

УДК. 355.45

В.В. Шулежко<sup>1</sup>, С.А. Кузьмін<sup>2</sup>, Є.О. Рябоконь<sup>1</sup>, О.В. Кулешов<sup>1</sup>, В.В. Мегельбей<sup>1</sup><sup>1</sup> Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків<sup>2</sup> Командування Сухопутних військ, Київ

## МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНО-АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ПРИКРИТТЯ УГРУПОВАННЯ ППО СВ В ОПЕРАЦІЙНОМУ РАЙОНІ (ЗОНІ)

У статті розроблена методика обґрунтування раціональної структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні). Методика забезпечує упорядковане використання розроблених і відомих часткових моделей і показників для прогнозу ефективності зенітного ракетно-артилерійського прикриття, а також таксономічну оцінку та направлене формування найбільш ефективного вектору параметрів системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні), який визначає раціональний варіант структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні).

**Ключові слова:** методика, раціональний варіант, структура, система зенітного ракетно-артилерійського прикриття, показник, критерій, ефективність.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Досвід проведення антитерористичної операції на Сході України, аналіз прикладів збройного протистояння останніх десятиріч свідчить про докорінні зміни форм та способів ведення бойових дій. Нерозривно з цим розвивається і воєнне мистецтво, як галузь воєнної науки, що охоплює теорію і практику підготовки та ведення бойових дій і збройної боротьби в цілому. Велика увага при цьому приділяється створенню ефективної системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття (ЗРАП) угруповання протиповітряної оборони Сухопутних військ (ППО СВ) в операційному районі (зоні). Можливість системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) реалізувати покладені на неї функції залежить від її структури, під якою розуміється взаємне розташування та взаємозв'язок її основних елементів, що створюють системи вогню, розвідки й управління [1].

Таким чином, створення системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) і підтримка її в стані, коли вона здатна реалізувати покладені на неї функції відповідно вимогам до ефективності функціонування системи ППО операційної зони (района), вимагає глибокого розроблення питань не тільки технічного оснащення цієї системи, а й ще більш складних питань наукового обґрунтування її структури на момент удару засобів повітряного нападу (ЗПН) противника.

**Аналіз останніх публікацій.** Питання вивчення організації протиповітряної оборони держави, підвищення ефективності зенітного ракетного прикриття важливих державних об'єктів, підвищення боєздатності частин і підрозділів ЗРВ, синтезу структури

системи зенітного прикриття, організації управління ґрунтовно розкриті в [1 – 3]. В [2] розглянуті питання створення формалізованого середовища процесів підготовки і прийняття рішень як основної складової інформаційно-аналітичної системи. В [1] викладені теоретичні основи синтезу адаптивних структур системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття, комплекс моделей, серед яких моделі оцінки ефективності вогню та управління. В [3] систематизовані сучасні методи оцінки ефективності бойових дій військ (сил) ППО, узагальнена сукупність показників і критеріїв ефективності. Але в проаналізованій літературі недостатньо уваги приділяється питанню побудови раціональної структури системи ЗРАП угруповань ППО СВ.

**Мета статті.** Дана стаття присвячена розробці методики обґрунтування раціональної структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні).

### Виклад основного матеріалу

Задача обґрунтування структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) у загальній постановці формально зводиться до такого: знайти таке розміщення підрозділів ППО СВ в позиційних районах (на стартових (вогневих) позиціях) і такі зв'язки між ними, реалізація яких дозволить задовольнити встановлені вимоги до ефективності зенітного ракетно-артилерійського прикриття та процесів управління вогнем підрозділів ППО СВ при відомих обмеженнях щодо реалізації системи. Загальна схема розробленої методики обґрунтування структури системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) наведена на рис. 1.

