

СТУДЕНТСЬКА НАУКОВА РОБОТА

за темою: Шляхи підвищення ефективності захисту важливих об'єктів від
терористичних дій з повітря

Шифр: “ОБ'ЄКТ”

Галузь знань: техногенна безпека

2020

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ..... | 3 |
| ВСТУП..... | 4 |
| РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ РОЗМІЩЕННЯ ЗАСОБІВ ФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ ПІД ЧАС ЗАХИСТУ ВАЖЛИВИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ТЕРОРИСТИЧНИХ ДІЙ З ПОВІТРЯ..... | 6 |
| 1.1 Короткий огляд основ застосування засобів фізичного впливу..... | 6 |
| 1.2 Розробка методика вибору місця розміщення ЗФВ під час захисту об'єкту від терористичних дій з повітря | 8 |
| РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУМІСНОСТІ ЗАСОБІВ ФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ І ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ВПЛИВУ..... | 12 |
| 2.1 Визначення сумісності дій засобів фізичного впливу та радіоелектронного впливу за рахунок аналізу їх сумісних дій..... | 12 |
| 2.2 Шляхи підвищення ефективності захисту важливих об'єктів від терористичних дій з повітря за рахунок сумісного застосування засобів фізичного впливу і засобів радіоелектронного впливу..... | 13 |
| ВИСНОВКИ..... | 22 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 23 |
| АНОТАЦІЯ | 25 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

| | | |
|------|---|---------------------------------|
| БпЛА | – | безпілотний літальний апарат |
| ВО | – | важливий об'єкт |
| ЗФВ | – | засоби фізичного впливу |
| ЗРЕВ | – | засоби радіоелектронного впливу |
| ППО | – | протиповітряна оборона |
| РЕБ | – | радіоелектронна боротьба |

ВСТУП

У світі на території більшості держав розміщено значну кількість небезпечних важливих об'єктів. Ступінь безпеки об'єкта встановлюється, виходячи з частки мирного населення, що потрапляє в зону можливого знешкодження при аварії на небезпечному об'єкті. Найбільш небезпечними об'єктами є об'єкти хімічної та атомної промисловості, арсенали та склади військового призначення [1].

Наслідки аварій на важливих об'єктах бувають достатньо суттєвими. Це може бути руйнування або знищення інфраструктури, завдання значних економічних втрат та найголовніше може призвести до втрати життя людини. Розвиток безпілотної авіації відкрив нові можливості для проведення терористичних дій з повітря по відношенню до важливих об'єктів [2, 3].

Так, на протязі 2015-2020 років у світі трапилось декілька випадків імовірного або підтверженого застосування БПЛА по важливим об'єктам. 29 жовтня 2015 року загорілися військові склади в місті Сватово (Україна), де було орієнтовно 3,5 тис. т боєприпасів різної модифікації. За даними Міністерства інфраструктури України, внаслідок надзвичайної ситуації загинуло четверо чоловік, було пошкоджено 59 багатоповерхових будинків, 581 приватний будинок та 21 об'єкт соціальної сфери.

Одним з найбільш відомих прикладів використання дронів для атаки на наземні і морські цілі стали події в Перській затоці. Єменські хусити 14 вересня 2019 року за допомогою БПЛА атакували нафтові об'єкти компанії Saudi Aramco в Абкайке і Хурайсе (Саудівська Аравія), які знаходяться на відстані не менше 900 км від Ємену. Результатом нападу стало спричинення достатньо вагомих фінансових збитків нафтовим компаніям.

Саме через це необхідно звертати більше уваги на захищеність даних об'єктів, у тому числі на захист їх від терористичних дій з повітря. Досвід провідних країн світу свідчить, що найбільш ефективним захистом об'єктів від терористичних дій з повітря є поєднання зусиль засобів спеціального призначення [4] для чого доцільно розглянути деякі питання сумісності цих

засобів при здійсненні захисту ВО від терористичних дій або нападу з повітря. Вивчення цих питань дозволить оцінити очікувані результати сумісних дій, а також розробити науково обґрунтовані рекомендації по їх ефективному застосуванню

Дослідження предметної області сумісності та сумісного використання в теоретичному плані припускає наявність абстрактних (типових) об'єктів із своїми зв'язками та взаємозв'язками, які створюються з метою ідеалізованого опису і дослідження можливих ситуацій та порядку дій за ними.

В даній роботі розглядаються питання сумісного застосування засобів фізичного і радіоелектронного впливу під час захисту ВО, методики визначення місць розміщення засобів фізичного впливу, що дозволяє оцінити очікувані результати сумісних дій, а також розробити науково обґрунтовані рекомендації по їх ефективному сумісному застосуванню у складі спеціальних груп та розробити пропозиції щодо їх спеціальних дій в різних умовах обстановки під час захисту та збереження ВО, що є новиною.

До засобів фізичного впливу можуть відноситись вогневі засоби, які знаходяться на озброєнні в збройних формуваннях та інших правоохоронних органах, дрони-перехоплювачі, рушниці з сітками та інші комерційні засоби.

До засобів радіоелектронного впливу можуть відноситись засоби радіоелектронної боротьби, електромагнітні рушниці та інші засоби на принципово нових фізичних принципах роботи.

Апробація роботи. Основні положення наукової роботи використані під час виконання науково-дослідної роботи “Сучасні пріоритети розвитку науки в Україні” (державний реєстраційний №0119U103930) в Міжнародному центрі з розвитку науки і технологій (м. Київ), обговорені 26 травня 2020 року під час III Міжнародної наукової конференції “Наукові дослідження: парадигма інноваційного розвитку” (Братислава-Відень) та практично реалізовані в ході виконання завдань в районі проведення операції Об'єднаних Сил військовою частиною А1964, про що складено акт реалізації.

РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ РОЗМІЩЕННЯ ЗАСОБІВ ФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ ПІД ЧАС ЗАХИСТУ ВАЖЛИВИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ТЕРОРИСТИЧНИХ ДІЙ З ПОВІТРЯ.

1.1. Короткий огляд основ застосування засобів фізичного впливу.

Розглянемо загальні питання застосування засобів фізичного впливу на літальні апарати, які можуть здійснювати терористичні дії з повітря, у т.ч. БПЛА.

Виконання завдань ЗФВ проводиться шляхом повітряного захисту, який здійснюється за певним планом, узгодженим за метою, завданням, місцем та часом і спрямованим на знешкодження літальних апаратів та протидії їх впливу по об'єктах захисту, або примушення його до відмови виконувати визначені завдання.

Основними складовими повітряного захисту об'єкту є: безпосередньо фізичний вплив на літальні апарати та маневр (зміна місця розміщення) ЗФВ. Повітряний захист об'єкту розпочинається з моменту виявлення або отримання інформації про появу літальних апаратів та закінчується його знешкодженням або припиненням впливу на нього .

Основними характеристиками повітряного захисту об'єкту є: тривалість та кількість літальних апаратів, що були знешкоджені.

Засоби фізичного впливу залежно від обстановки та завдань, що ними виконуються, можуть розміщуватись безпосередньо на місцевості, на транспортних засобах, на будівлях, тощо.

Місце розміщення засобів фізичного впливу повинно відповідати завданню, рівню об'єкту, що захищається, очікуваному впливу літальних апаратів та забезпечувати:

- а) зосередження основних зусиль на збереженні важливих об'єктів;
- б) найбільш повне використання можливостей зі знешкодження літальних апаратів;
- в) безперервність та зручність управління;

г) безперервну взаємодію з іншими засобами, залученими до захисту об'єкту;

д) швидке переміщення.

Для виконання завдань засобам фізичного впливу призначається, як правило, не менше 3-х місць для розміщення [5].

Загальні місця розміщення повинні відповідати наступним вимогам:

а) забезпечувати круговий огляд при кутах закриття у відповідальному секторі не більш як $0,5^\circ$;

б) мати видимі місцеві предмети для орієнтування на відстані не менш 1 000 м від них;

в) мати зручні під'їзні шляхи, які дозволяють швидко займати свої місця на місцевості;

г) у радіусі до 100 м від засобу не повинно бути каменів, щебеню, цегли та інших предметів, які можуть вражати особовий склад і сам ЗФВ під час його застосування.

Якщо мова йдеться про застосування засобів, що можуть знешкоджувати літальні апарати, тоді доцільно вести мову й про систему заходів, які необхідно провести для захисту об'єкту від терористичних дій з повітря, а саме:

1. На час проведення заходів по захисту ВО всі польоти літальних апаратів над об'єктом повинні бути заборонені.

2. Літальні апарати або їх уламки, в межах зони знешкодження ЗФВ, не повинні впасти на територію ВО. Моделювання, яке проведено, щодо зони падіння уламків дозволяють визначити небезпечні відстані місць розміщення засобів фізичного впливу [6].

3. Для розміщення ЗФВ необхідно мати заздалегідь обладнані місця вздовж усієї зони (периметру), яка призначена для захисту, або – на найбільш загрозливих напрямках [7].

4. Перед прийняттям рішення щодо організації захисту ВО від терористичних дій або нападу з повітря необхідно провести оцінювання розмірів об'єкта захисту та місцевості навколо нього.

Оцінювання об'єкту захисту повинно передбачати вивчення його характеру і геометричних розмірів, важливості його елементів, уразливості, прихованості. В результаті оцінювання об'єкту визначають найбільш імовірні способи дій літальних апаратів, напрямки зосередження зусиль, порядок і способи захисту об'єкту та його елементів.

Оцінювання місцевості визначає її загальний характер і вплив на можливі дії літальних апаратів, умови їх виявлення, особливо на малих та гранично малих висотах, наявність і стан доріг поблизу, тощо.

В кожному конкретному випадку ці фактори повинні бути враховані при побудові системи захисту об'єктів від дій з повітря.

5. Вибір місць розміщення на місцевості ЗФВ є досить складною задачею, що обумовлено значною кількістю умов і обмежень.

Кількість місць для розміщення може визначатись з розрахунку:

$$n = \left\lfloor \frac{L}{d} \right\rfloor, \quad (1.1)$$

де L – довжина зони (периметру), яка призначена для захисту;

d – відстань між місцями розміщення ЗФВ.

6. Для захисту об'єкту від терористичних дій з повітря може бути організовано чергування ЗФВ. Для виконання завдань доцільно скласти графік чергування цих засобів. Розробка графіку чергування вирішить проблеми регламентації роботи різних засобів фізичного впливу, допоможе зберегти ресурс та дозволить постійно володіти інформацією про обстановку, що складається навколо об'єкта захисту.

Отже, вважається за необхідність розробку методики вибору місця розміщення ЗФВ під час захисту об'єкту від терористичних дій з повітря.

1.2. Розробка методика вибору місця розміщення ЗФВ під час захисту об'єкту від терористичних дій з повітря

Методика вибору місця розміщення ЗФВ під час захисту об'єкту від терористичних дій з повітря ґрунтується на алгоритмі (рис. 1) який складається з

процедур і задач, що виконуються послідовно, в результаті вирішення яких формуються пропозиції по вибору місць розміщення ЗФВ.



Рис. 1. Алгоритм вибору місця розміщення ЗФВ під час захисту об'єкту від терористичних дій з повітря

Початковими даними для розрахунків відстані між ЗФВ (блок 1) є:

- типи літальних апаратів, що можуть застосовуватись по об'єкту захисту;
- географічні координати об'єктів захисту та їх просторові розміри;
- склад ЗФВ, що виділяються для захисту об'єкту;
- максимальна ефективність використання ЗФВ.

