

¹Борис Анатолійович Генів²Яков Теофанович Андрейко (канд. військ. наук, доцент)²Олексій Максимович Чернобривченко²Дмитро Вікторович Резнік³Вадим Герасимович Ердяков¹Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця, Україна²Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна³Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна

ПОКАЗНИК ЕФЕКТИВНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ТАКТИКО-ВОГНЕВИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК ТА ВІЙСЬК ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

У статті розглянуто векторний показник ефективності взаємодії тактико-вогневих підрозділів зенітних ракетних військ та військ протиповітряної оборони Сухопутних військ, складовими якого є часткові показники ефективності зенітного ракетного прикриття об'єктів. Також, за результатами моделювання, проведено оцінювання ефективності взаємодії для визначених варіантів її реалізації. Показано, що варіанти організації взаємодії підрозділів характеризуються значеннями сукупності показників, що складають деяку багатовимірну одиницю, яку можливо подати у вигляді вектору в багатовимірному просторі, координати якого задаються значеннями відповідних показників. Також визначено, що вибір кращого з варіантів може бути проведений з використанням математичного апарату таксономії, який дозволяє проводити розрахунки по ранжируванню визначеного переліку варіантів на основі безрозмірного показника (еталонного вектора значень).

Ключові слова: взаємодія; показник ефективності взаємодії; протиповітряна оборона; ефективність зенітного ракетного прикриття.

Вступ

Постановка проблеми. Взаємодія тактико-вогневих підрозділів угруповання зенітних ракетних військ (ЗРВ) уявляє собою об'єктивно існуючий процес управління. Внаслідок цілеспрямованої дії органів управління взаємодія набуває організований характер та виступає як узгоджені дії військ (сил) по виконанню бойових завдань.

Прийняття рішення на організацію взаємодії військ пов'язано з оцінкою її ефективності за визначеними показниками та критеріями.

Через це виникає необхідність оцінити ефективність взаємодії тактико-вогневих підрозділів угруповання ЗРВ, що надасть можливість визначити раціональний варіант її здійснення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питаннями оцінки ефективності бойових дій в цілому та взаємодії безпосередньо, а також пошуку ефективних форм її реалізації, присвячені роботи багатьох фахівців [1-6]. Але, незважаючи на зацікавленість багатьох дослідників до взаємодії, пошуку ефективних форм її реалізації та оцінки, проблема оцінки ефективності взаємодії військ повністю не вирішена [6]. Аналіз відомих праць свідчить, що при дослідженні ефективності процесів взаємодії військ найбільш часто розглядаються вимоги щодо забезпечення

максимальних значень математичного очікування кількості знищених цілей або ймовірності збереження об'єктів прикриття [7, 8]. Однак, зазначені показники не чутливі до організації взаємодії військ та характеризують ступінь досягнення мети бойових дій різнорідних сил, що діють незалежно [1]. Даний напрямок дослідження оцінки взаємодії систем вивчено недостатньо.

Тому **метою статті** є подальший розвиток методів оцінки ефективності взаємодії тактико-вогневих підрозділів ЗРВ та військ протиповітряної оборони (ППО) Сухопутних військ (СВ) та обґрунтування показника, що дозволяє її проводити.

Методи дослідження

У ході дослідження використовувалися такі методи: аналіз теоретичних джерел з проблем організації взаємодії, вивчення та узагальнення передового досвіду організації взаємодії між елементами активних систем та метод синтезу.

Виклад основного матеріалу дослідження

Показники ефективності, що найчастіше використовуються при проведенні досліджень взаємодії міжвидового угруповання військ при вирішенні завдань протиповітряної оборони наведено у табл. 1 [2]. Зазначені показники мають обмежену область застосування. Так, наприклад,

при визначені ступеню досягнення мети взаємодії розглядаються варіанти взаємодії угруповання військ, а не їх складові. В той же час відомо, що оптимальне по частинах не забезпечує оптимального в цілому.

