

С.П. Ярош, О.О. Тесенчук

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИДІЇ ВИСОКОТОЧНІЙ ЗБРОЇ ПРОТИВНИКА ПІД ЧАС ОРГАНІЗАЦІЇ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПРИКРИТТЯ ОБ'ЄКТІВ ТА УГРУПОВАНЬ ВІЙСЬК

У статті приведений опис методики оцінювання ефективності протидії високоточній зброї противника під час організації зенітного ракетного прикриття об'єктів та угруповань військ, проведено обґрунтування показника та критерію захищеності об'єктів від ударів високоточної зброї.

**Ключові слова:** високоточна зброя, зенітне ракетне прикриття, критерій, ефективність.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Досягнення науково-технічного прогресу безпосередньо впливають на появу нових видів озброєння та військової техніки (ОВТ). Прийняття сучасних зразків ОВТ на озброєння військ передбачає виникнення нових форм і способів його застосування. Аналіз сучасних збройних конфліктів, що відбувалися протягом останніх десятиліть у різних регіонах світу, показує, що в переважній більшості з них вирішальна роль у досягненні військово-політичних цілей відводиться високоточній зброї (ВТЗ) як головному засобу нанесення точкових ударів, здатному вирішувати ті завдання, які раніше покладали на традиційні види озброєнь з масовим залученням живої сили. Командування збройних сил Росії, Китаю, США, країн НАТО та їх союзників надає перевагу високоточним засобам повітряного нападу, особливо на перших етапах повітряно-наземної операції. Перша широкомасштабна воєнна операція, в ході якої застосовувались сучасні крилаті ракети (КР), призначені для нанесення точних ударів по наземних об'єктах, була продемонстрована силами США в операції “Буря в пустелі” проти Іраку. Інтенсивність використання КР постійно збільшувалась, по мірі того, як виявлялись дійсні переваги високоточної зброї перед іншими видами озброєння. Так, в ході перших чотирьох днів операції “Буря в пустелі” на долю КР прийшлося тільки 16 % ударів, однак через 2 місяці компанії цей показник склав 55 % загальної кількості всіх нанесених повітряних ударів.

На сьогодні є показники і критерії, які дозволяють оцінити ефективність застосування звичайної зброї [1; 2; 4]. В той же час не існує методики оцінювання ефективності боротьби з високоточною зброєю противника (ВТЗП), тому обґрунтування та розробка такої методики дозволить дійсно оцінити можливості ВТЗ при організації зенітного ракетного

прикриття підрозділами ЗРВ, озброєними зенітними ракетними комплексами (ЗРК) середньої дальності.

**Метою статті** є обґрунтування показників і критерію, та розробка методики оцінювання ефективності протидії ВТЗП під час організації зенітного ракетного прикриття об'єктів та угруповань військ.

### Виклад основного матеріалу

При розробці методики оцінювання ефективності протидії високоточній зброї противника під час організації зенітного ракетного прикриття військ та об'єктів як основні приймаються такі допущення:

– для кожного складного групового об'єкту відомий набір критичних комбінацій елементарних цілей, знищення яких призводить до поразення об'єкта;

– для кожної елементарної цілі, що входить у критичну комбінацію, противнику за даними засобів розвідки різних типів стали відомі координати її місцеположення й геометричні розміри;

– поразення елементарної цілі виникає у разі прямого влучення ВТЗ та накриття її наведеною зоною поразення;

– елементарна ціль представляє собою прямокутник з точкою прив'язки географічних координат в її центрі;

– наведення засобів поразення здійснюється у точку прив'язки географічних координат елементарної цілі;

– розсіювання засобів поразення є нормальним відносно точки прицілювання (наведення) з нульовою систематичною помилкою;

– наведена зона поразення засобів поразення представляє собою прямокутник, сторони якого паралельні головним осям розсіювання.

Зазначені допущення практично не відрізняються від прийнятих у теорії бойової ефективності [5] і дозволяють цілком коректно розв'язувати поставлену задачу.

При визначенні ймовірності поразення об'єкту [4]:

$$P_{\text{пор}} = \frac{G \bar{V}_Y \bar{V}_Z}{L_{цУ} L_{цЗ}} \quad (1)$$

за показник для оцінювання ефективності протидії високоточної зброї противника під час організації зенітного ракетного прикриття військ та об'єктів пропонується використовувати показник  $G$  – ймовірність пробиття захисту елементарної цілі з урахуванням вжитих заходів протидії.

Даний показник характеризує незахищеність об'єкту і змінюється в діапазоні від 0 до 1. Цілком захищений об'єкт характеризується величиною  $G = 0$ , якщо об'єкт не має захисту, то  $G = 1$ .