Початкові данні вибираються з підготовлених баз даних, які формуються заздалегідь або в процесі підготовки рішення (блок 1).

В блоці 2 здійснюється розрахунок області падіння уламків літального апарату після його знешкодження. Для виконання цього завдання використовується існуюча модель [8]. Розрахунок області падіння уламків літального апарату здійснюється з метою визначення необхідної відстані виносу місць розміщення ($d_{в.ЗФВ}$) від периметру об'єкта захисту. Аналіз результатів моделювання знешкодження літального апарату на всіх імовірно можливих швидкостях та висотах польоту показав, що відстань виносу місць розміщення повинна лежати в межах від 1 до 2 км від об'єкта захисту.

Серед рубежів, що обумовлюють роботу ЗФВ, найважливіше місце займає дальність до літального апарату від об'єкта захисту, при якій повинна бути поставлена задача на його знешкодження. Ця дальність залежить від того, якому засобу фізичного впливу ставиться задача, від висоти польоту літального апарату та часу роботи по виявленню і знешкодженню літального апарату, від дальності виносу зони знешкодження за межі об'єкта захисту.

Горизонтальна дальність від об'єкта захисту до рубежів постановки завдань зі знешкодження літальних апаратів визначається по формулах:

$$d_{р.п.з} = d_{в.ЗФВ} + V_{л.а} (t_{беш.під.ЗФВ} + t_{знеш.л.а}) \quad (1.2)$$

де $d_{р.п.з}$ – горизонтальна дальність від об'єкта захисту до рубежу постановки завдань;

$d_{в.ЗФВ}$ – дальність виносу місця розміщення ЗФВ від об'єкта захисту;

$V_{л.а}$ – швидкість літального апарату;

$t_{беш.під.ЗФВ}$ – час безпосередньої підготовки ЗФВ до знешкодження літального апарата;

$t_{знеш.л.а}$ – час на знешкодження літального апарату на границі зони знешкодження.

В блоці 3 проводиться розрахунок просторової зони можливого розміщення засобів фізичного впливу. Уламки літального апарата не повинні впасти на об'єкт захисту, тому знешкодження літального апарату повинно здійснюватися в середньому (в залежності від типу літального апарату) на відстані від 2 км і більш від об'єкта захисту. Виходячи з цього місця розміщення

ЗФВ повинні виноситись за територію об'єкту захисту на відстань від 1 км та більш. Чим більш відстань виносу місця розміщення ЗФВ, тим більш зростає імовірність збереження об'єкту захисту. З іншого боку, чим більша відстань місця розміщення ЗФВ від об'єкту захисту, тим більше засобів повинно бути залучено для його надійного захисту. На практиці кількість засобів, що можуть виконувати завдання обмежена [9]. Тому необхідно місця розміщення засобів фізичного впливу розміщувати максимально близько до об'єкта захисту, керуючись їх характеристиками та кількістю ЗФВ, що виділені для захисту об'єкта .

Після отримання значення необхідної відстані виносу місця розміщення ЗФВ за межі об'єкту захисту проводиться розрахунок необхідної кількості засобів фізичного впливу (блок 4).

Наступним кроком є реалізація алгоритму корекції розрахованих координат розміщення ЗФВ на основі аналізу цифрової карти місцевості (блок 5). Якщо рельєф або характер місцевості створюють перешкоди для розміщення ЗФВ, тоді здійснюється корекція місць їх розміщення. Реалізується програма відображення ЗФВ у відповідності із запропонованими місцями розміщення на електронній карті [10].

Для більш детального та якісного оцінювання розміщення ЗФВ в блоці 6, реалізовано алгоритм оцінювання ступеню захисту об'єктів засобами фізичного впливу. Оцінювання ступеню захисту об'єктів виконується у вигляді розрахункової таблиці з наведенням коефіцієнтів перекриття зон знешкодження та коефіцієнтів навантаження ЗФВ. Використовуючи цю інформацію (блоки 7-9) приймається остаточне рішення щодо місць розміщення ЗФВ.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУМІСНОСТІ ЗАСОБІВ ФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ І ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ВПЛИВУ

2.1 Визначення сумісності дій засобів фізичного впливу та радіоелектронного впливу за рахунок аналізу їх сумісних дій.

Для оцінювання впливу сумісності засобів фізичного та радіоелектронного впливу на ефективність їх сумісних дій необхідно розглянути сутність терміну “сумісність”, а також логічно пов’язати поняття і терміни, що відносяться до поняття “сумісність фізичного та радіоелектронного впливу”.

При цьому термінологічна система та її елементи-терміни повинні мати визначені властивості, які пред’являються до неї:

1. Системна обумовленість термінів, їх взаємозалежність, підлеглість за визначеною ознакою.
2. Однозначність в межах військовонаукових і загальнонаукових дисциплін.
3. Точність терміна, що не залежить від контексту.
4. Співвіднесення терміну лише з одним поняттям.
5. Короткість терміна і лексикографічний підхід до створення термінів.
6. Здібність термінології до розширення, уточнення та змін, можливість переходу терміну до позначення родового поняття.

Виходячи з перелічених вимог до термінології та аналізу існуючих основних спеціальних термінів під “зоною сумісних дій засобів фізичного впливу та засобів радіоелектронного впливу” розуміється територія, де вони розміщуються та повітряний простір, де здійснюється знешкодження і радіоелектронне придушення літальних апаратів.

Таким чином, застосування всіх можливостей, які стосуються використання засобів в зоні сумісних дій, доцільно розглядати як сукупність чотирьох складових частин:

1. “Інформаційна сумісність засобів фізичного впливу та радіоелектронного впливу” – як здатність проведення узгоджених одночасних дій

цих засобів в зоні сумісного чергування.