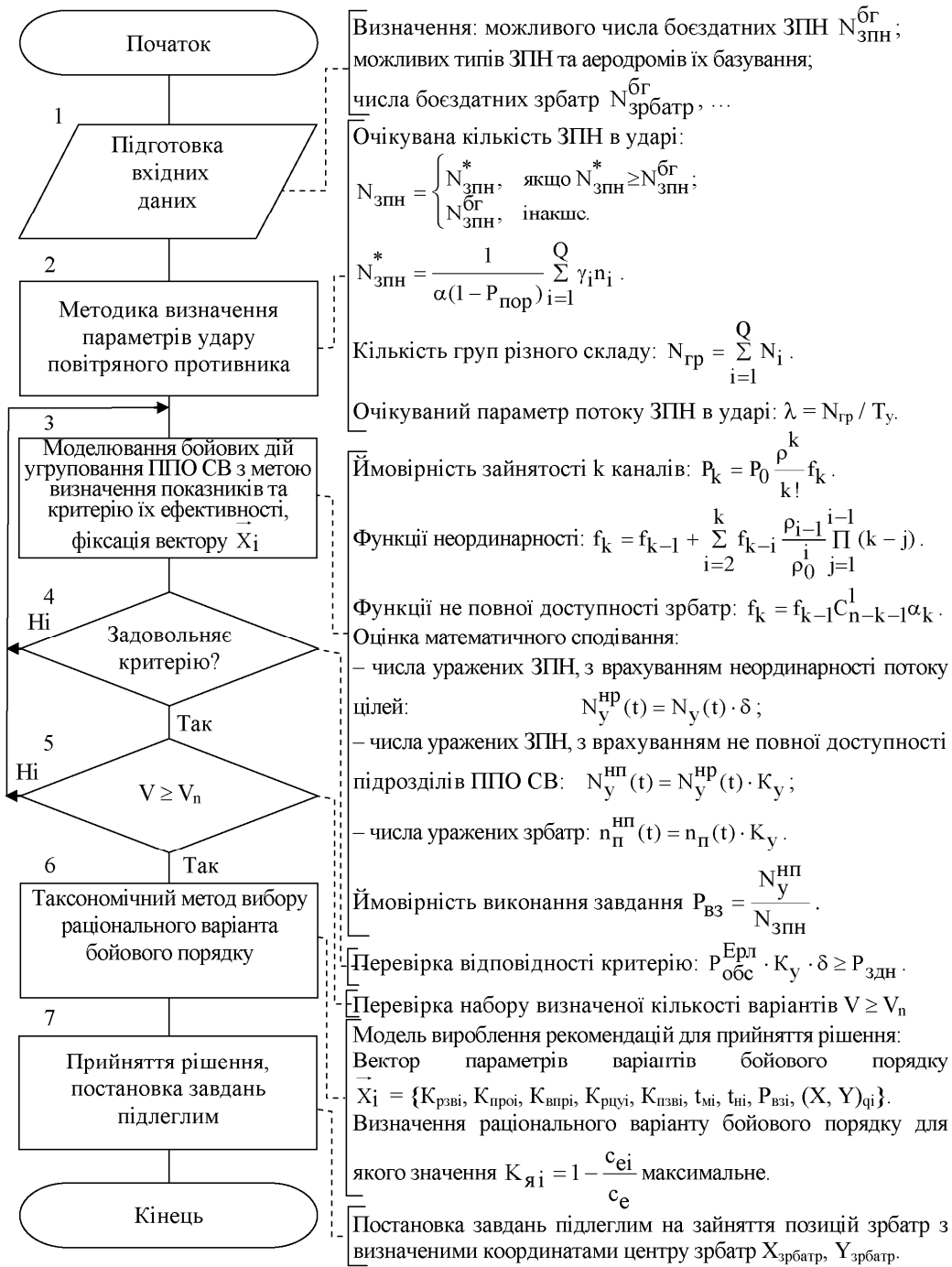


Рис. 1. Схема методики обґрунтування раціонального варіанту структури системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні)

Методика передбачає використання таких гіпотез і вихідної інформації:

- всі ЗПН противника своєчасно виявляються з ймовірністю виявлення  $P_0 \leq 1$ ;
- ЗПН діють групами з ймовірністю  $(a_i)$  появи групи у складі, що дорівнює  $i$  ЗПН;
- ЗПН в ударі розподілені за висотами в процентному відношенні  $ВН(H_j)$  на кожній  $j$ -й висоті;
- кількість ЗРК кожного типу дорівнює  $m_k$ , всього типів ЗРК –  $q$ , вихідне число ЗРК дорівнює  $n_0$ ;
- ЗРК кожного типу має: ймовірність  $P_{yi}$  ураження ЗПН у дуельному бою, ймовірність  $P_{i*}$  ура-

- ження ЗРК у дуельному бою, продуктивність  $\mu_i$  ЗРК, залежність дальності  $R_i(H)$  зони ураження від висоти польоту ЗПН;
- число цільових каналів у складі ЗРК  $k$ -го типу –  $N_{цк,k}$ ;
- число стартових позицій ЗРК (основних, хибних), по яких можливо нанесення удару ЗПН –  $N_{сл,k}$ ;
- в ударі приймає участь  $N_{зпн}$ ;
- час бою складає  $t = t_6$  хвилин;
- бій розвивається в часі як випадковий процес, інтервали входу літаків у зону вогню випадкові і розподіл їх показниковий [7].

