

УДК 621.45

В.В. Коваль

*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця*

## ДО ПИТАННЯ РОЗРАХУНКУ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АЕРОЗОЛЬНИХ УТВОРЕНЬ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД УДАРІВ ЛІТАКІВ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ ТА ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ СПОСОБІВ ЗАХИСТУ

*Розглянуто один із можливих підходів розрахунку ефективності застосування аерозольних утворень для захисту військ і об'єктів від ударів літаків тактичної авіації та вибору раціональних способів.*

**Ключові слова:** аерозольні утворення, ефективність, тактична авіація.

### Вступ

**Постановка завдання у загальному вигляді та його зв'язок із практичними заходами.** Стрімке підвищення можливостей літаків тактичної авіації (ТА) з питань розвідки і вогневого ураження у зв'язку із застосуванням високоточної зброї (ВТЗ) потребує перегляду питань щодо характеру та обсягів заходів захисту військових об'єктів від її ударів, у тому числі і застосування аерозолей [1, 2].

Під час застосування аерозолей для захисту військ і об'єктів від ударів ТА важливе значення має спосіб їх застосування. На сьогодні на практиці частини (підрозділи) аерозольної протидії (АП) застосовують аерозолі для захисту військ і об'єктів від ударів ТА, як правило, способом суцільних аерозольних завіс (АЗ), що пов'язано зі значними ресурсними витратами. Зазначений спосіб призначений в основному для захисту військ і об'єктів від некерованої зброї літаків. Це не сприяє повній реалізації можливостей частин (підрозділів) АП та потребує застосовувати аерозолі для захисту військ і об'єктів від ударів ВТЗ ТА противника способами, які утворюють малі за розмірами аерозольні утворення (АУ), а саме [3]: об'єктовими АЗ, аерозольними екранами, розплюванням місцевості, хибними АЗ, комбінованими (об'єктово-екранними) АЗ.

На вибір раціональних способів застосування АУ для захисту військових об'єктів від ударів ТА впливає низка факторів: характеристики зброї літаків ТА, своєчасність постановки АУ, тип і характер дії об'єкта аерозольного захисту, характеристики аерозольних засобів, умови застосування АУ тощо. Крім того, кожний із вищезазначених способів застосування АУ потребує різної кількості аерозольних засобів. Тому вибір раціональних способів застосування аерозолей повинен ґрунтуватися на кількісній оцінці ефективності аерозольного захисту в різних умовах обстановки для різних варіантів дій ТА з урахуванням витрат аерозольних засобів, що і обумовлює *актуальність* даної статті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням дослідження ефективності застосування АУ

для захисту військ і об'єктів від ударів ТА присвячена низка наукових робіт, виконаних В.І. Ізмалковим, В.П. Сюкревим, О.В. Хівричем, Є.В. Гаврилком та ін., які у свій час зробили вагомий внесок у розвиток теорії аерозольної протидії захисту. Але внаслідок бурхливого розвитку авіаційної ВТЗ запропоновані ними методики не в повній мірі дозволяють вирішувати завдання розрахунку ефективності застосування АУ для захисту військових об'єктів від ударів літаків тактичної авіації та вибору раціональних способів їх застосування. Тому **метою** статті є розкриття одного із можливих підходів до вирішення вказаного завдання.

### Виклад основних положень

Під час проведення оцінювання ефективності аерозольного захисту конкретного об'єкта від ударів літаків ТА практичне значення має задача визначення ймовірності ураження об'єкта бойовою головою уражаючого елемента ВТЗ літака без застосування АУ. Ймовірність ураження  $i$ -го об'єкта  $j$ -го типу бойовою головою  $W_{1ij}$  може бути визначена за допомогою відомих методик оцінки ефективності застосування засобів ураження по різних типах об'єктів [4]. В основу запропонованих в [4] методик покладена залежність ймовірності ураження об'єкта бойовою головою від потужності бойового заряду і характеристик розсіювання точок наведення (падіння) бойової головки.

Для спрощення практичних розрахунків ймовірність ураження  $i$ -го об'єкта  $j$ -го типу бойовою головою уражаючого елемента авіаційної ВТЗ доцільно визначати відповідно до запропонованого в [5] методичного підходу. Рішення задачі здійснюється в такій послідовності.

1. Задається ймовірність ураження об'єкта нарядом літаків  $P_{заліj}$ . Як правило, для проведення розрахунків  $P_{заліj}$  приймається рівною 0,8.

2. Для кожного  $i$ -го об'єкта  $j$ -го типу відповідно до [5] визначається наряд літаків для його ураження з заданою ймовірністю.

