $S_{100}(D)$ – площа кола, яке вміщує 100% влучань при дальності стрільби D ;

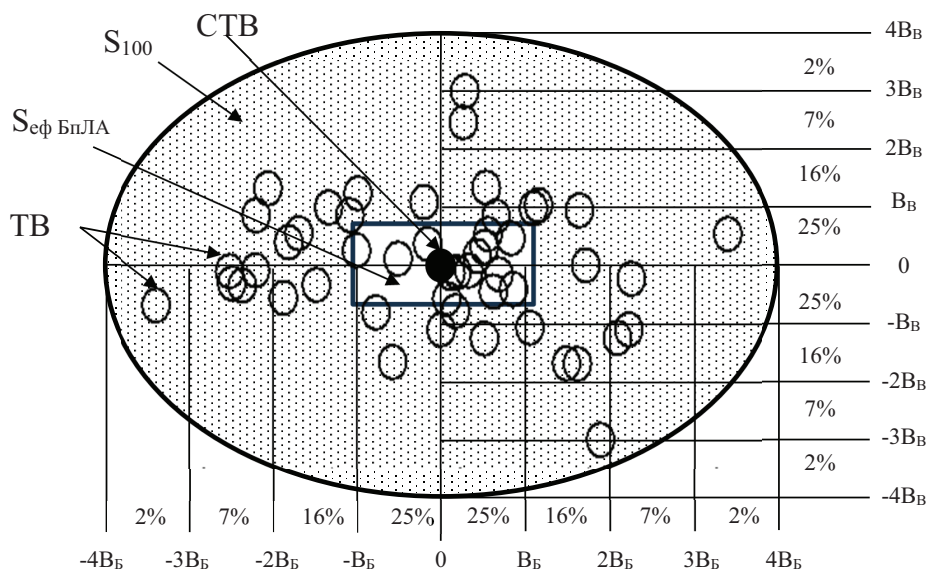


Рис. 1. Розсіювання точок влучання (ТВ) при обстрілі цілі відносно середньої точки влучання (СТВ)

Таблиця 1

Окремі характеристики зброї

| Тип зброї | Калібр кулі, мм | Прицільна дальність стрільби, м | Бойова швидкострільність, постріл/хв | Дальність до цілі, м / серединне відхилення, м | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | 200 | | 400 | | 800 | | 1000 | |
| | | | | B_B | B_B | B_B | B_B | B_B | B_B | B_B | B_B |
| Кулемет М2 Браунінг | 12,7 | 2000 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Кулемет ДШК | 12,7 | 2400 | 100 | 0,13 | 0,08 | 0,27 | 0,19 | 0,58 | 0,45 | 0,76 | 0,59 |
| Зенітна установка ЗУ-23-2 | 23 | 1500 | 400 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,6 | 0,4 | 0,8 | 0,5 |

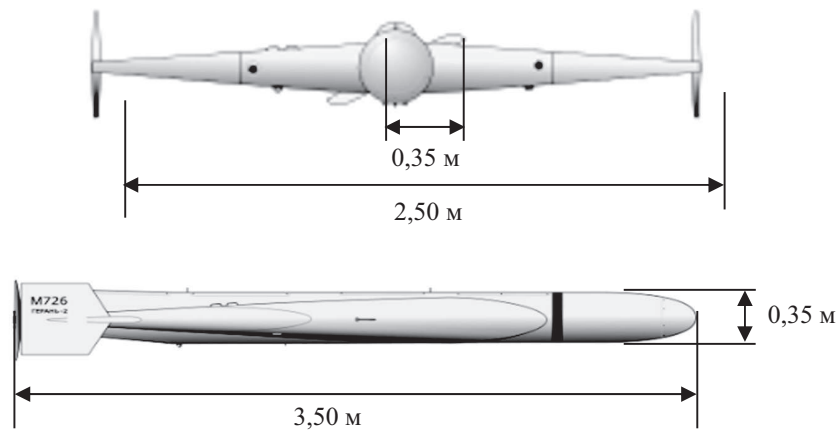


Рис. 2. Розміри ударного БпЛА-камікадзе «Shahed-136/131»

$R_{100}(D)$ – радіус кола, яке вміщує 100% влучань при дальності стрільби D ;

$R_{100}(10)$ – радіус кола пристріляної групи при дальності стрільби 10 м (вміщує всі влучання);

D – дальність стрільби, для якої оцінюється площа кола S_{100} .