Виходячи з цього, для оцінювання ефективності взаємодії тактико-вогневих підрозділів угруповання ЗРВ за різними варіантами [3] пропонується застосовувати векторний показник, складовими якого є часткові показники ефективності зенітного ракетного прикриття об'єктів:

$$E = (e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6), \quad (1)$$

де e_1 – кількість знищених засобів повітряного нападу (ЗПН) противника;

e_2 – кількість втрачених зенітних ракетних комплексів (ЗРК) за типами ($e_{21}, e_{22}, \dots, e_{2n}$);

e_3 – кількість відновлених ЗРК при проведенні реконфігурації ($e_{31}, e_{32}, \dots, e_{3n}$);

e_4 – кількість витрачених зенітних керованих ракет (ЗКР) за типами ЗРК ($e_{41}, e_{42}, \dots, e_{4n}$);

e_5 – кількість втрачених зенітних керованих ракет за типами ЗРК ($e_{51}, e_{52}, \dots, e_{5n}$);

e_6 – середня ефективність ППО об'єктів, що розраховується як зважена за кількістю об'єктів сума відношень кількості знищених ЗПН із призначених на об'єкт до кількості призначених на даний об'єкт ЗПН:

$$e_6 = \sum_{i=1}^m \mu_i \frac{M_{зні}}{M_{прі}}, \quad (2)$$

де μ_i – важливість i -го об'єкту прикриття, яка

задовольняє умові $\sum_{i=1}^m \mu_i = 1$;

$M_{зні}$ – кількість знищених ЗПН у ході прикриття i -го об'єкту;

$M_{прі}$ – кількість ЗПН, що брали участь в нанесенні ударів по i -му об'єкту;

m – загальна кількість об'єктів, прикриття яких здійснюється угрупованням ЗРВ.

Таблиця 1

Показники ефективності взаємодії

№ п/п	Аналітичний вираз	Позначення
1.	$K_{ВЗ} = \frac{W}{\sum_{x=1}^X W_x}$	$W (W_x)$ – результат, що досягається при взаємодії угруповання військ (кожної частини угруповання); x – кількість взаємодіючих частин угруповання.
2.	$K_{ВЗ} = \frac{W_{ВЗ} - W}{W}$	$W (W_{ВЗ})$ – ступінь досягнення мети при застосуванні тільки своїх (своїх та взаємодіючих) військ.
3.	$K_{ВЗ} = \frac{M_{ВЗ} - M}{M_i^0 - M_p^0}$	$M_{ВЗ}$ – попереджений збиток об'єктів прикриття в реальних умовах взаємодії; $M_i^0 (M_p^0)$ – попереджений збиток об'єктів прикриття в ідеальних (реальних) умовах без взаємодії.
4.	$\Delta E_{ВЗ} = P_{\infty}^{ВЗ} - P_{\infty}^0$	$P_{\infty}^{ВЗ} (P_{\infty}^0)$ – ймовірність збереження об'єкту прикриття за умови наявності (відсутності) взаємодії військ.
5.	$\Delta M = M_{\infty}^{ВЗ} - M_{\infty}^0$	$M_{\infty}^{ВЗ} (M_{\infty}^0)$ – відносний добуток математичного сподівання збереженого військово-економічного потенціалу за умови наявності (відсутності) взаємодії військ.
6.	$f_{ВЗ} = \frac{Q - Q_{ВЗ}}{Q} = 1 - \frac{Q_{ВЗ}}{Q}$	$Q (Q_{ВЗ})$ – очікуваний збиток без організації взаємодії (при організації взаємодії).
7.	$K_{ВЗі} = \frac{W_{ВЗі} - W_0}{W_{ВЗі}}$	$W_0 (W_{ВЗі})$ – результат, що досягається угрупованням військ без взаємодії (при i -му способі взаємодії).
8.	$K_{ВЗ}^{i/j} = \frac{E_i}{E_j}$	$E_i (E_j)$ – ефективність дій при i -му (j -му) способі взаємодії.

