

УДК 355

В.В. Шулежко, С.Б. Назаренко, Р.Л. Винославський

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

ПОКАЗНИКИ ТА КРИТЕРІЙ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВИХ ДІЙ ГРУПИ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ДИВІЗІОНІВ З УРАХУВАННЯМ ВТРАТ СТОРІН

У статті надається вибір показників та критерію ефективності бойових дій групи зенітних ракетних дивізіонів при врахуванні втрат сторін для обґрунтування раціонального варіанту побудови бойового порядку групи зенітних ракетних дивізіонів.

Ключові слова: показник, критерій, ефективність, зенітний ракетний дивізіон.

Вступ

Постановка проблеми. Для прикриття об'єктів, до яких слід відносити важливі об'єкти держави та угруповання військ (сил), створюються угруповання зенітних ракетних військ (ЗРВ), до складу яких можуть входити зенітні ракетні бригади (*збр*), зенітні ракетні полки (*зрп*), групи зенітних ракетних дивізіонів (групи *зрдн*), окремі зенітні ракетні дивізіони (*озрдн*).

Якісне виконання завдання з прикриття об'єктів залежить від варіанту побудови бойового порядку групи зенітних ракетних дивізіонів (*зрдн*) зі складу *збр* (*зрп*). Задача полягає в тому, щоб науково обґрунтувати раціональний варіант побудови бойового порядку групи зенітних ракетних дивізіонів в умовах поведінкової невизначеності застосування засобів повітряного нападу (ЗПН).

При порівнянні варіантів побудови бойового порядку групи *зрдн* виникає задача кількісного вимірювання абсолютного, або хоча б відносного, значення ефективності бойових дій групи *зрдн*, що потребує вибору відповідних показників і критерію для обґрунтування раціонального варіанту побудови бойового порядку групи *зрдн* в умовах поведінкової невизначеності застосування ЗПН при врахуванні втрат сторін.

Аналіз літератури. Проведений аналіз літератури показав, що в [1] наведені узагальнені показники, які характеризують ефективність дій угруповання протиповітряної оборони (ППО) у цілому, і часткові (детальні), що характеризують ефективність дій окремих його елементів. Такий підхід дає можливість здійснювати поетапне визначення потрібних параметрів системи ППО, починаючи з пошуку раціональних значень узагальнених параметрів і закінчуючи деталізацією окремих елементів оперативного шиккування військ (сил) ППО згідно із заданим критерієм ефективності протиповітряної оборони. В [2] наведено теоретичні основи синтезу адаптивних структур *зрдн*, які охоплюють показники та критерії ефективності бойових дій та бойових мож-

ливостей зенітних ракетних військ, моделі, методики й алгоритми (засоби) формування даних для прийняття рішень та синтезу адаптивних структур систем зенітного ракетного вогню, розвідки й управління, забезпечення бойових дій пристосовано до змін умов обстановки та стану військ.

Але в наведеній літературі не приділяється увага вибору показників та критерію ефективності бойових дій групи *зрдн* для визначення раціонального варіанту побудови бойового порядку групи *зрдн* з врахуванням втрат сторін.

Мета статті. Дана стаття присвячена вибору показників та критерію ефективності бойових дій групи *зрдн* для визначення раціонального варіанту побудови бойового порядку групи *зрдн*, які дозволять знайти взаємозв'язок між можливими втратами своїх військ і втратами ЗПН, які вони несуть завдяки обґрунтованому вибору розміщення *зрдн* зі складу групи *зрдн*.

Основна частина

Група *зрдн* створюється для виконання визначених бойових завдань (ведення бойових дій). Той результат бойових дій групи *зрдн*, який закладається при її створенні відповідає її цільовим призначенням. Результат бойових дій групи *зрдн* при її реальному застосуванні завжди не співпадає з тим результатом, який передбачався при її створенні. Так як на результат бойових дій групи *зрдн* при її застосуванні впливають випадкові фактори, то його називають можливим, а результат, який передбачається при її створенні передбачуваним результатом.

Під ефективністю бойових дій групи *зрдн* необхідно розуміти відповідність можливого результату бойових дій групи *зрдн* до результату який передбачається [3].

Під показником ефективності бойових дій групи *зрдн* слід розуміти чисельну міру відповідності можливого результату бойових дій групи *зрдн* до результату який передбачається.