– бойовий район відповідальності підрозділів ППО СВ має ширину фронту  $L_{фр}$  і глибину  $L_r$ .

Підготовка вихідних даних (блок 1) включає збір інформації про стан підрозділів ППО СВ ( $N_{зрбатр}^{бр}$ ). Уточнюється інформація про склад і типи ЗПН, їх характеристики і визначається наближена кількість боєздатних засобів повітряного нападу ( $N_{зпн}^{бр}$ ) з врахуванням значення коефіцієнта бойової готовності.

Методика визначення параметрів удару повітряного противника [4] (блок 2), необхідних при визначенні раціонального варіанту структури системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні), забезпечує визначення взаємозв'язку мети і завдань повітряного противника зі стійкими за метою діями засобів повітряного нападу параметрами удару – інтенсивністю, параметром ЗПН в ударі, розподілом ЗПН за висотами, числовими значеннями компонент вектора неординарності бойових порядків ЗПН у повітрі.

Моделювання бойових дій підрозділів ППО СВ (блок 3) проводиться з застосуванням моделі бойових дій підрозділів ППО СВ з прикриття об'єктів від удару засобів повітряного нападу, яка за призначенням є моделлю обґрунтування раціонального варіанту структури системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні). У даній моделі використання геоінформаційної системи “Аргумент” [5, 6] забезпечує вибір бойових позицій для ЗРК (ЗГРК) і визначення загальної площі зони вогню підрозділів ППО СВ і площі зенітного ракетного вогню з  $j$ -кратним перекриттям зон ураження ЗРК. Ці площі необхідні для урахування типового складу й розміщення ЗРК (ЗГРК) на місцевості, та утворюють ефект неповної доступності підрозділів ППО СВ для обстрілу парціальних потоків групових цілей. Для повнодоступних підрозділів ППО СВ (блок 3) знаходимо ймовірність ураження рівно  $q$  ЗРК (ЗГРК) [7]:

$$P_q = \frac{\pi^q}{q!} e^{-\pi}, \quad q = \overline{1, n_0 - 1}, \quad P_{n_0} = 1 - \sum_{q=1}^{n_0-1} P_q,$$

де  $q$  – кількість уражених ЗРК (ЗГРК);  $P_q$  – ймовірність ураження рівно  $q$  ЗРК (ЗГРК);  $n_0$  – кількість одноканальних ЗРК (ЗГРК) в підрозділі ППО СВ.

Отже, визначається математичне сподівання числа уражених ЗРК (ЗГРК) відповідно до формули:

$$n_{\pi}(t) = \sum_{q=0}^{n_0} q P_q,$$

де  $n_{\pi}(t)$  – математичне сподівання числа уражених ЗРК (ЗГРК). Звідки, отримаємо оцінку математичного сподівання числа уражених ЗПН згідно з формулою

$$N_y(t) = n_{\pi}(t)/n_0 N_{y\infty} = n_{\pi}(t) - P_y/P^*,$$

де  $N_y(t)$  – оцінка математичного сподівання числа уражених ЗПН;  $N_{y\infty}$  – граничне значення математичного сподівання кількості уражених ЗПН при нео-

бмеженому боєкомплекті ЗРК (ЗГРК) і кількості ЗПН в ударі.

Засоби повітряного нападу виконують бойові завдання і заходять в зону зенітного ракетного вогню групами по два, чотири, вісім і більше літаків, що знижує ефективність функціонування системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) і приводить до необхідності врахування фактора неординарності потоку літаків.

Для оцінки величини зниження  $\delta$  згідно з формулою:  $\delta = P_{обс}^{нп} / P_{обс}^{ерл} \leq 1$ , знайдемо (блок 3) відношення ймовірності обслуговування потоку вимог однієї і тієї ж інтенсивності і з врахуванням неординарного вхідного потоку вимог ( $P_{обс}^{нп}$ ) і при ординарному вхідному потоці вимог ( $P_{обс}^{ерл}$ ).