Часткові показники (1) є складовими загальних показників ефективності зенітного ракетного прикриття [4] та корельованими (наприклад, кількість втрачених ЗРК залежить від кількості знищених ЗПН; кількість витрачених ЗКР від кількості знищених ЗПН та ін.). Але їх використання дозволяє здійснити вибір кращого варіанту взаємодії військ з точки зору досягнення

кінцевої мети бойових дій.

Розглянемо приклад, у якому противник здійснює нанесення двох масованих ракетно-авіаційних ударів (МРАУ): перший по засобам ППО, другий – по 10 об'єктам, що прикриваються. Зенітне ракетне прикриття об'єктів створено угрупованням у складі трьох зенітних ракетних полків (зрп):

01 зрп у складі трьох ЗРК середньої дальності (СД);
 02 зрп у складі дев'яти ЗРК малої дальності (МД);
 03 зрп у складі дев'яти ЗРК ближньої дії (БД).

При організації зенітного ракетного прикриття вогнева, структурна і ресурсна взаємодія тактико-вогневих підрозділів може здійснюватись різними способами та передбачати [3]:

вибір та зміну бойових позиції підрозділів за

критерієм максимуму зваженої кількості стрільби; проведення реконфігурації елементів озброєння ЗРК за встановленими критеріями повноти бойової конфігурації та ресурсних обмежень;

здійснення маневру зенітними керованими ракетами за варіантом, що максимізує математичне очікування кількості знищених цілей; перерозподіл бойових обслуг підрозділів.

Таблиця 2

Варіанти взаємодії тактико-вогневих підрозділів

Номер варіанту	Способи взаємодії			
	Зміна бойових позицій	Реконфігурація ЗРК	Маневр ЗРК	Переформування БО
1	-	-	-	-
2	+	-	-	-
3	+	+	-	-
4	+	+	+	-
5	+	+	+	+

Розглянемо п'ять можливих альтернативних варіантів організації взаємодії підрозділів при організації зенітного ракетного прикриття (табл. 2). При цьому, для першого варіанту не передбачаються узгоджені дії підрозділів (взаємодія відсутня); для другого варіанту

здійснюється узгоджена зміна бойових позицій підрозділів, за критерієм максимуму зваженої кількості стрільби; для третього варіанту разом з зміною бойових позицій підрозділів здійснюється реконфігурація ЗРК і так далі.

Таблиця 3

Значення показників ефективності зенітного ракетного прикриття для різних варіантів взаємодії

Номер варіанту	МРАУ	Кількість ЗПН		Кількість ЗРК було/знищено			Кількість ЗРК витрачено/втрачено			Ефект. ППО об'єктів
		в ударі	збито	ЗРК СД	ЗРК МД	ЗРК БД	ЗРК СД	ЗРК МД	ЗРК БД	
1	1	40	12	3/2	9/3	48/6	12/-	12/12	8/16	
	2	50	8	1/1	6/2	42/5	8/-	9/7	4/16	0,15
	Разом:	90	20	3/3	9/5	48/11	20/-	21/19	12/32	0,15
2	1	40	12	3/2	9/3	48/6	12/-	12/12	8/16	
	2	50	10	1/1	6/1	42/4	10/-	9/1	8/8	0,21
	Разом:	90	22	3/3	9/4	48/10	22/-	21/13	16/24	0,21
3	1	40	12	3/2	9/3	48/6	12/-	12/12	8/16	
	2	50	13	2/1	6/1	43/4	14/-	12/4	8/10	0,26
	Разом:	90	25	3/2	9/4	48/10	26/-	22/16	16/26	0,26
4	1	40	12	3/2	9/3	48/6	12/-	12/12	8/16	
	2	50	15	2/1	6/1	43/4	17/-	16/8	9/7	0,3
	Разом:	90	27	3/2	9/4	48/10	29/-	28/20	17/23	0,3
5	1	40	12	3/2	9/3	48/6	12/-	12/12	8/16	
	2	50	16	2/1	6/1	43/4	16/-	15/7	12/4	0,32
	Разом:	90	28	3/2	9/4	48/10	28/-	27/19	20/20	0,32