2. “Сумісність щодо умовного знешкодження літального апарату засобами фізичного та радіоелектронного впливу” – як здатність до узгоджених дій по літальним апаратам в зоні сумісних дій засобів фізичного та радіоелектронного впливу [11].

3. “Електромагнітна сумісність ефективного використання засобів фізичного впливу та радіоелектронного впливу” – як здатність радіоелектронних засобів одночасно функціонувати в реальних умовах експлуатації з потрібною якістю при впливі на них ненавмисних радіоперешкод и не створювати неприпустимих радіоперешкод іншим засобам [12].

4. “Сумісність по здійсненню ефективної зміни місць розміщення засобів фізичного та радіоелектронного впливу” – як здатність одночасного згортання, здійснення переміщення з врахуванням прохідності засобів та розміщення на новому місці.

Оцінка ефективності сумісних дій ЗФВ і ЗРЕВ у складі спеціальних засобів призначена для вирішення поставленого наукового завдання, досягнення мети дослідження і включає:

- вибір і обґрунтування показників ефективності використання ЗФВ та ЗРЕВ;
- дослідження залежності ефективності сумісних дій засобів ЗФВ і ЗРЕВ від формалізованих показників альтернативних варіантів застосування ЗФВ .

2.2. Шляхи підвищення ефективності захисту важливих об’єктів від терористичних дій з повітря за рахунок сумісного застосування засобів фізичного впливу і засобів радіоелектронного впливу.

У загальному плані наукове завдання дослідження сумісних дій засобів фізичного та радіоелектронної впливу в зоні захисту ВО є багатоваріантним. Кількість варіантів ($n_{\text{вар}}$) залежить від кількості та типів цих засобів і може бути визначене за співвідношенням:

$$n_{\text{вар}} = (N_{\text{ЗФВ}_i} + 1)(N_{\text{ЗФВ}_j} + 1)(N_{\text{ст.шум.п}} + 1)(N_{\text{ст.від.-ім.п}} + 1)\dots, \quad (2.1)$$

де $N_{зФВ_i}$ – кількість засобів фізичного впливу i -го типу;

$N_{зФВ_j}$ – кількість засобів фізичного впливу j -го типу;

$N_{ст.ш.п}$ – кількість станцій шумових радіоперешкод;

$N_{ст.від-імп.п}$ – кількість станцій відповідь-імпульсних радіоперешкод.

Склад засобів фізичного впливу і радіоелектронної впливу та порядок їх розміщення взаємообумовлені й тісно взаємозалежні. Цей взаємозв'язок викликаний, з одного боку тими методичними підходами, що існують до обґрунтування оптимального кількісного складу через необхідний порядок їх розміщення, з іншого боку тим, що будь-який склад засобів повинен бути розміщений відносно об'єкта захисту раціональним чином [13]. Ефективність сумісних дій залежить як від складу засобів, так і від порядку їх розміщення, параметрами якого є дальність місць розміщення засобів фізичного впливу ($d_{роз.зФВ}$) та засобів радіоелектронної впливу ($d_{роз.зРЕВ}$) від границь об'єкта захисту та взаємні відстані між засобами захисту ($D_{зФВ-зРЕВ}$, $D_{зФВ_i}$, $D_{зРЕВ_i}$).

Таким чином, виходить досить складний характер залежності ефективності дій ЗФВ та ЗРЕВ, яку можна представити у вигляді функціональної залежності:

$$E = f \{N_{зФВ}\} \Big|_{N_{зРЕВ}, d_{роз.зФВ}, d_{роз.зРЕВ}, D_{зФВ_i}, D_{зРЕВ_i}, D_{зФВ-зРЕВ} = \text{const.}} \quad (2.2)$$

$$E = f \{N_{зРЕВ}\} \Big|_{N_{зФВ}, d_{роз.зФВ}, d_{роз.зРЕВ}, D_{зФВ_i}, D_{зРЕВ_i}, D_{зФВ-зРЕВ} = \text{const.}} \quad (2.3)$$

Місця розміщення засобів підпорядковується вимогам завдання, тобто місця розміщення засобів фізичного впливу повинні знаходитись на такій відстані від границь об'єкта захисту, при якому забезпечується винос зони знешкодження засобу за рубіж з якого можливе виконання завдань літальним апаратом.

Для оцінки впливу максимальної ефективності використання ЗФВ та ЗРЕВ на ефективність їх сумісних дій повернемо до сутності терміну “сумісність”. Під “зоною сумісних дій ефективного використання ЗФВ та ЗРЕВ” розуміється територія, на якій вони розміщуються та де здійснюється знешкодження і радіоелектронне придушення літальних апаратів.

Межи зони визначаються розмірами зони знешкодження ЗФВ і зони радіоелектронного придушення літальних апаратів ЗРЕВ (рис.2).