Природа захисту об'єкту від ВТЗ може бути різною:

- побудова заглиблених залізобетонних укриттів, які не можуть бути зруйновані в результаті підриву бойової частини ВТЗП;

- створення системи удаваних позицій, ступень правдоподібності яких не дозволяє засобам розвідки противника визначити, яка з цих позицій зайнята підрозділом;

- здійснення маневру з метою ухилення від удару ВТЗП завдяки вчасному виявленню факту застосування засобу поразення по позиції підрозділу, мінімізації часу його згортання та маневру.

Показниками, які можуть охарактеризувати зазначені заходи захисту, можуть бути:

- ймовірність пробивання перешкоди високоточним засобом поразення

$$P_{\text{проб}} = \begin{cases} 0 & \text{– захищений залізобетоном в споруді;} \\ 0,5 & \text{– захищений польовими спорудами;} \\ 1 & \text{– не має захисту;} \end{cases} \quad (2)$$

- ймовірність виявлення ЗРК засобами розвідки повітряного противника [3]:

$$P_{\text{виявл}} = \frac{(1 - K_{\text{маск}})W}{1 + \xi n_{\text{уд.п}}}, \quad (3)$$

де  $K_{\text{маск}}$  – коефіцієнт, враховуючий ступінь маскування елементів ЗРК на стартових позиціях ( $0 < K_{\text{маск}} \leq 1$ );  $W$  – ймовірність виявлення елементів ЗРК на позиції бортовою апаратурою розвідки літальних апаратів;  $\xi$  – ступінь правдоподібності удаваних позицій ( $0 < \xi \leq 1$ );  $n_{\text{уд.п}}$  – кількість удаваних позицій;

- ймовірність виходу підрозділу із під удару після застосування ВТЗП по позиції підрозділу завдяки своєчасному виявленню моменту пуску ВТЗП і залишенню позиції, по якій здійснено пуск ВТЗП

$$P_{\text{ухил}} = P_{\text{виявл.ВТЗП}} P_{\text{вч.зал}} \quad (4)$$

де  $P_{\text{виявл.ВТЗП}}$  – ймовірність виявлення ВТЗП противника, запущеного в напрямку позиції вогневого

підрозділу ППО;  $P_{\text{вч.зал}}$  – ймовірність вчасного залишення позиції вогневим підрозділом;

$$P_{\text{вч.зал}} = 1 - e^{-\frac{T_{\text{пол.ВТЗП}}}{T_{\text{вч.зал}}}}, \quad (5)$$

де  $T_{\text{пол.ВТЗП}}$  – час польоту ВТЗП від моменту виявлення до моменту поразення позиції;  $T_{\text{зал.п}}$  – час залишення позиції, який дорівнює сумі часу на оповіщення про застосування ВТЗП по позиції ( $T_{\text{оп.ВТЗП}}$ ) та часу на згортання комплексу ( $T_{\text{зг.підр}}$ ):

$$T_{\text{зал.п}} = T_{\text{оп.ВТЗП}} + T_{\text{зг.підр}} \quad (6)$$

Отже, удосконалений показник незахищеності об'єкту від ударів ВТЗП може бути обчислений як

$$G = P_{\text{проб}} P_{\text{уд}} (1 - P_{\text{вч.зал}}) \quad (7)$$

Чим менша ймовірність пробивання захисної споруди об'єкту, ймовірність удару по дійсній позиції, та чим більша ймовірність вчасного залишення позиції, тим менший показник незахищеності об'єкту, а отже й менша ймовірність поразення об'єкту.

Для визначення критерію ефективності протидії високоточної зброї противника під час організації зенітного ракетного прикриття військ та об'єктів необхідно здійснити розрахунки досяжних значень введених показників для конкретних заданих умов (тип підрозділу ЗРВ, наявність засобів розвідки повітряних цілей та їх характеристики, тип засобів повітряного нападу).

При обґрунтуванні оперативно-тактичних вимог до зенітного ракетного комплексу важливе значення має завдання забезпечення необхідного рівня живучості в прогнозованих умовах ведення бойових дій. Підвищення живучості досягається традиційними методами дублювання, резервування, бронювання і взаємного екранування, заснованими на сучасних науково-технічних досягненнях.

Також важливим фактором забезпечення живучості підрозділу ЗРВ, озброєного певним типом ЗРК, є його скритність.

Під скритністю підрозділу ЗРВ розуміється властивість елементів ЗРК протидіяти виявленню, встановленню місцезнаходження, характеристик і бойової приналежності засобами розвідки, що встановлюються на борту пілотуємих і (або) безпілотних ударних ЗПН противника.