У підсумку виникає можливість (блок 3) уточнити оцінку математичного сподівання числа уражених ЗПН з врахуванням неординарної структури бойового порядку ЗПН у повітрі відповідно до формули:  $N_y^{нп}(t) = N_y(t) \cdot \delta$ , де  $\delta$  – величина зниження ефективності бойового застосування підрозділів ППО СВ при неординарній структурі бойового порядку ЗПН у повітрі.

Бойові порядки реальних підрозділів ППО СВ відрізняються великою розкиданістю позицій ЗРК (ЗГРК) у просторі, різнотипністю зон ураження ЗРК (ЗГРК), наявністю площ з різним коефіцієнтом перекриття зон ураження (шаруватість зони зенітного ракетного вогню), що приводить до необхідності врахування не повної доступності ЗПН для обстрілу засобами підрозділів ППО СВ.

Для оцінки величини зниження ( $K_y$ ) згідно з формулою  $K_y = P_{обс}^{нп} / P_{обс}^{ерл} \leq 1$ , знайдемо відношення ймовірності обслуговування потоку вимог однієї і тієї ж інтенсивності з врахуванням не повної доступності підрозділів ППО СВ для обстрілу ЗПН в ударі ( $P_{обс}^{нп}$ ) і при умові повної доступності потоку вимог ( $P_{обс}^{ерл}$ ).

У підсумку виникає можливість (блок 3) уточнити оцінку математичного сподівання числа уражених ЗПН відповідно до формули

$$N_y^{нп}(t) = N_y^{нп}(t) \cdot K_y = N_y(t) \cdot \delta \cdot K_y,$$

де  $N_y^{нп}(t)$  – оцінка математичного сподівання числа уражених ЗПН із врахуванням не повної доступності підрозділів ППО СВ для обстрілу ЗПН в ударі.

Також виникає можливість (блок 3) уточнити оцінку математичного сподівання числа уражених ЗРК (ЗГРК) із врахуванням не повної доступності підрозділів ППО СВ для обстрілу ЗПН в ударі відповідно до формули:  $n_{\pi}^{нп}(t) = n_{\pi}(t) \cdot K_y$ , де  $K_y$  – величина зниження ефективності бойового застосу-

вання підрозділів ППО СВ при не повній доступності підрозділів ППО СВ для обстрілу ЗПН в ударі.

Знаючи значення  $N_y^{HP}$  визначається ймовірність виконання завдання підрозділами ППО СВ:

$$P_{вз} = N_y^{HP} / N_{зпн},$$

де  $N_y^{HP}$  – оцінка математичного сподівання числа уражених ЗПН із врахуванням не повної доступності підрозділів ППО СВ для обстрілу ЗПН в ударі;  $N_{зпн}$  – кількість ЗПН, які приймають участь в ударі.

Формується (блок 3) критерій ефективності бойового застосування підрозділів ППО СВ ( $P_{обс}^{Eрл} \cdot K_y \cdot \delta \geq P_{здн}$ ), що дозволяє відсікати непридатні варіанти структури системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні).

Для кожного варіанту структури системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) (блок 3) фіксується вектор параметрів  $\bar{X}_i = \{K_{рзв}, K_{про}, K_{впр}, K_{рцу}, K_{пзв}, t_{мі}, t_{ні}, P_{вз}, (X_{зрбатр}, Y_{зрбатр})_{qi}\}$ . До таких показників можливо віднести [3]:

– коефіцієнт реалізації зони вогню на малих висотах:

$$K_{рзв} = \frac{\sum_{j=1}^{k(\beta_i)} h_{рл\ ij}}{\sum_{j=1}^{k(\beta_i)} h_{гран\ ij}},$$

де  $k(\beta_i)$  – кількість бойових машин (БМ), зенітних відділень, зони ураження яких попадають на напрямки від центру угруповання військ, що прикривається;  $h_{рл\ ij}$  – глибина реалізованої зони ураження  $j$ -ї БМ, зенітного відділення на напрямку  $\beta_i$ ;  $h_{гран\ ij}$  – глибина граничної (розрахункової) зони ураження  $j$ -ї БМ, зенітного відділення на напрямку  $\beta_i$ , км. Напрямок  $\beta_i$  береться з дискретністю 5 градусів. Загальний коефіцієнт реалізації з врахуванням рельєфу місцевості розраховується за формулою:

$$K_{рзв} = 1 / n \sum_{j=1}^n K_{рзв}(\beta_j),$$

де  $n$  – кількість напрямків;