3. Визначається ймовірність ураження  $i$ -го об'єкта  $j$ -го типу одним літаком  $P_{1ij}$  з формули:

$$\lg(1 - P_{1ij}) = \frac{\lg(1 - P_{здij})}{z_{ij}} \quad (1)$$

4. Визначається кількість уражаючих елементів ВТЗ (КАБ, КАР), що застосовується одним літаком для ураження і-го об'єкта j-го типу  $k_{ij}$ . Для проведення розрахунків приймається кількість уражаючих елементів ВТЗ відповідно до бойового навантаження літаків F-16 уражаючих елементів ВТЗ або А-10А рівною 4 або 6. При цьому враховується, що по типовому об'єкту застосовуються елементи ВТЗ одного типу.

5. Визначається ймовірність ураження і-го об'єкта j-го типу об'єкта бойовою головою  $W_{1ij}$  без застосування АУ з формули:

$$\lg(1 - W_{1ij}) = \frac{\lg(1 - P_{1ij})}{k_{ij}} \quad (2)$$

Результати розрахунків ймовірності ураження і-го об'єкта j-го типу бойовою головою для типової кількості уражаючих елементів ВТЗ та різних варіантів ймовірності ураження об'єкта одним літаком наведено в табл. 1.

Ймовірність ураження і-го об'єкта j-го типу рядом літаків для різних способів застосування АУ визначається за формулою

$$P_{ij} = 1 - \left(1 - W_{1ij}^{ay}\right)^{k_{ij}z_{ij}} \quad (3)$$

де  $P_{ij}$  – ймовірність ураження і-го об'єкта j-го типу рядом літаків в умовах застосування АУ;  $W_{1ij}^{ay}$  – ймовірність ураження і-го об'єкта j-го типу одним уражаючим елементом ВТЗ в умовах застосування АУ;  $k_{ij}$  – кількість уражаючих елементів ВТЗ (КАБ, КАР), що застосовується одним літаком для ураження і-го об'єкта j-го типу (прийнято, що по типовому об'єкту застосовуються елементи ВТЗ одного типу), од;  $z_{ij}$  – кількість літаків, що наносять удар по і-му об'єкту j-го типу, од.

Задача вибору раціональних способів застосування АУ, як правило, зводиться до пошуку способів, які повинні забезпечувати максимально можливу ефективність застосування аерозолей для захисту військ і об'єктів від ударів літаків ТА при обмежених витратах [5].

Методики визначення витрат аерозольних засобів під час застосування АУ для захисту військ і об'єктів від ударів літаків ТА в тому чи іншому способі достатньо повно розкрито в [6, 7].

Способи застосування АУ повинні реагувати на різноманітні варіанти дій противника (в нашому випадку висоти застосування літаків). Виходячи з цього чисельні значення ймовірності ураження об'єктів в умовах застосування АУ доцільно звести у таблицю в якій кожний рядок характеризує ефек-

тивність s-го способу застосування АУ (ймовірність неуразення і-го об'єкта j-го типу рядом літаків) та витрати аерозольних засобів, а стовпчик – k-ї висоти застосування літаків (табл. 2).

Таблиця 1

Ймовірність ураження об'єкта бойовою головою

Ймовірність ураження і-го об'єкта j-го типу одним літаком $P_{1ij}$	Кількість уражаючих елементів ВТЗ $k_{ij}$ , од	Ймовірність ураження і-го об'єкта j-го типу уражаючим елементом ВТЗ $W_{1ij}$
0,8	4	0,3300
	6	0,2400
0,55	4	0,1800
	6	0,1250
0,42	4	0,1250
	6	0,0850
0,33	4	0,0950
	6	0,0650
0,28	4	0,0770
	6	0,0530
0,24	4	0,0650
	6	0,0440
0,20	4	0,0560
	6	0,0380
0,16	4	0,0490
	6	0,0330
0,15	4	0,0440
	6	0,0290
0,14	4	0,0400
	6	0,0265
0,13	4	0,0360
	6	0,0240
0,12	4	0,0333
	6	0,02224

Таблиця 2

Результати оцінки ймовірності ураження об'єкту літаками під час застосування аерозольних утворень

Способи застосування АУ, $A_s$	Витрати аерозольних засобів $Naep$ , од	Висоти завдання авіаційних ударів літаками тактичної авіації $H_k$ , м			
		H1	H2	...	Hk
A1	$Naep1$	$1-P_{ij11}$	$1-P_{ij12}$	...	$1-P_{ij1k}$
A2	$Naep2$	$1-P_{ij21}$	$1-P_{ij22}$	...	$1-P_{ij2k}$
...	...	...	...	...	...
$A_s$	$Naeps$	$1-P_{ijs1}$	$1-P_{ijs2}$	...	$1-P_{ijsk}$

Для прийняття рішення за отриманими результатами необхідно додатково сформулювати критерій вибору раціональних способів застосування АУ. Визначені таким чином способи будуть раціональні в сенсі прийнятого для їх порівняння критерію.