На практиці скритність досягається зниженням помітності елементів ЗРК в оптичному, тепловому і радіолокаційному діапазонах хвиль, а також дотриманням режиму радіотиші та обмеженнями в роботі радіоелектронних засобів, що входять до складу ЗРК.

У процесі бойового застосування скритність ЗРК забезпечується, крім того, правильним вибором позиції, їх інженерним обладнанням, дотриманням правил скритності функціонування, обладнанням запасних і удаваних позицій.

Найбільш повною характеристикою скритності підрозділу ЗРВ в умовах протидії ЗПН противника буде ймовірність виявлення ЗРК засобами розвідки повітряного противника.

Прийемо, що за умови виявлення позиції ЗРК, буде нанесений удар, тому  $P_{\text{виявл}} = P_{\text{уд}}$ :

$$P_{\text{уд}} = \frac{(1 - K_{\text{маск}})W}{1 + \xi n_{\text{уд.п}}}$$

Ймовірність удару по елементах ЗРК на дійсній позиції залежить від характеристик помітності елементів ЗРК, тривалості ведення розвідки, дальності дії, типу та тактико-технічних характеристик (ТТХ) засобів розвідки повітряного противника.

Коефіцієнт, враховуючий ступінь маскування прийемо рівним 0,5.

Для оцінки цієї ймовірності може використовуватися формула (3), в якій вихідним параметром являється максимальна дальність виявлення типової наземної цілі ( $D_{\text{max}}$ ) [3]:

$$W(D) = \frac{1}{e \left( \frac{D}{D_{\text{max}}} \right)^\beta}, \quad (8)$$

де  $\beta = 1$  – для оптичних, інфрачервоних і телевізійно-оптичних засобів виявлення;  $\beta = 2$  – при виявленні радіовипромінювальних цілей (об’єктів) радіотехнічними засобами;  $\beta = 4$  – для радіолокаційних засобів виявлення.

Проаналізувавши сучасні засоби виявлення, а також ТТХ сучасних літаків, порівнявши зону поразення ЗРК і рубежі виявлення засобами розвідки ЗПН, можна припустити, що при використанні противником оптичних, інфрачервоних і телевізійно-оптичних приладів відношення  $D/D_{\text{max}}$ , буде не більше ніж 1/3, радіотехнічних засобів – не більше 1/2, радіолокаційних засобів – не більше 2/3.

Результати розрахунків ймовірності виявлення для прийнятих припущень наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Ймовірність удару по дійсній позиції елементів ЗРК різними типами засобів розвідки

$P_{\text{уд}}$	$W = 0,72$	$W = 0,78$	$W = 0,82$
$P_{\text{уд}}$ , при $\xi = 0$	0,36	0,39	0,41
$P_{\text{уд}}$ , при $\xi = 0,5$	0,14	0,16	0,16
$P_{\text{уд}}$ , при $\xi = 1$	0,09	0,1	0,1

Ймовірність удару по дійсній позиції буде залежати від типу засобів розвідки на літальному апараті. Для розрахунку виберемо вже розраховані в табл. 1 показники, при застосуванні противником радіолокаційних засобів розвідки з коефіцієнтом правдоподібності 0,5, тому  $P_{\text{уд}}$  буде рівним 0,16.

Так як в польових умовах досягти захисту підручними засобами від ВТЗП дуже складно, тому

прийемо ймовірність пробивання перешкоди за одиницю –  $P_{\text{проб}} = 1$ .

Визначення критерію захищеності підрозділу ЗРВ від удару високоточних засобів поразення проведемо для умов зображених на рис. 1.

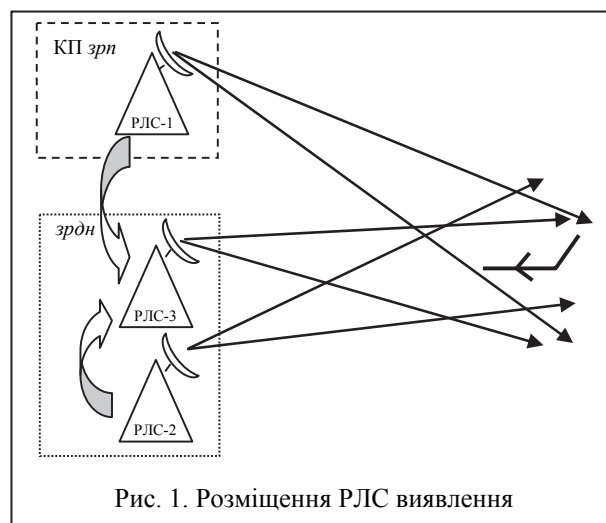


Рис. 1. Розміщення РЛС виявлення

Для ухилення підрозділу із під удару після застосування ВТЗП по позиції необхідно завчасно виявити момент застосування ВТЗП по підрозділу і встигнути залишити позицію, по якій здійснено пуск ВТЗП.