Таблиця 4

Порівняльна оцінка варіантів взаємодії за таксономічним показником

Номер варіанту	Без урахування важливості ознак	З урахуванням важливості ознак щодо	
		збереження об'єктів прикриття	максимуму знищених цілей
1	0,1933	0,2866	0,2572
2	0,4989	0,5137	0,4953
3	0,6197	0,7472	0,7182
4	0,3724	0,7515	0,7119
5	0,4364	0,8865	0,8098

За результатами моделювання (табл. 3) для кожного варіанту організації взаємодії можуть бути сформовані векторні показники (1):

$$E_1 = (20; 3; 5; 11; 0; 0; 0; 20; 21; 12; 0; 19; 32; 0,15);$$

$$E_2 = (22; 3; 4; 10; 0; 0; 0; 22; 21; 16; 0; 13; 24; 0,15);$$

$$E_3 = (25; 3; 4; 10; 1; 0; 1; 26; 22; 16; 0; 16; 26; 0,26);$$

$$E_4 = (27; 3; 4; 10; 1; 0; 1; 29; 28; 17; 0; 29; 23; 0,30);$$

$$E_5 = (28; 3; 4; 10; 1; 0; 1; 28; 27; 20; 0; 19; 20; 0,32).$$

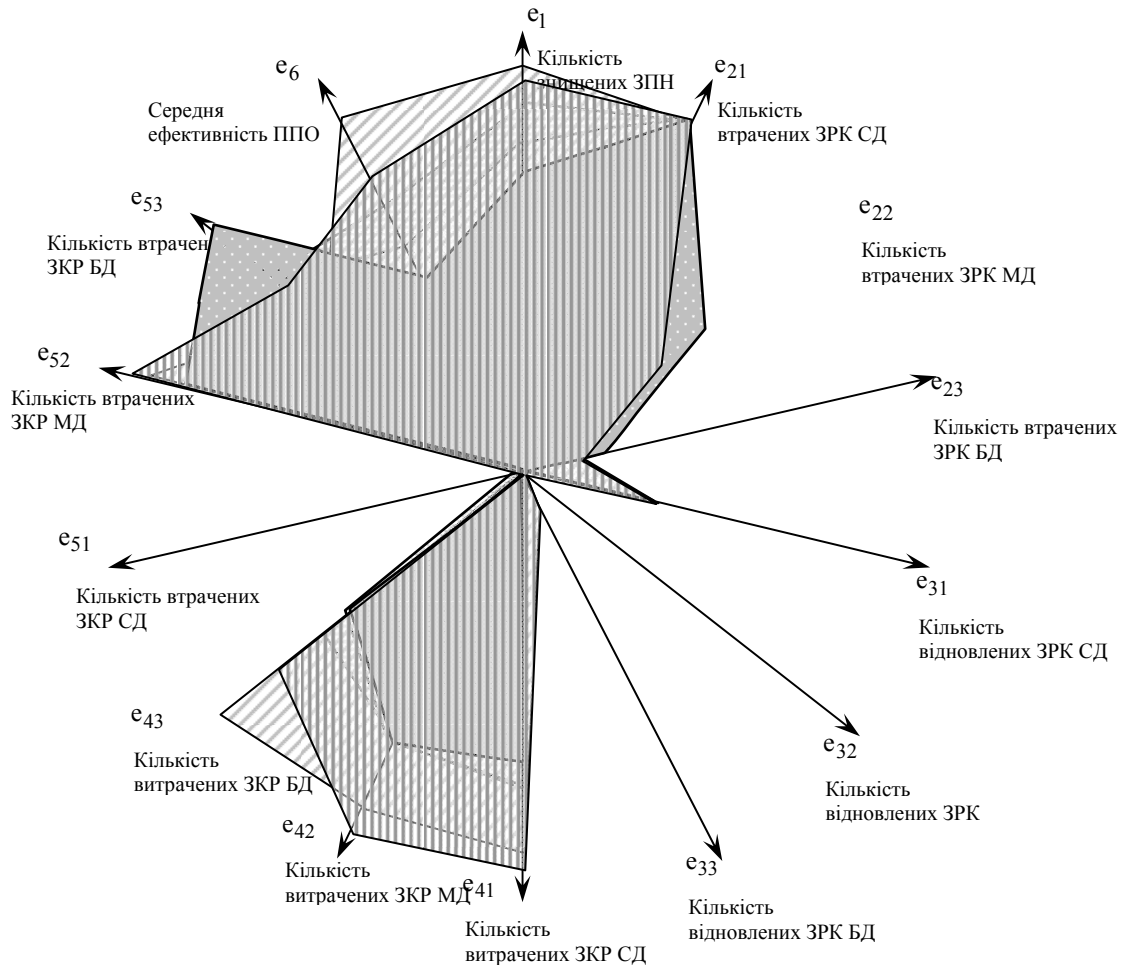


Рис.1. Багатокутник часткових показників ефективності взаємодії

Таблиця 5

Оцінки важливості ознак складових векторного показника ефективності організації взаємодії

№ п/п	Позначення показника	Зміст показника	Значення оцінки важливості показника при вирішенні завдань щодо	
			збереження об'єктів прикриття	максимуму знищених цілей
1.	e_1	Кількість знищених ЗПН	0,1905	0,2857
2.	e_{21}	Кількість втрачених ЗРК СД	0,1190	0,0952
3.	e_{22}	Кількість втрачених ЗРК МД	0,0714	0,0571
4.	e_{23}	Кількість втрачених ЗРК БД	0,0476	0,0381
5.	e_{31}	Кількість відновлених ЗРК СД	0,0714	0,0238
6.	e_{32}	Кількість відновлених ЗРК МД	0,0429	0,0143
7.	e_{33}	Кількість відновлених ЗРК БД	0,0286	0,0095
8.	e_{41}	Кількість витрачених ЗРК СД	0,0476	0,0476
9.	e_{42}	Кількість витрачених ЗРК МД	0,0286	0,0286
10.	e_{43}	Кількість витрачених ЗРК БД	0,0190	0,0190
11.	e_{51}	Кількість втрачених ЗРК СД	0,0238	0,0714
12.	e_{52}	Кількість втрачених ЗРК МД	0,0143	0,0429
13.	e_{53}	Кількість втрачених ЗРК БД	0,0095	0,0286
14.	e_6	Середня ефективність ППО об'єктів	0,2857	0,2381