Розміри ударного БпЛА-камікадзе «Shahed-136» наведені на *рисунок 2*.

Оцінювання ймовірності ураження ударного БпЛА-камікадзе типу «Shahed-136/131» доцільно здійснювати за умови влучання в центральну частину БпЛА (корпус) без урахування влучань у площину крил, оскільки в центральній частині зосереджена апаратура управління польотом, пошкодження якої призведе до унеможливлення подальшого польоту. Водночас влучання в площу крила може призвести лише до ускладнення подальшого польоту. Переріз центральної частини БпЛА-камікадзе типу «Shahed-136/131» має розмір $0,35 \times 3,5$ м (*рис. 2*) та площу $1,2$ м². БпЛА може спостерігатися стрільцем під різними ракурсами, отже, для оцінювання ймовірності влучання в центральну частину БпЛА припустимо, що значення ефективної площі силуету БпЛА, який спостерігається з боку стрільця, становить не менш ніж $S_{\text{еф}} \text{ БпЛА} = 0,6$ м², а його лінійні розміри не менші ніж $0,35$ м по висоті та $1,72$ м по фронту. Імовірність влучання одного пострілу в центральну частину БпЛА (P_1) за умови, що середня точка влучань (СТВ) збігається із центром БпЛА (*рис. 1*), визначимо за виразом:

$$P_1 = p_B p_B, \quad (2)$$

де p_B – ймовірність влучання одним пострілом з урахуванням розсіювання по висоті;

p_B – ймовірність влучання одним пострілом з урахуванням бокового розсіювання.

Значення ймовірностей p_B та p_B визначимо за допомогою сітки розсіювання по співвідношенню значень B_B , V_B (*табл. 1*) та відповідних лінійних розмірів силуету БпЛА (*рис. 1*, *рис. 2*).

Для кулемета М2 Браунінг у зв'язку з відсутністю таблиць стрільби ймовірність влучання одного пострілу в центральну частину БпЛА за умови, що СТВ збігається із центром БпЛА, визначимо за виразом:

$$P_1(D) = \frac{S_{\text{еф}} \text{ БпЛА}}{S_{100}(D)}, \quad (3)$$

де $P_1(D)$ – ймовірність одного влучання при дальності стрільби D .

У припущенні (для спрощення розрахунків), що попередні постріли не впливають на влучність наступних пострілів, ймовірність того, що із черги пострілів буде не менше ніж одне влучання в ціль визначимо за виразом:

$$P^n = 1 - (1 - P_1)^n, \quad (4)$$

де P^n – ймовірність одного влучання із черги пострілів;

n – кількість пострілів у черзі;

P_1 – ймовірність одного влучання з одного пострілу.

Результати розрахунків за виразами (1), (2), (3), (4) та кількість пострілів, які необхідно здійснити для забезпечення ймовірності одного влучання не менш ніж $0,9$ ($n_{0,9}$), та час (t), необхідний для здійснення $n_{0,9}$ пострілів, наведені в *таблиці 2*.

З аналізу даних *таблиці 2* видно, що залежно від дальності до цілі й типу зброї кількість пострілів, необхідна для забезпечення ймовірності одного влучання не менш ніж $0,9$, становить від 1 до 45. Час, потрібний для здійснення такої кількості пострілів, складає від $0,6$ с до 27 с. Ураховуючи, що швидкість польоту ударного БпЛА-камікадзе типу «Shahed-136/131» становить 50 м/с (180 км/год), то для забезпечення його