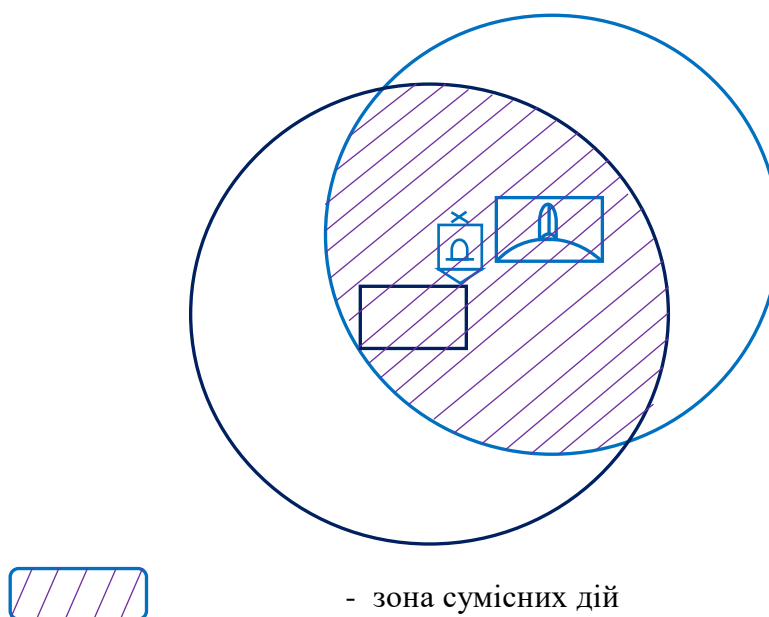


Рис. 2 До визначення поняття “Зона сумісних дій ефективного використання ЗФВ та ЗРЕВ”

Оцінка ефективності сумісних дій засобів фізичного та радіоелектронного впливу під час захисту ВО призначена для вирішення поставленого наукового завдання, досягнення мети дослідження і включає:

- вибір і обґрунтування показників ефективності сумісних дій засобів фізичного та радіоелектронного впливу;
- дослідження залежності ефективності сумісних дій засобів фізичного та радіоелектронного впливу від формалізованих показників альтернативних варіантів різного складу цих засобів.

Показник якості результату (ефективності) дій під час захисту важливих об’єктів в загальному випадку є m -мірним вектором, що включає три групи компонентів: досягнутий (очікуваний) ефект (g), витрати часу (t) і витрати ресурсів (c)

$$Y^m = [g^m, c^m, t^m], \quad (2.4)$$

де Y^m – ефективність дій;

m – чинники і умови, що визначають ефективність дій;

g^m – досягнутий (або очікуваний) корисний ефект;

c^m – витрати ресурсів;

t^m – витрати часу.

Найбільш адекватним цільовому призначенню засобів фізичного впливу під час захисту об'єктів від терористичних дій з повітря є показник кількості знешкоджених літальних апаратів від загальної кількості літальних апаратів, що були задіяні в нападі. Що стосується вибору показників співвідношення протиборчих сил, якнайповніше протиборство ЗФВ і літальних апаратів може відображати співвідношення:

$$\sigma_i = \frac{K_{\text{л.а.ЗФВ}_i} \max \left[1 - \left(1 - P_{\text{знеш.л.а.ЗФВ}_i} \right)^n \right] K_{\text{е.і.з}} N_{\text{ЗФВ}_i}}{D_{\text{г.п.з.знеш.ЗФ}_i} N_{\text{л.а}}} = \frac{K_{\text{б.п.ЗФВ}_i} K_{\text{е.і.з}}}{N_{\text{л.а}}}, \quad (2.5)$$

де $N_{\text{л.а.ЗФВ}_i \max}$ – максимальна кількість літальних апаратів ЗФВ i -го типу, що одночасно знешкоджуються;

$P_{\text{знеш.л.а.ЗФВ}_i}$ – імовірність знешкодження літальних апаратів ЗФВ i -го типу;

n – кількість витрачених ресурсів;

$K_{\text{е.і.з}}$ – коефіцієнт ефективності інформаційного забезпечення;

$N_{\text{ЗФВ}_i}$ – кількість ЗФВ i -го типу;

$D_{\text{г.п.з.знеш.ЗФВ}_i}$ – граничний параметр зони знешкодження ЗФВ i -го типу;

$N_{\text{л.а}}$ – кількість літальних апаратів задіяних до нападу на об'єкт захисту;

$K_{\text{б.п.ЗФВ}_i}$ – коефіцієнт бойового потенціалу ЗФВ i -го типу.

$$K_{\text{е.і.з}} = \frac{K_{\text{под.пом.м.р.}} K_{\text{маск}} (1 + N_{\Sigma_{\text{с.з}}}) N_{\Sigma_{\text{і.з}}}}{t_{\text{переб.ЗФВ}} (1 - t_{\text{з.і}})}, \quad (2.6)$$

де $K_{\text{под.пом.м.р}}$ – коефіцієнт подібності помилкових місць розміщення істинним;

$K_{\text{маск}}$ – коефіцієнт маскуванню об'єктів;

$N_{\Sigma_{\text{с.зах}}}$ – сумарна кількість сил та засобів захисту об'єкту від терористичних дій з повітря, які виконують заходи дезінформації;

$N_{\Sigma_{\text{i.з}}}$ – сумарна кількість інформаційних засобів у складі сил та засобів захисту об'єкту від терористичних дій з повітря, інформаційних потоків, що беруть участь в процесі збору;

$t_{\text{переб.ЗФВ}}$ – час перебування ЗФВ на місці розміщення;

$t_{\text{з.і}}$ – час збирання інформації.

Таким чином, знешкодження літальних апаратів під час захисту важливих об'єктів від терористичних дій з повітря розглядається як імовірнісний процес, що характеризується в першу чергу співвідношенням сил сторін.

У свою чергу, для оцінювання ефективного використання засобів радіоелектронного впливу по захисту об'єктів застосовується математичне сподівання числа літальних апаратів, на які здійснено радіоелектронний вплив (придушення) ЗРЕВ ($M_{\text{л.а.прид.ЗРЕВ}}$).

$$M_{\text{л.а.прид.ЗРЕВ}} = N_{\text{л.а.прид}} \Delta P_{\text{з.об}}, \quad (2.7)$$

де $N_{\text{л.а.прид}}$ – кількість літальних апаратів, на які здійснено радіоелектронний вплив (придушення);

$\Delta P_{\text{з.об}}$ – приріст імовірності збереження об'єкту, який дорівнює імовірності умовного знешкодження літальних апаратів, що визначається по залежності числа умовно знешкоджених літальних апаратів та розраховується по наступній формулі:

$$\Delta P_{\text{з.об}} = P_{\text{з.об}}^{\text{П}} - P_{\text{з.об}}^{\text{В}}, \quad (2.8)$$

де $P_{\text{з.об}}^{\text{П}}$ – імовірність збереження об'єкту захисту в умовах протидії засобам радіоелектронного впливу (постановки їм завад);

$P_{з.об}^B$ – імовірність збереження об’єкту захисту за відсутності протидії засобам радіоелектронного впливу.