Шукані варіанти організації взаємодії підрозділів характеризуються значеннями сукупності показників, що складають деяку багатовимірну одиницю, яку можливо подати у вигляді вектору в багатовимірному просторі,

координати якого задаються значеннями відповідних показників (рис. 1). Вибір кращого з варіантів може бути проведений з використанням математичного апарату таксономії, який дозволяє проводити розрахунки по ранжируванню

визначеного переліку варіантів на основі безрозмірного показника (еталонного вектора значень) та є найбільш універсальним [5]. При пошуку еталонного вектору значень для варіантів організації взаємодії будемо відносити показники e_1, e_3 та e_6 до стимуляторів, що позитивно впливають на загальну ефективність взаємодії, інші (e_2, e_4 та e_5) до дестимуляторів.

Порівняльна оцінка варіантів взаємодії за таксономічним показником (табл. 4) свідчить, що організація взаємодії тактико-вогневих підрозділів за різними способами дозволяє значно збільшити її ефективність. При цьому, зміна значень оцінок важливості ознак складових векторного показника (табл. 5) дозволяє проводити оцінку ефективності взаємодії з множини варіантів, які відповідно синтезуються:

за змістом бойового завдання (наприклад, не допустити ударів ЗПН по об'єкту прикриття; прикритті війська ОК в обороні та ін.);

за складом і станом угруповання ЗРВ для конкретних умов обстановки;

за критеріями, що встановлені вищестоящим командуванням або визначеними за значеннями показників (наприклад, щільності зенітного ракетного прикриття, забезпечення максимуму кількості стрільб) та ін.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Застосування запропонованого векторного показника ефективності взаємодії тактико-вогневих підрозділів угруповання ЗРВ надасть можливість провести розрахунок ефективності взаємодії що дозволить проводити порівняльну оцінку впливу різних варіантів організації взаємодії на ефективність бойових дій.