Процес прикриття важливих об'єктів держави, угруповання військ (сил) при проведенні наземної

оборонної операції оперативного угруповання військ за прийнятим розумінням [3] є операцією. В загальному сенсі під операцією розуміють систему цілеспрямованих дій для досягнення єдиної цілі. В поняття операції включають:

- оперуючу сторону, яка володіє засобами поразення та планує їх застосування за найбільш доцільними стратегіями для досягнення цілі операції;
- другу сторону в операції, до складу якої входять об'єкти поразення;
- можливість враховувати наявність третьої сторони.

При такому розумінні мета операції співпадає з результатом бойових дій групи *зрдн*, щодо прикриття об'єктів, яка вимірюється в тих же одиницях що і результат бойових дій групи *зрдн*. Тому тлумачення ефективності бойових дій групи *зрдн*, щодо прикриття об'єктів за своїм змістом співпадає з тлумаченням ефективності операції.

Всякий показник ефективності бойових дій групи *зрдн* при прикритті об'єктів (показник ефективності операції) відбиває мету операції, а також повинен відповідати наступним вимогам [3]: змістовності, інтерпретируемості, вимірюємості, відповідності групи переваг особи, яка приймає рішення.

Для опису відповідності можливого (реального) результату операції результату, який передбачається, вводять [3] числову функцію відповідності результатів операції:

$$\rho = \rho[Y(u), Y^{(np)}], \quad (1)$$

де $Y^{(np)}$ – результат операції, який передбачається;

$Y(u)$ – можливий результат при плануванні діяти у відповідності до стратегії

$$u \in U,$$

де U – множина стратегій.

Таку числову функцію прийнято називати функцією відповідності можливого результату і результату який передбачається. При розгляді прикриття об'єктів результат операції $Y(u)$ є величиною випадковою. Тоді функція відповідності (1), як не випадкова функція випадкового аргументу $Y(u)$ та не випадкового аргументу $Y^{(np)}$ є також випадкова величина. Таке розуміння функції випадковості дозволяє в якості показника ефективності операції прийняти математичне сподівання випадкової величини функції відповідності, тобто

$$W(u) = M[\rho(Y(u), Y^{(np)})].$$

Тоді, якщо мета операції описується випадковою подією A , яка настає коли має місце можливий результат операції, і подія A не настає коли можливий результат операції не досягається, маємо

$$\rho[Y(u), Y^{(np)}] = \begin{cases} 1, & \text{якщо подія } A \text{ сталася;} \\ 0, & \text{якщо подія } A \text{ не сталася.} \end{cases} \quad (2)$$

Так як (2) є дискретна випадкова величина, яка приймає два своїх можливих значення, то будемо мати що

$$W(u) = M[\rho(Y(u), Y^{(np)})] = P_u(A),$$

де $P_u(A)$ – імовірність події A при визначенні стратегії $u \in U$, тобто імовірність події яка полягає в тому що в операції досягнуто її можливий результат.

Тоді маємо, що показник ефективності операції визначається імовірністю випадкової події, яка полягає в тому що випадковий результат досягнуто при $u \in U$.

Якщо в якості події A розглянути відношення між реальним результатом операції і результатом який необхідний, а саме

$$A = \{Y(u) \geq Y^{(np)}\},$$

де $Y(u)$ – випадкова величина результату операції; $Y^{(np)}$ – детермінована величина результату операції який необхідний.

Тоді маємо

$$\rho[Y(u), Y^{(np)}] = \begin{cases} 1, & \text{якщо } Y(u) \geq Y^{(np)}; \\ 0, & \text{якщо } Y(u) < Y^{(np)}, \end{cases}$$

а показник ефективності має визначення

$$W(u) = M[\rho(Y(u), Y^{(np)})] = P(Y(u) \geq Y^{(np)}). \quad (3)$$

Такий показник прийнято тлумачити як імовірнісну гарантію виконання поставлених завдань. Причому умова $Y(u) \geq Y^{(np)}$ визначає що всі можливі значення випадкової величини $Y(u)$ перевищують $Y^{(np)}$, а умова $Y(u) < Y^{(np)}$ означає що хоча б одно можливе значення випадкової величини не перевищує $Y^{(np)}$.