– коефіцієнт прикриття об'єкту зоною вогню до рубежу виконання завдання (РВЗ) противником на малих висотах:

$$K_{про} = \begin{cases} 1 - \phi / 360^\circ, & \text{у разі захисту об'єкта} \\ 1 - L_0 / L, & \text{у разі захисту напрямку,} \end{cases}$$

де  $L_0$  – протяжність ділянки по фронту;  $\phi_1, \dots, \phi_n$  – величини секторів, в яких не забезпечується прикриття об'єктів до РВЗ;  $l_1, l_2, \dots, l_n$  – протяжність ділянок, на яких не забезпечується прикриття об'єктів до РВЗ;

– коефіцієнт взаємного прикриття БМ, зенітних відділень на малих висотах:

$$K_{впр} = N_{пр} / N,$$

де  $N_{пр}$  – кількість БМ, зенітних відділень, які прикриті у загальній системі вогню;  $N$  – кількість БМ, зенітних відділень, які входять до складу зрп, зрадн мбр (тбр);

– коефіцієнт реалізації потрібних рубежів централізованого управління:  $K_{рцу} = 1 - \phi / 360^\circ$ ,

$\phi_\Sigma = \phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_n$ , де  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n$  – величини секторів, в яких не забезпечується централізоване управління з КП зрп (зрадн) на нижній граничній висоті можливостей ЗРК (ЗГРК);

– час здійснення маневру підрозділами ППО СВ:  $t_m = t_{св} + t_{мр} + t_{зан} + t_{роз}$ , де  $t_{св}$  – час переведення підрозділів ППО СВ з бойового положення в похідне;  $t_{мр}$  – час здійснення маршруту на визначену відстань;  $t_{зан}$  – час на заняття позиції;  $t_{роз}$  – час розгортання в бойовий порядок і підготовки до бойових дій у новому районі;  $t_{ч}$  – час накопичення ракет на бойових позиціях  $t_{ч} = t_3 + t_d$ , де  $t_3$  – час заправки ракет на транспортні засоби;  $t_d$  – час доставки ракет у зрбатр (зрбатр);

– коефіцієнт перекриття реалізованих зон виявлення;  $P_{вз}$  – ймовірність виконання завдання підрозділами ППО СВ:  $P_{вз} = N_y^{HP} / N_{зпн}$ , де  $N_y^{HP}$  – оцінка

математичного сподівання числа уражених ЗПН із врахуванням неординарної структури бойового порядку ЗПН у повітрі і не повної доступності бойових порядків підрозділів ППО СВ для обстрілу ЗПН в ударі;

– координати центрів підрозділів  $(X_{зрбатр}, Y_{зрбатр})_q$ , де  $q$  – номер підрозділу.

Далі перевіряються значення показника ефективності функціонування системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) для визначеного варіанту структури цієї системи вимогам критерію ефективності функціонування системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) (блок 4). Якщо результат перевірки не задовольняє вимогам, що пред'являються, то здійснюється перехід до блоку 3. У протилежному випадку варіант структури системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) відбирається для подальшого дослідження і здійснюється перехід до блоку 5. Якщо не вдалося визначити ні одного варіанту структури системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні), значення показників ефективності функціонування системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) якого відповідали б вимогам критерію ефективності функціонування системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні), то можливо надання таких рекомендацій командирі:

– узгодити завдання зі взаємодіючими частинами армійської авіації (винищувальної авіації) в наданні взаємної допомоги в інтересах виконання бойового завдання, а саме щоб авіація забезпечила “розтягнення” бойового порядку ЗПН за часом. Тим самим забезпечиться зниження інтенсивності удару і зменшиться кількісний склад груп;

– розміщення на напрямках де не забезпечується максимальна реалізація зони вогню на малих висотах стрільків-зенітників ПЗРК або станцій РЕБ, які ставлять завади системі безпеки польотів на малій висоті і тим самим забезпечити збільшення висоти польоту ЗПН;

– застосування рейдів, маневрів і практично щоденних передислокацій;

– запит у старшого начальника про необхідність підсилення системи ЗРАП об'єктів.

Використання кожної з цих рекомендацій призводить до зміни параметрів бойових порядків ЗПН у повітрі – інтенсивності, параметра удару ЗПН, а також може призвести до збільшення шаруватості зони вогню системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів за рахунок переходу ЗПН на використання більшої висоти польоту, що веде до збільшення дальньої межі зон ураження ЗРК і збільшення ймовірності виявлення ЗПН. Тому для нових умов виникає необхідність повторного виконання операцій блоку 3 (рис. 1).