Це дозволить збільшити точність оперативної оцінки можливостей угруповання ЗРВ з ведення бойових дій щодо знищення ЗПН з визначеною ефективністю.

Література

1. **Афанасьев Ю. И.** Обоснование показателей эффективности взаимодействия войск (сил) противовоздушной обороны / Ю.И. Афанасьев // Военная мысль. - 2011. - № 6. - С. 47-51.
 2. **Микрюков В. Ю.** Теория взаимодействия войск. / В. Ю. Микрюков - М. : "Вузовская книга", 2002. - 240 с.
 3. **Дробаха Г. А.** Взаємодія тактико-вогневих підрозділів зенітних ракетних військ та протиповітряної оборони Сухопутних військ при вирішенні завдань протиповітряної оборони / Г. А. Дробаха, Б. А. Генюв, Г. М. Зубрицький // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. - 2014. - №1(14). - С. 90-93.
 4. **Єрмошин М. О.** Оцінка ефективності бойових дій зенітних ракетних військ: Навчальний посібник / М. О. Єрмошин, Г. А. Дробаха. - Х. : ХВУ, 2004. - 258 с.

5. **Торопчин А. Я.** Синтез адаптивних структур системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка її ефективності: Монографія./ А. Я. Торопчин, І. О. Кириченко, М. О. Єрмошин, Г. А. Дробаха, М. П. Долина - Х. : ХУ ПС, 2006. - 347 с. 6. **Резнік Д. В.** Можливості використання моделі узгодженої взаємодії для оцінки ефективності взаємодії військ / Д. В. Резнік, О. М. Чернобричченко // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. - 2014. - №2 (20). - С. 88-92. 7. **Довідник** з протиповітряної оборони / А. Я. Торопчин, І. О. Романенко, Ю. Г. Даник, Р. Е. Пашенко та ін. - К. : МО України, Х. : ХВУ, 2003. - С. 295-300. 8. **Неупокоев Ф. К.** Противовоздушный бой / Ф. К. Неупокоев. - М. : Воениздат, 1989. - 262 с.

ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТАКТИКО-ОГНЕВЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ ВОЙСК И ВОЙСК ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ СУХОПУТНЫХ ВОЙСК

¹Борис Анатолиевич Генюв

²Яков Теофанович Андрейко (канд. воен. наук, доцент)

²Алексей Максимович Чернобричченко

²Дмитрий Викторович Резник

³Вадим Герасимович Ердяков

¹Командование Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины, Винница, Украина

²Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

³Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков, Украина

В статье рассмотрены векторный показатель эффективности взаимодействия тактико-огневых подразделений зенитных ракетных войск и войск противовоздушной обороны Сухопутных войск, составляющими которого являются частные показатели эффективности зенитного ракетного прикрития объектов. Также, по результатам моделирования, проведены оценки эффективности определенных вариантов взаимодействия. Показано, что варианты организации взаимодействия подразделений характеризуются значениями совокупности показателей, составляющих некоторую многомерную единицу, которую можно представить в виде вектора в многомерном пространстве, координаты которого задаются значениями соответствующих показателей. Также определено, что выбор лучшего из вариантов может быть проведен с использованием математического аппарата таксономии, который позволяет проводить расчеты по ранжированию определенного перечня вариантов на основе безразмерного показателя (эталонного вектора значений).

Ключевые слова: взаимодействие; показатель эффективности взаимодействия; противовоздушная оборона; эффективность зенитного ракетного прикрития.