В тому разі коли випадкова подія A буде відповідати умові що можливий результат операції належить деякому інтервалу результату операції який необхідний, тобто якщо

$$A = \{Y_1^{(np)} \leq Y(u) \leq Y_2^{(np)}\},$$

де $Y_1^{(np)}, Y_2^{(np)}$ – відповідно ліва та права межі інтервалу результату операції який необхідний, то будемо мати

$$\begin{aligned} W(u) = P_u(A) &= P\left(Y_1^{(np)} \leq Y(u) \leq Y_2^{(np)}\right) = \\ &= F_u\left(Y_2^{(np)}\right) - F_u\left(Y_1^{(np)}\right), \end{aligned}$$

де $F_u(Y_2^{(np)})$, $F_u(Y_1^{(np)})$ – значення функції розподілу випадкової величини $Y(u)$ при $Y(u) = Y_2^{(np)}$ та $Y(u) = Y_1^{(np)}$ при стратегії застосування засобів поразення $u \in U$.

Якщо мета операції носить кількісний характер, то в якості показника ефективності операції може бути прийнятий результат Y_α , отриманий з заданою імовірністю α , тобто

$$\alpha = P(Y(u) \geq Y_\alpha).$$

Очевидно,

$$\alpha = 1 - F(Y_\alpha),$$

де $F(Y)$ – функція розподілу реального результату операції, Y_α – квантіль.

При цьому

$$Y_\alpha = F^{-1}(1 - \alpha)$$

є величина не випадкова.

Таким чином, показник ефективності

$$W(u) = Y_\alpha$$

називається імовірнісно-гарантованим результатом операції.

Отже розглянуті найбільш вживані показники результату операції. Під операцією, в даному випадку, розуміється протидія сторін: групи *зрдн* та угруповання ЗПН. В результаті протидії, сторони будуть нести втрати. Втрати в групі *зрдн* будуть визначатись кількістю поражених *зрдн* в групі *зрдн* ($X_{зрдн}^{(yp)}$). Втрати в угрупованні ЗПН будуть визначатись кількістю поражених ЗПН ($Y_{зпн}^{(yp)}$). Дані величини є випадковими і не відповідають відомим законам їх розподілу, будуть розраховуватись за показниками математичних сподівань числа поражених об'єктів сторін. При відсутності законів розподілу визначених вище випадкових величин одним із способів визначення результату операції є статистичне моделювання. Таким чином, показниками ефективності бойових дій групи *зрдн* можливо визначити статистичну оцінку математичного сподівання числа поражених об'єктів сторін

$$\left(M \left[X_{зрдн}^{(yp)} \right], M \left[Y_{зпн}^{(yp)} \right] \right).$$

У відповідності до [3] під критерієм ефективності бойових дій групи *зрдн* при прикритті об'єктів (операції) розуміють правило, за яким приймається чи відхиляється та чи інша альтернатива.

Всякий критерій вводиться на основі принципу раціональної поведінки. З точки зору концептуальної поведінки відпрацювання рішень критерії розподіляють:

критерії придатності, критерії оптимізації.

Відповідно концепції придатності раціональною стратегією $u \in U$ вважається та, за яке вибраний показник ефективності приймає значення не менше заданого, тобто

$$W(u) \geq W^{(np)}.$$

При такому підході рівень $W^{(np)}$ ділить всю множину допустимих стратегій U на дві підмножини: U_1 – множина допустимих стратегій, та $U \setminus U_1$ – множина недопустимих стратегій.

Всі стратегії $u \in U_1$ є рівноцінними, тому концепція придатності приводить до негнучкої та нецілеспрямованої системи прийняття рішень.

До критеріїв придатності відносять: критерій прийнятного результату, критерій допустимої гарантії, критерій допустимого гарантованого результату.

Для критерію прийнятного результату в умовах визначеності в якості показника ефективності може бути обрано результат операції $Y(u)$, мета якої носить кількісний характер. В цьому випадку

$$\rho(Y(u), Y^{(np)}) = Y(u).$$

Критерій прийнятного результату рекомендує вибирати стратегію u із множини допустимих, що задовольняє умові:

$$u^* : Y(u) \geq Y^{(np)}.$$

Критерій допустимої гарантії, що відповідає умові

$$u^* : P(Y(u) \geq Y^{(np)}) \geq P^{(np)},$$

тобто імовірність події, яка відповідає тому, що можливий результат операції перевищує результат операції що необхідний, перевищує заданий рівень імовірності цієї події.

Критерій допустимого гарантованого результату, що відповідає умові

$$u^* : Y_\alpha(u) \geq Y^{(np)}.$$

Концепція оптимізації визначає раціональними ті стратегії, для яких

$$W(u^*) = \max_{u \in U} W(u),$$

де u^* – раціональна стратегія, яка визначена за критерієм оптимізації.

До критеріїв оптимізації відносять: критерій найбільшого середнього результату, критерій найбільшої імовірнісної гарантії результату, критерій найбільшого гарантованого результату.