Таблиця 2

Характеристики розсіювання, кількість пострілів та ймовірність влучання

| Тип зброї | Дальність до цілі, м | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------|-------|----------------|-----------|-------|----------------|-----------|-------|----------------|-----------|-------|----------------|
| | 200 | | | 400 | | | 800 | | | 1000 | | |
| | p_B/p_B | P_1 | $n_{0,9}/t, c$ | p_B/p_B | P_1 | $n_{0,9}/t, c$ | p_B/p_B | P_1 | $n_{0,9}/t, c$ | p_B/p_B | P_1 | $n_{0,9}/t, c$ |
| Кулемет М2 Браунінг | – | 1 | 1/0,6 | – | 0,3 | 7/4,2 | – | 0,08 | 28/16,8 | – | 0,05 | 45/27 |
| Кулемет ДШК | 0,61/1 | 0,61 | 3/1,8 | 0,32/1 | 0,32 | 6/3,6 | 0,15/0,79 | 0,12 | 18/10,8 | 0,11/0,65 | 0,07 | 32/19,2 |
| Зенітна установка ЗУ-23-2 | 0,43/1 | 0,43 | 5/0,75 | 0,29/1 | 0,29 | 7/1,1 | 0,15/0,84 | 0,13 | 17/2,55 | 0,11/0,73 | 0,08 | 28/4,2 |

обстрілу чергою пострілів необхідно забезпечити супроводження його переміщення під час обстрілу.

Похибки в прицілюванні та дія інших чинників призводить до відхилення СТВ від центру цілі по висоті (ΔB) або фронту ($\Delta \beta$), що зменшує ймовірність влучання в ціль. Ступінь впливу відхилення СТВ від центру цілі на ймовірність влучання залежить від співвідношення значень серединних відхилень по висоті і фронту та лінійних розмірів силуету цілі, який спостерігаються з боку стрільця. Розрахуємо похибки в прицілюванні, які призводять до зменшення ймовірності одного влучання вдвічі. Для цього за допомогою сітки розсіювання, співвідношення значень B_B , V_B (табл. 1) та відповідних лінійних розмірів силуету БпЛА (рис. 1) визначимо відхилення СТВ від центру цілі (ΔB , $\Delta \beta$) та відповідні кутові відхилення ($\Delta \varepsilon$, $\Delta \beta$), які призводять до зменшення ймовірностей p_B та p_B у $\sqrt{2}$. Результати розрахунків наведені в таблиці 3.

З аналізу даних таблиці 3 видно, що максимальна похибка прицілювання за кутовими координатами (азимутом і кутом місця) має бути не більше $0,05^\circ$ (6 кутових хвилин) у режимі супроводження цілі за кутовими координатами під час її обстрілу. Обстріл цілі доцільно здійснювати з відстані не більш ніж 400 м, що забезпечить ймовірність одного влучання не менше ніж 0,9 при кількості пострілів не більше ніж 16. Забезпечення похибок прицілювання за кутовими координатами не більше ніж $0,05^\circ$ можливе лише в разі використання оптичних прицілів.

Таким чином, за результатами аналізу можливостей великокаліберних кулеметів і зенітних артиле-

рійських установок для вогневого ураження ударних БпЛА-камікадзе типу «Shahed-136/131» можна зробити такі висновки:

- влучання в ціль можливе за умови забезпечення її супроводження за кутовими координатами під час обстрілу;

- для забезпечення ймовірності одного влучання в корпус цілі (без урахування площі крил) не менше ніж 0,9 максимальні похибки прицілювання за кутовими координатами мають бути не більше ніж $0,05^\circ$ (6 кутових хвилин);

- обстріл цілі доцільно здійснювати з відстані не більше 400 м, що забезпечить мінімізацію витрат боеприпасів (не більше 16 на одне влучання в корпус із ймовірністю 0,9) та оптимізацію застосування за критерієм «ймовірність влучання – витрата боеприпасів»;

- прицілювання зброї має здійснюватися за допомогою автоматизованих оптичних (тепловізійних) приладів, які обладнані балістичним калькулятором та забезпечують можливість прицілювання по рухомих цілях та їхнє супроводження.

Виходячи з викладеного, типове оснащення мобільної вогневої групи доцільно мати в такому складі (рис. 3):

а) транспортний засіб (автомобіль підвищеної прохідності);

б) вогневий засіб (великокаліберний кулемет або зенітна установка);

в) засоби автоматизації прицілювання;

г) засоби зв'язку та передачі даних (LTE, StarLink).