ANTI-AIRCRAFT MISSILE TROOPS AND LAND FORCES AIR DEFENSE TROOPS TACTICAL AND FIRE UNITS COOPERATION EFFECTIVENESS INDICATOR

¹*Borys A. Henov*

²*Yakov T. Andreiko* (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)

²*Oleksii M. Chernobryvchenko*

²*Dmytro V. Rieznik*

³*Vadym H. Erdiakov*

¹*Air Force Command of Ukraine, Vinnitsa, Ukraine*

²*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

³*Kharkiv Air Force University named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, Ukraine*

The article describes the method of evaluating cooperation effectiveness using the vector index of efficiency interaction of tactical and fire departments antiaircraft missile troops and Land Forces air defense troops, whose components include private performance indicators covering antiaircraft missile sites. Based on the results of the simulations, were conducted evaluating the effectiveness of certain communication options. Options for the interaction of units are characterized by values of the set of indicators that make up some multidimensional unit, which can be represented as a vector in a multidimensional space coordinates which specify values for appropriate indicators. It was determined that choosing the best option may be conducted using the mathematical apparatus of taxonomy, which allows you to perform calculations on the ranking list of specific options based on the dimensionless parameter (reference vector values). It was found that the application of the proposed indicator of the effectiveness of the vector interaction tactical-firing anti-aircraft missile units grouping of troops would allow calculating the efficiency of cooperation and will allow for a comparative assessment of the impact of different options for interaction on the effectiveness of combat operations. All this will increase the accuracy of the rapid assessment of the possibility of grouping of anti-aircraft missile troops for combat operations to destroy the air attack with some efficiency.

Keywords: interaction; interaction performance indicator; air defense; anti-aircraft missile effectiveness of cover.

References

- 1. Afanasiev U.I.** (2011), Justification performance interaction of troops (forces), defense. [*Obosnovanie pokazatelei efektyvnosti vzaemodistvija voisk (sil) protivovozdushnoi oborony*], Voennaja misl, No. 6, pp. 47–51.
- 2. Mikrukov V.U.** (2002), The theory of the interaction of forces. [*Teorija vzaemodistvija voisk*], Moscow, Vuzovskaja kniga, 240 p.
- 3. Drobakha H.A.,** Genov B.A., Zudrickyi G.M. (2014), Interaction tactical and fire the Air Defence Forces and Air Defence Ground Forces in solving air defense. [*Vzaemodii taktiko-vohnevykh pidrozdiliv zenitnykh raketnykh viisk ta protypovitrianoi oborony Sukhuputnykh viisk pry vyrishenni zavdan protypovitrianoi oborony*], Nauka i tehnika Povitrianyh Syl Zdroinykh Syl Ukrainy, No. 1(14), pp. 90–93.
- 4. Yermoshyn M.O.,** Drobakha H.A. (2004), Evaluating the effectiveness of fighting anti-aircraft missile troops: Manual. [*Otsinka efektyvnosti boiovykh dii zenitnykh raketnykh viisk: Navchalnyi posibnyk*], Kharkiv, KhVU, 258 p.
- 5. Toropchin A.I.,** Kyrychenko I.O., Yermoshyn M.O., Drobakha H.A., Dolyna M.P. (2006), Synthesis of adaptive structures of the system anti-aircraft missile and artillery cover objects and forces and its evaluation: Monograph. [*Synteza adaptivnykh struktur systemy zenitnoho raketno-artylerskoho prykryttia ob'ektiv i viisk ta otsinka yii efektyvnosti: Monohrafiia*], Kharkiv, KhVU, 347 p.
- 6. Rieznik D.V.** (2014), Possibility of using coordinated interaction model for evaluation of troops interaction efficiency. [*Mozhlyvist vykorystania modeli uzgodzhenoii vzaemodii dlia ocinky efektyvnosti vzaemodii viisk*], Suchasni informacii tekhnologii u sferi bezpeky ta oborony, No. 2(20), pp. 88–92.
- 7. Toropchin A.I.,** Romanenko U.G., Danyk R.E. (2003), Handbook of Air Defence. [*Dovidnik z protypovitrianoi oborony*], Ministry of Defense of Ukraine, Kyiv, pp. 295–298.
- 8. Neupokoev F.K.** (1989), Antiaircraft battle. [*Protivovozdushniy boy*], Moscow, Voenizdat, 262 p.

Отримано: 05.06.2015 р.