За ВТЗП прийемо КР, швидкість польоту ВТЗП приймаємо рівною 250 м/с. Дальність виявлення КР різними засобами розвідки наведена в табл. 2.

Таблиця 2

Дальність виявлення крилатих ракет на різних висотах засобами розвідки підрозділів ЗРВ

Засіб розвідки	Дальність виявлення крилатої ракети для різних висот її польоту, км				
	25 м	50 м	100 м	150 м	200 м
РЛС-1	10	15	20	25	30
РЛС-2	10	30	45	50	55
РЛС-3	20	40	60	65	70

У табл. 3 наданий час польоту КР до позиції вогневого підрозділу ЗРВ після її виявлення на різних висотах засобами розвідки.

Таблиця 3

Час польоту КР до позиції вогневого підрозділу ЗРВ після її виявлення на різних висотах засобами розвідки

Засіб розвідки	Час польоту КР до позиції підрозділу ЗРВ після її виявлення на максимальній дальності засобами розвідки, с				
	25 м	50 м	100 м	150 м	200 м
РЛС-1	40	60	80	100	120
РЛС-2	40	120	180	200	220
РЛС-3	80	160	240	260	280

Час оповіщення ( $T_{оп.ВТЗП}$ ) при роботі від різних джерел інформації приймемо рівним:

- при оповіщенні з КП зрп (РЛС-1) – 30 с;
- при виявленні цілі допоміжними засобами розвідки зрдн (РЛС-2) – 10 с;
- при виявленні цілі власними засобами (РЛС-3) – 0 с.

Час згортання ( $T_{зг.ЗРК}$ ) становить:

- мінімальної конфігурації ЗРК – 250 с;
- повного складу ЗРК – 800 с.

Враховуючи наведений час оповіщення та час згортання ЗРК, час залишення позиції ( $T_{зал.п}$ ) підрозділами ЗРВ дорівнює:

- при оповіщенні з КП зрп (РЛС-1) – 280 с (830 с – при згортанні повної конфігурації ЗРК);
- при оповіщенні про атаку допоміжними засобами розвідки (РЛС-2) – 260 с (810 с);
- при самостійному виявленні цілі (РЛС-3) – 250 с (800 с).

У табл. 4 наведені розрахунки ймовірності вчасного залишення позиції підрозділом при ударі по позиції КР, які виявляються власними засобами розвідки.

Таблиця 4

Ймовірність вчасного залишення позиції підрозділом при ударі по позиції КР, які виявляються власними засобами розвідки

Засіб розвідки	Ймовірність вчасного залишення позиції підрозділом С-300ПС при ударі по позиції КР, які виявляються власними засобами розвідки				
	25 м	50 м	100 м	150 м	200 м
Оповіщення про удар ВТЗП від КП зрп (РЛС-1)					
РЛС-1	$T_{зал.п} = 280$ с				
	0,13	0,19	0,25	0,3	0,35
	$T_{зал.п} = 830$ с				
	0,047	0,07	0,092	0,11	0,13
Оповіщення про удар ВТЗП додатковими засобами розвідки (РЛС-2)					
РЛС-2	$T_{зал.п} = 260$ с				
	0,14	0,37	0,5	0,53	0,57
	$T_{зал.п} = 810$ с				
	0,048	0,14	0,2	0,22	0,24
Самостійне виявлення (РЛС-3) факту удару ВТЗП					
РЛС-3	$T_{зал.п} = 250$ с (згортання ЗРК)				
	0,27	0,47	0,62	0,65	0,67
	$T_{зал.п} = 800$ с (згортання системи)				
	0,095	0,18	0,26	0,28	0,29

Аналіз результатів, наведених в табл. 4, показує, що вчасно залишити позицію при виявленні удару високоточної зброї можливо лише у випадку дотримання балансу часу між виявленням удару ВТЗ і часом оповіщення та залишення позиції (зна-

чення показника наведене в заштрихованих чарунках).

Результати розрахунку показника незахищеності наведені в табл. 5.

Виходячи з розрахунків можна зробити висновок, що як критерій незахищеності підрозділу ЗРВ, озброєного ЗРК середньої дальності, для заданих умовних вихідних даних буде не перевищення його значення величини 0,056. Для інших умов критерій незахищеності буде іншим.