З урахуванням оцінених вище можливостей вогневих засобів та забезпечення балансу «вартість ЗПН –

Таблиця 3

Похибки прицілювання, кількість пострілів та ймовірність влучання

| Тип зброї | Дальність до цілі, м | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------|--|---------------------|-------------------------|--|---------------------|-------------------------|--|---------------------|-------------------------|--|---------------------|
| | 200 | | | 400 | | | 800 | | | 1000 | | |
| | $\Delta B/\Delta B$, м | $\Delta \varepsilon/\Delta \beta$, град | $P_1/n_{0,9}/t$, c | $\Delta B/\Delta B$, м | $\Delta \varepsilon/\Delta \beta$, град | $P_1/n_{0,9}/t$, c | $\Delta B/\Delta B$, м | $\Delta \varepsilon/\Delta \beta$, град | $P_1/n_{0,9}/t$, c | $\Delta B/\Delta B$, м | $\Delta \varepsilon/\Delta \beta$, град | $P_1/n_{0,9}/t$, c |
| Кулемет ДШК | 0,19/0,79 | 0,05/0,23 | 0,3/7/4,2 | 0,37/0,71 | 0,05/0,1 | 0,16/14/8,4 | 0,79/0,75 | 0,06/0,05 | 0,06/38/22,8 | 1,1/0,88 | 0,06/0,05 | 0,03/76/45,6 |
| Зенітна установка ЗУ-23-2 | 0,27/0,78 | 0,08/0,22 | 0,2/11/1,7 | 0,4/0,7 | 0,05/0,1 | 0,14/16/2,4 | 0,8/0,77 | 0,06/0,06 | 0,06/38/5,7 | 1,1/0,8 | 0,06/0,05 | 0,04/57/8,5 |

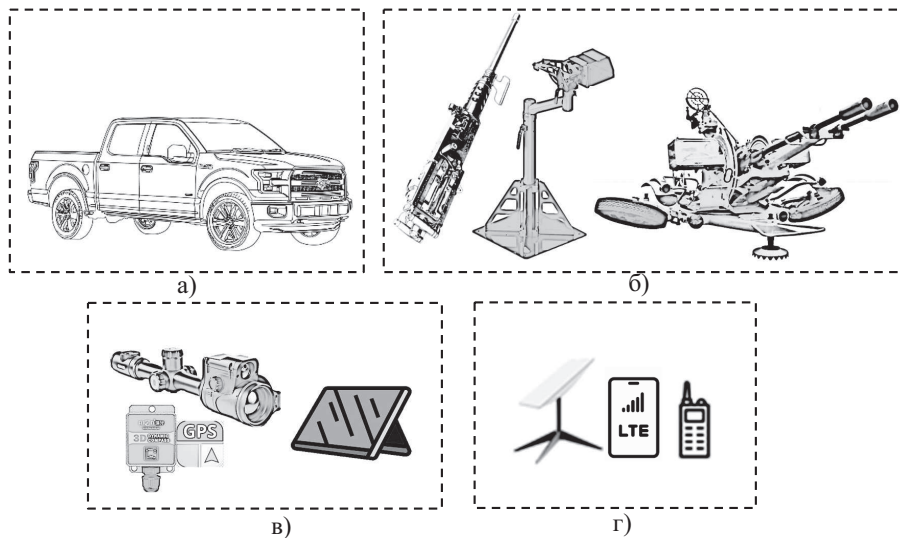


Рис. 3. Типове обладнання МВГ

вартість боєприпасів» ураження БпЛА доцільно здійснювати шляхом організації засідок із декількох МВГ на виявлених маршрутах польотів БпЛА. Припускаючи, що похибка визначення напрямку польоту БпЛА за даними розвідувальної інформації може досягати $\Delta D=1000$ м, система вогню, яка будується МВГ у засідках на маршрутах польоту БпЛА, може мати вигляд, наведений на *рисунку 4*.

Для забезпечення реалізації потенційних можливостей вогневих засобів щодо ураження БпЛА на маршрутах польоту створюється система розвідки повітряних цілей, яка має вирішувати такі завдання:

- завчасне виявлення БпЛА, визначення напрямків їхнього польоту з метою оповіщення та визначення районів організації засідок МВГ;
- видача цілевказання на засоби прицілювання вогневих засобів.

Для вирішення першого завдання доцільно використовувати розвідувальну інформацію, яка здобувається в загальній системі розвідки повітряного противника та оповіщення про нього за допомогою радіолокаційних, радіотехнічних, акустичних та інших засобів.