За критерієм найбільшого середнього результату

$$u^* : \max_{u \in U} M[Y(u)],$$

тобто доцільною стратегією вважається та, яка забезпечує максимальне значення математичного сподівання випадкової величини можливого результату операції;

За критерієм найбільшої імовірнісної гарантії результату

$$u^* : \max_{u \in U} P(Y(u) \geq Y^{(HP)}),$$

тобто доцільною стратегією вважається та, на якій забезпечується максимальне значення імовірності події, яка полягає в тому, що можливий результат операції при застосуванні $u \in U$ перевищує результат який необхідний $Y^{(HP)}$.

За критерій найбільшого гарантованого результату при випадковому характері результату $Y(u)$ операції гарантованим результатом називають рівень $Y_\alpha(u)$, не нижче якого буде отриманий результат з заданою імовірністю α , тобто

$$\alpha = P(Y(u) \geq Y_\alpha(u)).$$

Отже оптимальну стратегію вибирають із умови

$$u^* : \max_{u \in U} Y_\alpha(u).$$

Найважливішим положенням якого слід притримуватись при виборі критерію ефективності операції, являється узгодження мети операції і критерію ефективності.

Метою операції, в даному випадку протидії групи *зрдн* та угруповання ЗПН, є:

- знищення максимальної кількості засобів повітряного нападу противника;
- забезпечення мінімальних втрат озброєння і військової техніки;
- збереження максимальної кількості *зрдн* в групі *зрдн* при прикритті об'єктів.

Отже, виходячи з мети операції, визначених показників ефективності операції і необхідності врахування втрат сторін, можливо визначити критерій для обґрунтування варіанту побудови бойового порядку групи *зрдн* при прикритті об'єктів:

$$v^* : \max_{v \in V} M[Y_{ЗПН}^{(yp)}] - M[X_{зрдн}^{(yp)}],$$

де $M[X_{зрдн}^{(yp)}]$ – статистична оцінка математичного сподівання числа поражених *зрдн* зі складу групи *зрдн*;

$M[Y_{ЗПН}^{(yp)}]$ – статистична оцінка математичного

сподівання числа поражених засобів повітряного нападу;

V – множина варіантів побудови бойового порядку групи *зрдн*.

Висновки

Таким чином, для обґрунтування раціонального варіанту побудови бойового порядку групи *зрдн* при прикритті об'єктів в умовах поведінкової невизначеності застосування ЗПН при врахуванні втрат сторін, в якості показників ефективності операції вибрано статистичну оцінку математичного сподівання числа поражених об'єктів сторін, а критерієм – максимальне значення різниці між статистичною оцінкою математичного сподівання числа поражених ЗПН та значенням статистичної оцінки математичного сподівання числа поражених *зрдн* зі складу групи *зрдн*.

Список літератури

1. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): монографія / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 300 с.
2. Синтез адаптивних структур систем зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка їх ефективності (теорія, практика, тенденції розвитку): монографія / А.Я. Торопчін, І.О. Кириченко, М.О. Єрмошин та ін. – Х.: ХУПС, 2006. – 348 с.
3. Надёжность и эффективность техники. Справочник в 10 т. / [Под ред. Ф. В. Уткина, Ю. В. Крючкова]. – М.: Машиностроение, 1988. – Т. 3: Эффективность технических систем. – 1988. – 320 с.

Надійшла до редколегії 6.01.2016

Рецензент: д-р військ. наук проф. С.П. Ярош, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ ГРУППЫ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ ДИВИЗИОНОВ С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ СТОРОН

В.В. Шулежко, С.Б. Назаренко, Р.Л. Винославский

В статье предоставляется выбор показателей и критерия эффективности боевых действий группы зенитных ракетных дивизионов с учётом потерь сторон для обоснования рационального варианта построения боевого порядка группы зенитных ракетных дивизионов.

Ключевые слова: показатель, критерий, эффективность, зенитный ракетный дивизион.

INDICATORS AND CRITERIA OF AIR DEFENCE DIVISIONS GROUPS COMBAT OPERATIONS EFFICIENCY IN THE LIGHT OF PARTIES' CASUALTIES

V.V.Shulezhko, S.B. Nazarenko, R.L. Vynoslavskiy

In the article there is a range of indicators and criteria of air-defence division's group combat operations efficiency in the light of parties' casualties for a substantiation of the air-defence divisions groups battle array formation's efficiency variant.

Keywords: indicator, criteria, efficiency, air-defence division.