Для випадку захисту об’єкту тільки ЗРЕВ вираз (2.8) можна перетворити до вигляду:

$$P_{ЗРЕВ} = 1 - e^{-N_{л.а.ЗРЕВ} \Delta P_{з.об} / N_{л.а}}, \quad (2.9)$$

де $P_{ЗРЕВ}$ – імовірність збереження об’єкту тільки ЗРЕВ;

$N_{л.а.ЗРЕВ}$ – кількість літальних апаратів ЗРЕВ;

$N_{л.а}$ – кількість літальних апаратів.

Аналіз співвідношень показує, що при оцінюванні ефективності дій враховуються тільки можливості ЗФВ або можливості по радіоелектронному впливу ЗРЕВ при фіксованій кількості літальних апаратів, що беруть участь у нападі на об’єкт захисту [14].

Тому, внаслідок вищезгаданого недоліку, для проведення дослідження пропонується перетворити залежність до вигляду, що дозволяє визначити показник ефективності сумісних дій:

$$P_i = 1 - e^{-\left(\frac{M_{знищ.л.а.ЗФВ}}{N_{л.а}} + K_{сум} \frac{M_{прид.л.а.ЗРЕВ}}{N_{л.а}} + K_{р.м} \frac{M_{знищ.л.а.м.в}}{N_{л.а}} \right)}, \quad (2.10)$$

де $M_{знищ.л.а.ЗФВ}$ – математичне сподівання числа знищених літальних апаратів ЗФВ;

$K_{суміс}$ – коефіцієнт сумісності ЗФВ та ЗРЕВ;

$M_{прид.л.а.ЗРЕВ}$ – математичне сподівання числа знищених літальних апаратів ЗРЕВ;

$K_{р.м}$ – коефіцієнт реалізації можливостей;

$M_{знищ.л.а.м.в}$ – математичне сподівання числа знищених літальних апаратів на малих висотах.

Отже, можна зробити висновок, що для оцінювання ефективності сумісних дій ЗФВ і ЗРЕВ вибрано узагальнений показник у вигляді математичного

сподівання числа літальних апаратів, які не виконали завдання, визначений у відносній величині (P_i) та розрахований по формулі (2.10). По значенню цього показника можливо оцінити результати дій ЗФВ і ЗРЕВ, які очікуються, рівень втрат літальних апаратів та ступінь виконання ними свого завдань.

Для розміщення засобів фізичного впливу на місці був використаний методичний прийом спрямованого перебору можливих варіантів складу засобів в рамках існуючої структури, з умовним розміщення ЗФВ на фіксованих відстанях між засобами (ЗФВ – ЗРЕВ) відносно об'єкта захисту.

Для реалізації цього прийому скористаємося співвідношенням:

$$D_{\text{ЗРВ-ЗРЕВ min}} = a \cdot J \quad (2.11)$$

де $D_{\text{ЗРВ-ЗРЕВ min}}$ – мінімальна дальність ЗФВ і ЗРЕВ від центра об'єкта захисту, при якому їх кількість, яка задана розташується рівномірно на інтервалах J ;

a – множник рівномірності.

Для ЗФВ і ЗРЕВ відносно один одного й об'єкта захисту скористаємося співвідношенням:

$$D_{\text{ЗРВ-ЗРЕВ min}} = D_{\text{вияв}} \leq 0,65 D_{\text{від.б.п. min}}, \quad (2.12)$$

де $D_{\text{вияв}}$ – дальність виявлення;

$D_{\text{від.б.п. min}}$ – мінімальна дальність відбиття боєприпасу.

$$D_{\text{від.б.п. min}} = V_{\text{л.а}} T_{\text{пад.б.п}} - \Delta + V_{\text{л.а}} T_{\text{знищ.л.а}}, \quad (2.13)$$

де $V_{\text{л.а}}$ – швидкість літального апарату, км/хв;

$T_{\text{пад.б.п}}$ – час падіння боєприпасу, що використовує літальний апарат, хв;

Δ – відставання боєприпасу, що використовує літальний апарат, км.

$T_{\text{знищ.л.а}}$ – час знищення літального апарату.

Для того щоб об'єкт був захищений засобами радіоелектронного впливу, необхідно розміщувати ЗРЕВ на відстані $D_{\text{ЗРЕВ}}$ яка повинна бути менше $D_{\text{ЗФВ-ЗРЕВ min}}$ та у найкращому разі, бути рівною нулю.

Однак зменшення виносу місць розміщення ЗРЕВ ($D_{ЗРЕВ}$) обмежується можливістю знищення об'єкта захисту при застосуванні зброї, яка самонаводиться на випромінювання ЗРЕВ. Умова, що визначає мінімальне та одночасно оптимальне значення $D_{ЗРЕВ}$ має такий вигляд:

$$D_{ЗРЕВ} \geq D_{\text{ураж.б.п}} + d_{\text{об.з}} + 3\sigma_{\text{с.кв.пом}}, \quad (2.14)$$

де $D_{\text{ураж.б.п}}$ – радіус ураження боєприпасами об'єкту захисту;

$d_{\text{об.з}}$ – радіус об'єкта захисту;

$\sigma_{\text{с.кв.пом}}$ – середня квадратична помилка зброї, яка самонаводиться.