Для вирішення другого завдання доцільно використовувати мобільні радіолокаційні станції цілевказання (РЛС ЦВ) малої дальності, які діють поблизу вогневих позицій МВГ та видають цілевказання на засоби прицілювання МВГ. Варіант системи розвідки повітряних цілей в інтересах застосування МВГ по БпЛА на маршрутах польоту наведений на *рисунку 5*.

Автоматизована системи управління на основі інформації, яка здобувається системою розвідки, забезпечує оперативне створення системи вогню на маршрутах польоту виявлених БпЛА та управління вогневим ураженням БпЛА.

Висновки та перспективи подальших досліджень

На основі проведеного аналізу слабких сторін ударних БпЛА-камікадзе типу «Shahed-136/131» та сильних сторін артилерійської (стрілецької) зброї можна констатувати, що її застосування за певних умов може забезпечити підвищення ефективності протидії масованому застосуванню ударних БпЛА-камікадзе з урахуванням критерію «ефективність – вартість».

Основним способом протидії масованому застосуванню ударних БпЛА-камікадзе за допомогою артилерійської (стрілецької) зброї є поступове їх знищення

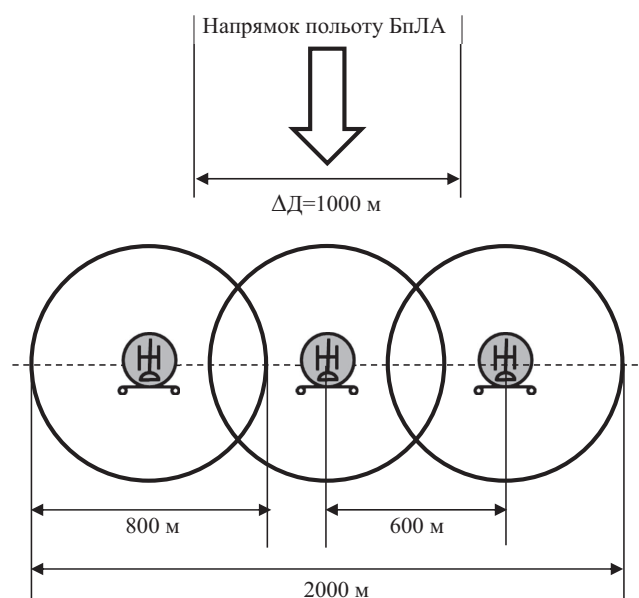


Рис. 4. Система вогню засідки МВГ на маршруті польоту БпЛА

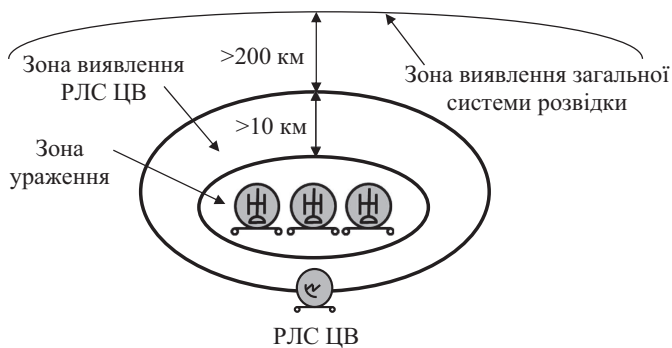


Рис. 5. Система розвідки повітряних цілей в інтересах застосування МВГ по БпЛА на маршрутах польоту

в процесі польоту над територією України до об'єктів удару.

Раціональним вирішенням цього завдання є створення МВГ для дій із засідок, які оперативно створюються на маршрутах польоту ударних БпЛА-камікадзе за даними оповіщення, одержуваними від системи розвідки повітряного противника.

Успішне вирішення завдання вогневого ураження ударних БпЛА-камікадзе в процесі їхнього польоту на малих та гранично малих висотах можливе за умови автоматизації прицілювання артилерійської (стрілецької) зброї по повітряних цілях за допомогою автоматизованих оптичних (тепловізійних) приладів, які обладнані відповідними балістичними калькуляторами і забезпечують супроводження повітряних цілей під час обстрілу, та радіолокаційних засобів малої дальності дії, котрі забезпечують можливість видачі цілевказання на засоби прицілювання.