Здійснюється перевірка набору визначеної кількості варіантів структури системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) (блок 5), які відповідають вимогам критерію ефективності бойових дій підрозділів ППО СВ ( $V \geq V_n$ ). Якщо результат не задовольняє вимогам, що пред'являються, то здійснюється перехід до блоку 3. У протилежному випадку здійснюється перехід до блоку 6.

Вибір раціонального варіанту структури системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) (блок 6) з застосуванням таксономічного методу, який використовується для порівняння варіантів структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні), які характеризуються великою кількістю ознак, і вирішує проблеми впорядкування багатовимірних характеристик в єдиний кількісний показник.

Множина варіантів структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні), які відповідають вимогам критерію ефективності функціонування системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні), буде характеризуватися матрицею:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix},$$

де  $i$  – порядковий номер варіанта структури системи ЗРАП угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні);  $j$  – показник, який характеризує варіант структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні);  $x_{ij}$  – значення  $j$ -го показника  $i$ -го варіанта структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні). Кожний рядок даної матриці задає відповідний вектор – набір значень показників для певного варіанта.

Для подальшого порівняльного аналізу варіантів структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному ра-

йоні (зоні) потрібно здійснити перехід до центрованих безрозмірних величин, відповідно до формул [8]

$$z_{ij} = x_{ij} - m_j / \sigma_j, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n},$$

де  $m_j = \bar{x}_j$  – оцінка математичного сподівання ознаки  $x_j$  (за всіма  $i = \overline{1, m}$  одиницями):

$$\bar{x}_j = m_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{ij}, \quad j = \overline{1, n}, \quad \sigma_j - \text{оцінка середнього}$$

квадратичного відхилення ознаки  $x_j$ :

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{ij} - m_j)^2}, \quad j = \overline{1, n}.$$

У результаті формується матриця  $Z$ :

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1j} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2j} & \dots & z_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{i1} & z_{i2} & \dots & z_{ij} & \dots & z_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{m1} & z_{m2} & \dots & z_{mj} & \dots & z_{mn} \end{pmatrix}$$

стандартизованих значень показників варіантів структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) СВ. Для знаходження значень еталонного вектора  $Z_e$  згідно з

$$z_{ej} = \begin{cases} \max z_{ij}, & \text{якщо ознака – стимулятор;} \\ \min z_{ij}, & \text{якщо ознака – дестимулятор} \end{cases}$$

відповідно до кожного  $j$ -го показника в стовпці матриці стандартизованих значень показників знаходять “краще” значення кожного часткового показника  $z_{ej}$  серед всіх показників.

Відстань від еталонного вектора до векторів значень показників варіантів структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) роз-

раховується як:  $c_{ei} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ij} - z_{ej})^2}$ , де  $z_{ij}$  – стандар-

тизоване значення  $j$ -го показника  $i$ -го варіанта структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні);  $z_{ej}$  – стандартизоване значення  $j$ -го показника в еталоні.

Використовуючи правило трьох сигм [8] визначається величина  $c_e$  згідно з:

$$c_e = \bar{c}_e + 3\sigma_e,$$

де  $\bar{c}_e$  – середнє значення відстані від еталонного вектора до векторів значень показників у варіантах;  $\sigma_e$  – середнє квадратичне відхилення відстані від еталонного вектора до векторів значень показників у варіантах.

Середнє значення відстані від еталонного вектора до векторів значень показників у варіантах розраховується за формулою:

$$\bar{c}_e = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m c_{ei}.$$

Середнє квадратичне відхилення від еталонного вектора до векторів значень показників у варіантах розраховується за формулою:

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (c_{ei} - \bar{c}_e)^2}.$$

Тоді кількісне значення шуканого таксономічного показника якості структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) буде розраховуватись за формулою:

$$K_{яі} = 1 - c_{ei} / c_e.$$

Далі (блок 7), іде постановка завдань підпорядкованим зрбатр (зрбатр) на зайняття бойових позицій з визначеними координатами центру позицій  $\{X_{зрбатрi}, Y_{зрбатрi}\}$ , що відповідає раціональному варіанту структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні).