Задача розрахунків відстані між місцями розміщення ЗФВ під час захисту об'єкту від терористичних дій з повітря розв'язується шляхом вибору місць розміщення ЗФВ в два етапи.

На першому етапі розробляються пропозиції щодо розміщення засобів фізичного впливу відповідно до вимог керівних документів та практики організації захисту важливих об'єктів без урахування рельєфу місцевості [14].

На другому етапі здійснюється корекція координат розміщення засобів фізичного впливу з урахуванням рельєфу та характеру місцевості, розташуванню місцевих предметів, що впливають на ефективність застосування ЗФВ по знешкодженню літальних апаратів, використовуючи можливості цифрових карт місцевості.

Проведений аналіз показав, що необхідно мати заздалегідь обладнані місця розміщення засобів фізичного та радіоелектронного впливу вздовж усієї зони (периметру), яка призначена для збереження, або – на найбільш важливих напрямках.

В кожному конкретному випадку ці фактори повинні бути враховані при побудові системи захисту об'єктів від терористичних дій з повітря.

Розроблені пропозиції були опрацьовані в комплексній моделі оцінки ефективності дій засобів фізичного впливу [15, 16].

Моделювання, яке проведено, дозволило отримати оцінки імовірності збереження об'єкту захисту у разі терористичних дій з повітря для типових безпілотних літальних апаратів на різних висотах (рис. 3)

Були обрані наступні висоти польоту криві 1-4:

1 – до 100 м;

3 – 500 – 1 000 м;

2 – 100 – 500 м;

4 – більш 1 000 м.

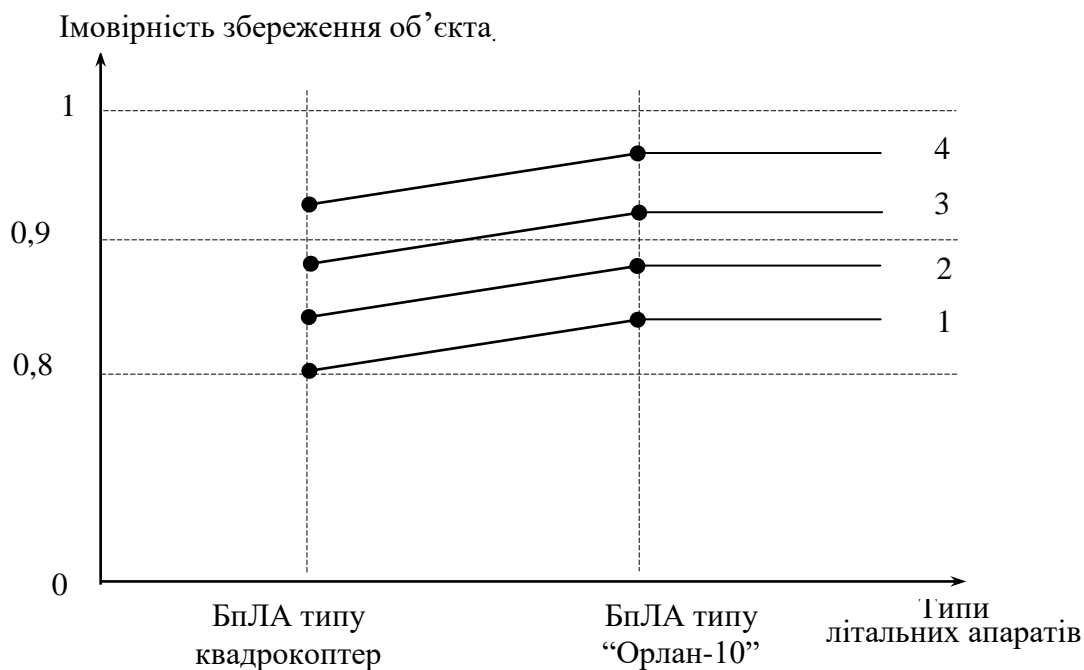


Рис. 3. Графік імовірності збереження об'єкта захисту

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновок, що застосування запропонованих пропозицій дозволить зберегти об'єкт захисту при здійсненні терористичної атаки з повітря з імовірністю від 0,8 до 0,99. Отже, застосовуючи дані пропозиції можливо суттєво забезпечити захищеність як об'єкту захисту, так і цивільного населення від повітряних дій терористів.

ВИСНОВКИ

1. Список критичних об'єктів для терористичних дій з повітря може бути різностороннім та включати важливі, у т.ч. вибухонебезпечні, об'єкти, які потребують надійного захисту.

2. Розроблені пропозиції щодо використання засобів фізичного впливу для захисту важливих об'єктів від терористичних дій з повітря в комплексній моделі оцінки ефективності дій ЗФВ дозволяють з впевненістю стверджувати, що використання даних пропозицій під час захисту об'єкту від терористичних дій дадуть змогу забезпечити його захищеність з імовірністю в межах від 0,8 до 0,99.

3. Відповідно до представленої методики розміщення засобів фізичного та радіоелектронного впливу по периметру об'єкту захисту на визначених відстанях дозволяють у в разі знешкодження літального апарату типу БпЛА та вертоліт, не призводить до їх падіння на територію ВО.

4. Використовуючи запропоновану методику вибору місця розміщення ЗФВ та ЗРЕВ під час захисту важливого об'єкту від терористичних дій з повітря можливо розробити такі пропозиції, використання яких дозволить забезпечити високу ступінь захищеність об'єкта захисту.