Відповідно до [5, 7] для вирішення задачі вибору раціональних способів застосування АУ для захисту військ і об'єктів від ударів літаків ТА при відомих показниках ефективності та невизначеності дій повітряного противника необхідно використовувати максимінний критерій, який ґрунтується на виборі найкращих із найгірших можливостей частин (підрозділів) аерозольної протидії. Максимінний критерій застосовується під час вибору варіанту певної системи, показники якої характеризують втрати системи від зовнішніх дій.

Поставимо завдання: на множині існуючих способів застосування АУ,  $A_s$ , які застосовуються для захисту  $i$ -го об'єкта  $j$ -го типу від удару літаків ТА на  $H_k$  визначити раціональні при обмеженому ресурсі аерозольних засобів  $N_{\text{аер}}$ .

Максимінний критерій прийняття рішення для вирішення даного завдання записується таким чином

$$A_{S_{ij}} = \max_s \min_k (1 - P_{ij}), \quad s = \overline{1, N}, k = \overline{1, L}, \quad (4)$$

де  $s$  – способи застосування АУ для захисту військ і об'єктів від ударів літаків ТА;

$k$  – висоти удару літаків ТА.

За результатами оцінки знаходимо мінімальне значення ймовірності неураження  $i$ -го об'єкта  $j$ -го типу нарядом літаків для кожної висоти застосування літаків ТА  $\min_k (1 - P_{ij})$ .

Серед отриманих  $\min_k (1 - P_{ij})$  визначаємо спосіб

$A_s$ , в якого ймовірність неураження об'єкта в умовах застосування АУ мінімальна, тобто

$$A_{S_{ij}} = \max_s \min_k (1 - P_{ij}).$$

При рівних значеннях ймовірності неураження об'єкта літаками ТА під час застосування АУ в  $s$ -х способах раціональними будуть ті, в яких витрати аерозольних засобів мінімальні. Тобто  $A_1 > A_2$  коли  $N_{\text{аер}1} < N_{\text{аер}2}$ .

## Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, запропонований підхід дозволяє обґрунтовувати раціональні способи для кожного конкретного об'єкта з врахування розрахунку ефективності застосування АУ та витрат аерозольних засобів. Напрямок подальших досліджень є обґрунтування раціональних способів комплексного захисту військових об'єктів від ударів літаків ТА противника.

## Список літератури

1. Досвід бойового застосування військ, зброї і військової техніки в локальних війнах і збройних конфліктах / М.М. Пальчук, М.М. Лобко: Навчальний посібник. – К.: НАОУ, 2001. – 117 с.
2. Високоточна зброя та основи захисту від неї: Навчальний посібник / В.В. Стрижевський, Д.В. Зайцев, В.П. Бабенко та ін. – К.: НАОУ, 2004. – 76 с.
3. Наставление по боевому применению Химических войск. Часть II. Рота, взвод, отделение. – М.: Воениздат, 1990. – 224 с.
4. Мильграм Ю.Г., Попов И.С. Боевая эффективность авиационной техники и исследование операций. – М.: ВВИА им. Жуковского, 1970. – 500 с.
5. Ануреев И.И., Татарченко А.Е. Применение математических методов в военном деле. – М.: Воениздат, 1967. – 243 с.
6. Элементы исследования складных систем военного назначения / О.М. Загорка, С.П. Мосов, А.И. Сбитнев та ін. – К.: НАОУ, 2005. – 100 с.
7. Средства аэрозольной маскировки / А.В. Титов, Э.И. Кныш, Н.П. Бондарец и др. / Под ред. А.В. Титова. – КВВКУХЗ, 1991. – 116 с.
8. Методика работы командиров и штабів, форми бойових документів із забезпечення РХБ захисту: Навчальний посібник / Л.Ф. Кузьменко, О.В. Хіврич, О.В. Джемжулей та ін. / Під ред. Р. М. Факадея – К.: НАОУ, 2002. – 172 с.
9. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.

Надійшла до редколегії 21.03.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. Г.В. Певцов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОЗОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВОЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ УДАРОВ САМОЛЕТОВ ТАКТИЧЕСКОЙ АВИАЦИИ И ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ

В.В. Коваль

*Рассмотрен один из возможных подходов расчета эффективности применения аэрозольных образований для защиты войск и объектов от ударов самолетов тактической авиации и выбора рациональных способов.*

**Ключевые слова:** аэрозольные образования, эффективность, тактическая авиация.

## TO QUESTION OF CALCULATION OF EFFICIENCY OF APPLICATION OF AEROSOL EDUCATIONS FOR PROTECTING OF MILITARY OBJECTIVES FROM SHOTS OF AIRPLANES OF TACTICAL AVIATION AND CHOICE OF PROTECTING RATIONAL METHODS

V.V. Koval

*One of possible approaches of calculation of efficiency of application of aerosol educations is considered for protecting of troops and objects from the shots of airplanes of tactical aviation and choice of rational methods.*

**Keywords:** aerosol educations, efficiency, tactical aviation.