Таблиця 5

Розрахунок показника незахищеності

Засіб розвідки	G – показник незахищеності				
	25 м	50 м	100 м	150 м	200 м
Оповіщення про удар ВТЗП від КП зрп (РЛС-1)					
РЛС-1	$T_{зал.п} = 280$ с				
	0,14	0,13	0,12	0,11	0,1
	$T_{зал.п} = 830$ с				
	0,152	0,149	0,145	0,14	0,139
Оповіщення про удар ВТЗП додатковими засобами розвідки (РЛС-2)					
РЛС-2	$T_{зал.п} = 260$ с				
	0,137	0,1	0,08	0,075	0,068
	$T_{зал.п} = 810$ с				
	0,152	0,138	0,128	0,125	0,122
Самостійне виявлення (РЛС-3) факту удару ВТЗП					
РЛС-3	$T_{зал.п} = 250$ с (згортання ЗРК)				
	0,117	0,085	0,061	0,056	0,053
	$T_{зал.п} = 800$ с (згортання системи)				
	0,145	0,131	0,119	0,115	0,114

Отже, чим більша ймовірність ухилення підрозділу з під удару й чим менша ймовірність удару по дійсній позиції, тим менша ймовірність поразення ВТЗП зрдн середньої дальності.

Ймовірність поразення підрозділу ВТЗП можна знизити шляхом створенням удаваних позицій, збільшенням дальності виявлення ЗПН противника, зменшенням часу згортання ЗРК.

## Висновок

Дана методика оцінювання ефективності протидії ВТЗП під час організації зенітного ракетного прикриття об'єктів та угруповань військ дає можливість оцінити умови обстановки та визначити критерій, до забезпечення якого потрібно прагнути.

Проведений аналіз показує, що наближення значень показника незахищеності об'єктів від ударів ВТЗП до визначених критеріїв дозволяє звести нанівець переваги високоточної зброї, а нехтування заходів спрямованих на зменшення будь-якої його складової підвищує шанси противника на знищення об'єктів ППО.

## Список літератури

1. Буравлев А.И. Методы оценки эффективности вооружения и военной техники / А.И. Буравлев, В.М. Буренок, В.С. Брезгин. – СПб.: ВАТТ, 2011.

2. Запорожец В.И. Боевая эффективность средств поражения и боеприпасов: тексты лекций / В.И. Запорожец. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2006. – 159 с. – ISBN 5-85546-232-3.

3. Методический подход к обоснованию требований к выживаемости зенитных ракетных комплексов в условиях огневого противодействия противника / Б.Н. Ланецкий, В.В. Лукьянчук, В.В. Лисовенко, И.М. Николаев // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Х.: ХУПС, 2014. – № 2(15). – С. 93-97.

4. Оценка эффективности огневого поражения ударами ракет и огнем артиллерии : Военно-теоретический труд / Под ред. А.А. Бобрикова. – СПб.: Академия военных наук, 2006. – 421 с. – ISBN 5-8172-0068-6.

5. Фендриков Н.М. Методы расчетов боевой эффективности вооружения / Н.М. Фендриков, В.И. Яковлев. – М.: Воениздат, 1971. – 224 с.

Надійшла до редколегії 3.04.2017

**Рецензент:** д-р військ. наук проф. Г.А. Дробаха, Національна академія Національної гвардії України, Харків.

### ОЦЕНИВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОТОЧНОМУ ОРУЖИЮ ПРОТИВНИКА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО ПРИКРЫТИЯ ОБЪЕКТОВ И ГРУППИРОВОК ВОЙСК

С.П. Ярош, А.А. Тесенчук

*В статье приведено описание методики оценки эффективности противодействия высокоточному оружию противника при организации зенитного ракетного прикрытия объектов и группировок войск, проведено обоснование показателя и критерия защищенности объектов от ударов высокоточного оружия.*

**Ключевые слова:** высокоточное оружие, зенитное ракетное прикрытие, критерий, эффективность.

### ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF CO-OPERATION TO HIGH-SPEED ARMS OF THE OPPONENT AT THE ORGANIZATION OF THE ANTI-AIRCRAFT MISSILE OPENING OF OBJECTS AND GROUPING OF TROOPS

S. Yarosh, O. Tesenchuk

*In the article the description of methods of evaluating effectiveness against enemy precision weapons during the organization of Artillery cover objects and groups of troops, the conducted study indicators and criteria of security objects from precision weapons strikes.*

**Keywords:** high-precision weapons, anti-aircraft missile cover, the criteria for effectiveness against high-precision weapons.