## Висновки

Таким чином, розроблена методика обґрунтування раціональної структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні). Методика забезпечує упорядковане використання розроблених і відомих часткових моделей і показників для прогнозу ефективності зенітного ракетно-артилерійського прикриття, а також таксономічну оцінку та направлене формування найбільш ефективного вектору параметрів системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні), який визначає шуканий раціональний варіант структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні).

## МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ЗЕНИТНОГО РАКЕТНО-Артиллерийского ПРИКРЫТИЯ ГРУППИРОВКИ ПВО СВ В ОПЕРАЦИОННОМ РАЙОНЕ (ЗОНЕ)

В.В. Шулежко, С.А. Кузьмин, Е.А. Рябоконь, А.В. Кулешов, В.В. Мегельбей

*В статье разработана методика обоснования рациональной структуры системы зенитного ракетно-артиллерийского прикрытия группировки ПВО СВ в операционном районе (зоне). Методика обеспечивает упорядоченное использование разработанных и известных частичных моделей и показателей для прогноза эффективности зенитного ракетно-артиллерийского прикрытия, а также таксономическую оценку и направленное формирование наиболее эффективного вектора параметров системы зенитного ракетно-артиллерийского прикрытия группировки ПВО СВ в операционном районе (зоне), который определяет рациональный вариант структуры системы зенитного ракетно-артиллерийского прикрытия группировки ПВО СВ в операционном районе (зоне).*

**Ключевые слова:** методика, рациональный вариант, структура, система зенитного ракетно-артиллерийского прикрытия, показатель, критерий, эффективность.

## METHOD OF RATIONAL STRUCTURE SUBSTANTIATION OF THE SYSTEM OF ANTI-AIRCRAFT MISSILE AND ARTILLERY COVER TO AIR DEFENSE OF GROUND FORCES GROUPING IN THE JOINT OPERATIONS

V.V. Shulezhko, S.A. Kuzmin, E.O. Ryabokon, A.V. Kuleshov, V.V. Megelbey

*Method of rational structure substantiation of the system of anti-aircraft missile and artillery cover to air defense of Ground Forces grouping in the joint operations is developed in the article. The method provides orderly use developed and well-known partial models and index to forecast the effectiveness of anti-aircraft missile and artillery cover, and taxonomic evaluation and directed the formation of the most efficient vector of parameters of the system of anti-aircraft missile and air defense artillery cover grouping of Ground Forces in the operational area (zone). The method determines the version of the rational structure of the system of anti-aircraft missile and artillery cover for air defense group of the Ground Forces in the joint operations (operational area (zone)).*

**Keywords:** method, rational version, structure, system of anti-aircraft missile and artillery cover, index, criterion, efficiency.

## Список літератури

1. Моделирование 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 та ін. – Х.: ХВУ, 2004. – 409 с.
2. Теорія прийняття рішень органами військового управління: монографія / В. І. Ткаченко, Є. Б. Смірнов, Г. А. Дробаха та ін. – Х.: ХУПС, 2008. – 545 с.
3. Синтез адаптивних структур систем зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка їх ефективності (теорія, практика, тенденції розвитку): монографія / А. Я. Торпчін, І. О. Кириченко, М. О. Єрмошин та ін. – Х.: ХУПС, 2006. – 348 с.
4. Городнов В. П. Методика оцінки статистичних параметрів удару повітряного противника при відновленні системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів [Текст] / В. П. Городнов, М. О. Єрмошин, В. В. Шулежко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2013. – № 1(10). – С. 75-79.
5. Удосконалення комплексу математичних моделей, реалізованих на основі геоінформаційної системи "Аргумент-2011" / С.П. Ярош, А.Ф. Макаров, А.М. Савельєв, В.О. Калініченко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 2 (39). – С. 27-33.
6. Ярош С.П. Геоінформаційна система "Аргумент-2011". Програма на магнітному носії / С.П. Ярош, А.Ф. Макаров, А.М. Савельєв. – Х.: ХУПС, 2011.
7. Городнов В. П. Моделирование боевых действий частей, соединений и объединений войск ПВО [Текст] / В. П. Городнов. – Х.: ВИРТа ПВО, 1987. – 380 с.
8. Городнов В. П. Методология та організація наукових досліджень : Підручник / В. П. Городнов. – Х.: Акад. АБВ МВС України, 2011. – 208 с.

Надійшла до редколегії 14.08.2015

**Рецензент:** д-р військ. наук, проф. Г.А. Дробаха, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.