Напрямок подальших досліджень полягає в удосконаленні алгоритму прицілювання зброї по повітряній цілі та алгоритму взаємодії автоматизованих оптичних (тепловізійних) приладів з радіолокаційними засобами видачі цілевказання.

Перелік літератури

1. Погляди на організацію протиповітряної оборони в сучасних умовах [Електронний ресурс] / В. В. Ткачов, В. В. Камінський, Г. С. Степанов, П. В. Оріховський // Наука і оборона. – 2021. – № 4. – С. 13–16. – Режим доступу : <https://doi.org/10.33099/2618-1614-2021-17-4-13-16>.

2. Munday R. Engagement of Low, Slow and Small Aerial Targets by GBAD : Final Report of NIAG SG-170 Study / R. Munday ; NATO Industrial Advisory Group. – [Brussels] : [NIAG], 2013. – 333 p.

3. Корощенко М. М. Протиповітряна оборона кораблів (катерів) Військово-Морських Сил України у «війні дронів»: проблеми та шляхи підвищення ефективності [Електронний ресурс] / М. М. Корощенко, О. Л. Харитонов, А. М. Гор-

дієнко // Системи озброєння і військова техніка. – 2020. – № 2 (62). – С. 18–23. – Режим доступу : <https://doi.org/10.30748/soivt.2020.62.02>.

4. Захист населених пунктів від ударних та диверсійно-розвідувальних безпілотних літальних апаратів [Електронний ресурс] / І. С. Афтаназів, Р. З. Стоцько, Л. І. Шевчук та ін. // Системи озброєння і військова техніка. – 2023. – № 1 (73). – С. 82–95. – Режим доступу : <https://doi.org/10.30748/soivt.2023.73.10>.

5. Гузченко С. В. Обґрунтування обсягу завдань, що вирішуються мобільними тактичними групами під час ведення бойових дій [Електронний ресурс] / С. В. Гузченко, Д. М. Козлов, С. М. Телюков // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2020. – № 1 (38). – С. 31–38. – Режим доступу : <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.38.03>.

6. Ярош С. П. Обґрунтування організації зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповань військ з застосуванням міжвидових мобільних вогневих підрозділів ППО [Електронний ресурс] / С. П. Ярош, Б. М. Рябуха, Р. А. Соломонович // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2020. – № 2 (39). – С. 77–82. – Режим доступу : <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.39.09>.

7. Пропозиції щодо оцінювання бойових дій зенітної мобільної вогневої групи / М. О. Єрмошин, О. В. Кулешов, О. В. Коломійцев, В. В. Шулежко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 1 (26). – С. 58–60.

8. Застосування безпілотних літальних апаратів збройними силами Російської Федерації у війні проти України [Електронний ресурс] / О. О. Олексенко, О. В. Авраменко, А. В. Федоров та ін. // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2022. – № 4 (49). – С. 37–42. – Режим доступу : <https://doi.org/10.30748/nitps.2022.49.05>.

9. Безпілотна авіація Ісламської республіки Іран і досвід її застосування в російсько-українській війні [Електронний ресурс] / С. І. Корсунов, А. Ф. Волков, С. В. Орехов та ін. // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2023. – № 2 (76). – С. 54–66. – Режим доступу : <https://doi.org/10.30748/zhups.2023.76.07>.

10. Дослідження радіолокаційних характеристик моделі баражуючого боеприпасу «Shahed-136» [Електронний ресурс] / О. І. Сухаревський, В. О. Василюк, С. В. Нечитайло та ін. // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2023. – № 2 (51). – С. 56–62. – Режим доступу : <https://doi.org/10.30748/nitps.2023.51.07>.

11. Ростопчин В. В. Ударные беспилотные летательные аппараты и противовоздушная оборона – проблемы и перспективы противостояния [Електронний ресурс] / В. В. Ростопчин // ResearchGate. – Режим доступу : <http://surl.li/fc9aka>.

12. Heavy Machine Gun M2 Series : Training Circular TC 3-22.50 / Headquarters, Department of the Army. – [Washington, DC] : [Headquarters, Department of the Army], 2017. – 256 p.

13. Стрільба артилерії : підручник / В. М. Петренко, В. Є. Житник, В. І. Макеєв та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2012. – 757 с.