5. Для оцінювання ефективності сумісних дій засобів ЗФВ і ЗРЕВ вибрано узагальнений показник у вигляді математичного сподівання числа літальних апаратів, які не виконали бойове завдання, визначений у відносній величині (P_i). По значенню цього показника можливо оцінити результати дій засобів ЗФВ і ЗРЕВ, які очікуються, рівень втрат літальних апаратів та ступінь виконання ними завдань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Волков А. Ф. Шляхи підвищення ефективності захисту вибухонебезпечних об'єктів від дій з повітря / Волков А. Ф., Лезік О. В., Токар О. А., Галкін Ю. О. // Наукові дослідження: парадигма інноваційного розвитку : міжнар. наук. конф., 26 травн. 2020 р. : тези допов. – Братислава, 2020. – С. 45-49.
2. Floreano, D. and Wood, R.J. Science, Technology and the Future of Small Autonomous Drones. *Nature*, 2015, vol. 521, p. 460-466.
3. Abbot, C. Hostile Drones: the Hostile Use of Drones by Non-State Actors against British Targets [Study Report]. London: Remote Control Project, 2016, 20 p.
4. Сучасні пріоритети розвитку науки в Україні: п. 3.1 / Міжн. центр з розвитку науки і технологій; кер. Волков А. Ф.; викон. Лезік О. В., Токар О. А., Галкін Ю. О. – Київ, 2020. – державний реєстраційний №0119U103930.
5. Лезік О. В. Основні положення методики побудови бойового порядку зенітних засобів при прикритті вибухонебезпечних об'єктів / О. В. Лезік, С. М. Піскунов, А. Ф. Волков, В. В. Седзюх // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 4 (29). – С. 41-47.
6. Твердохліб М. М. Розрахунок зони розсіювання елементів літака ураженого зенітною керованою ракетою / М. М. Твердохліб, Н. Ш. Мікайлова, С. М. Піскунов, М. І. Оборонов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2012. – № 1 (7). – С. 67-69.
7. Волков А. Ф. Критерії оцінювання ефективності організації взаємодії під час ведення протиповітряної оборони військ / А. Ф. Волков, О. А. Яненко, С. А. Кравченко // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2019. – № 3 (61). – С. 7-11.
8. Сухаревський О. І. Scattering characteristic of Mi-8MT helicopter based on measured of object scale model in an anechoic chamber. Система обробки інформації. – Х. : ХНУПС, 2017. № 1(147). – С.109-114.
9. Городнов В. П. Моделирование боевых действий частей, соединений и объединений Войск ПВО. – Х. : ВИРТА, 1987. – 380 с.
10. Застосування інформаційно-розрахункової системи «Аргумент-2011»

для ведення бойових дій частин і засобів ППО СВ. Навч.-метод. посібник. Піскунов С. М., Ярош С. П., Чеканов А. В. та ін. – Х. : ХУПС, 2014. – 80 с.

11. Лезік О. В. Аналіз сумісності тактико-вогневих підрозділів ППО і тактико-спеціальних підрозділів РЕБ під час проведення АТО / О. В. Лезік, С. В. Орехов, Г. П. Косенко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2015. – № 3 (20). – С. 58-61.

12. ДСТУ 50293:2016. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Електромагнітна сумісність та стійкість радіоелектронних, електронних та електротехнічних засобів. – На заміну ГОСТ 23872 – 79; чинний з 2017-05-09. – К.: Держспоживстандарт України, 2017. – 47 с.

13. Лезік О. В. Підвищення ефективності прикриття вибухонебезпечних об'єктів за рахунок сумісного застосування тактико-вогневих підрозділів ППО і тактико-спеціальних підрозділів РЕБ / О. В. Лезік, С. В. Орехов, Г. А. Левагін, Д. В. Книш // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2018. – № 2 (31). – С. 167-173.

14. Лезік О. В. Розробка пропозицій щодо раціонального бойового застосування сумісних дій підрозділів ППО та РЕБ під час проведення АТО / О. В. Лезік, С. С. Рязанцев, Д. В. Книш // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2015. – № 4 (21). – С. 18-21.

15. Єрмошин М. О. Оцінка ефективності бойових дій зенітних ракетних військ : Навчальний посібник. – Х. : ХВУ, 2004. – 259 с.

16. Волков А. Ф. Критерії оцінювання ефективності організації взаємодії під час ведення протиповітряної оборони військ / А. Ф. Волков, О. А. Яненко, С. А. Кравченко // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2019. – № 3 (61). – С. 7-11.

АНОТАЦІЯ

студентської наукової роботи за шифром “ОБ’ЄКТ”

Розвиток безпілотної авіації відкрив нові можливості для проведення терористичних дій з повітря по відношенню до важливих об’єктів, що може призвести до суттєвих наслідків, як економічних та екологічних, так і до втрати життя людини.

У цьому контексті *актуальною є задача* забезпечення захисту важливих об’єктів, у тому числі їх захист від можливих терористичних дій з повітря.

Мета роботи – є оцінювання очікуваних результатів сумісних дій засобів фізичного впливу і засобів радіоелектронного впливу під час захисту важливих об’єктів від терористичних дій з повітря.

Завдання дослідження:

- 1) аналіз сумісності засобів фізичного впливу і засобів радіоелектронного впливу;
- 2) розробка методики вибору місця розміщення засобів фізичного впливу під час захисту об’єкту від терористичних дій з повітря;
- 3) вироблення науково обґрунтованих рекомендацій для ефективного сумісного застосування засобів фізичного впливу і засобів радіоелектронного впливу.

Методи дослідження – системний аналіз, математичне моделювання, методика вибору місця розміщення засобів фізичного впливу.

Структура роботи складається з двох розділів, висновків та списку літератури, яка використана при відпрацюванні матеріалу. Обсяг роботи складає 25 сторінок.

Ключові слова: СУМІСНІСТЬ, ЗАСОБИ ФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ, ЗАСОБИ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ВПЛИВУ, ВАЖЛИВИЙ ОБ’ЄКТ, ЛІТАЛЬНИЙ АПАРАТ