

DOI 10.33099/2618-1614-2024-27-4-54-59

УДК 355.4

**О. М. Загорка,***доктор військових наук, професор,  
Національний університет оборони України,***С. В. Поліщук,***кандидат військових наук,  
Національний університет оборони України,***І. О. Загорка,***Національний університет оборони України*

## Обґрунтування вимог до ефективності застосування сил протидії повітряному противнику в оборонній операції

*Противопітряна оборона угруповання військ в оборонній операції здійснюється зенітними ракетними військами, винищувальною авіацією, військами протиповітряної оборони сухопутних військ, силами радіоелектронної боротьби, застосуванням засобів технічного маскування. Під час організації протиповітряної оборони важливим є визначення потрібних внесків зазначених сил і засобів (сил протидії повітряному противнику) в її ефективність, що дає можливість обґрунтувати їхній бойовий склад. У статті викладений методичний підхід, яким передбачається визначення вимог до ефективності застосування в оборонній операції зенітних ракетних військ, винищувальної авіації, військ протиповітряної оборони сухопутних військ, сил радіоелектронної боротьби, засобів технічного маскування.*

*Ключові слова:* угруповання військ, ракетно-авіаційний удар, протиповітряна оборона, ефективність.

© О. М. Загорка, С. В. Поліщук, І. О. Загорка, 2024

**П**остановка проблеми. З досвіду минулих війн бойові дії стороною, яка розв'язувала воєнний конфлікт, починалися нанесенням ракетно-авіаційних ударів (РАУ) по об'єктах країни, котра зазнала нападу, зокрема по її угрупованню військ. Тим самим створювалися сприятливі умови для дій сухопутних військ.

Прикриття угруповання військ від ударів засобів повітряного нападу (ЗПН) здійснюється зенітними ракетними військами (ЗРВ), винищувальною авіацією (ВА), військами протиповітряної оборони (ППО) сухопутних військ (СВ), силами радіоелектронної боротьби (РЕБ). Для зниження результативності застосування ЗПН використовується маскування об'єктів угруповання військ технічними засобами. Під час організації ППО угруповання військ важливим є визначення потрібних внесків сил протидії повітряному противнику в загальну ефективність відбиття РАУ, зокрема першого РАУ як найважливішого для дій наших сил. Це дасть змогу визначити потрібний склад сил протидії повітряному противнику в оборонній операції.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Методичні положення оцінювання ефективності застосування ЗРВ, ВА, військ ППО СВ при відбитті РАУ по військах і об'єктах розглянуті в багатьох роботах. Наприклад, у роботах [1–5] обґрунтовані показники і наведені методи оцінювання ефективності застосування сил і засобів ППО при відбитті ударів ЗПН, які ґрунтуються на використанні методів імітаційного моделювання, аналітико-стохастичних і аналітичних методів. Водночас у роботах мало уваги приділяється обґрунтуванню вимог до ефективності застосування сил і засобів ППО, зокрема в оборонній операції, не розглядається зв'язок цих вимог зі збереженням боєздатності угруповання військ на кінець оборонної операції, не враховуються можливості сил РЕБ і засобів технічного маскування (ЗТМ) щодо зниження результативності застосування ЗПН.

**Метою статті** є розроблення методичного підходу до визначення потрібної ефективності (вимог) застосування сил протидії повітряному противнику в оборонній операції.

**Виклад основного матеріалу.** Відповідно до тенденцій розвитку збройної боротьби і досвіду минулих війн можна вважати, що на початок воєнного конфлікту протиборчі сторони обмінюватимуться РАУ. Втрати угрупованню військ, яке обороняється, особливо в першому РАУ, завдаватимуться переважно ЗПН. Тому обґрунтування вимог до ефективності сил протидії повітряному противнику доцільно здійснювати з урахуванням потрібного зниження втрат угруповання військ від ЗПН у першому РАУ. Порядок визначення потрібного зниження втрат угруповання військ у першому РАУ від ЗПН наведений на *рисунку 1*.

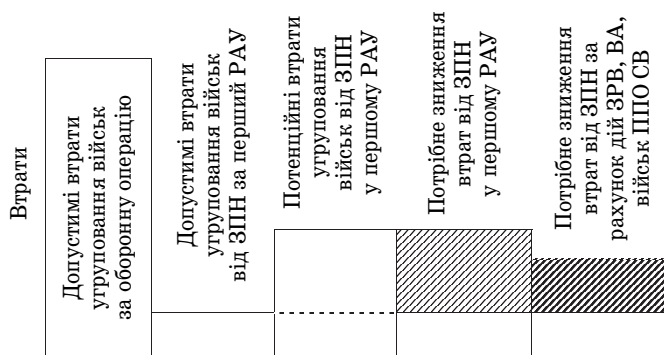


Рис. 1. Порядок визначення потрібного зниження втрат угруповання військ від ЗПН у першому РАУ

Визначення допустимих втрат угруповання військ за оборонну операцію доцільно здійснювати з урахуванням критичних втрат. За попередніми дослідженнями визначено, що в минулих війнах наступ припинявся в разі загальних втрат 30–50%. Оборона втрачала стійкість у разі загальних втрат 50–70%. Тому допустимими за оборонну операцію можна вважати втрати угруповання військ не більше 50%.

При змінюванні бойового потенціалу угруповання військ під час оборонної операції за експоненціальною залежністю математичне сподівання величини допустимих відносних загальних втрат за добами операції можна визначити за формулою

$$M_{em}^{don} = 1 - e^{-\gamma T_{on}}, \quad (1)$$

де  $T_{on}$  – доба операції;

$\gamma$  – коефіцієнт, який характеризує інтенсивність змінювання втрат угруповання військ в операції.

При  $M_{em}^{don} = 0,5$  (допустимі втрати за операцію 50%) можна записати

$$e^{-\gamma T_{on}^*} = 0,5, \quad (2)$$

де  $T_{on}^*$  – тривалість оборонної операції.

Звідси коефіцієнт

$$\gamma = -\frac{\ln 0,5}{T_{on}^* \ln e} = \frac{0,69}{T_{on}^*}. \quad (3)$$

При тривалості операції  $T_{on}^* = 10$  діб  $\gamma = 0,069$ , при  $T_{on}^* = 5$  діб  $\gamma = 0,138$ .

Змінювання математичних сподівань величин допустимих відносних втрат угруповання військ під час оборонної операції різної тривалості за критичних втрат 50% показано на *рисунку 2*.

Якщо прийняти, що противник у першу добу операції здатний завдати угрупованню військ два РАУ, то

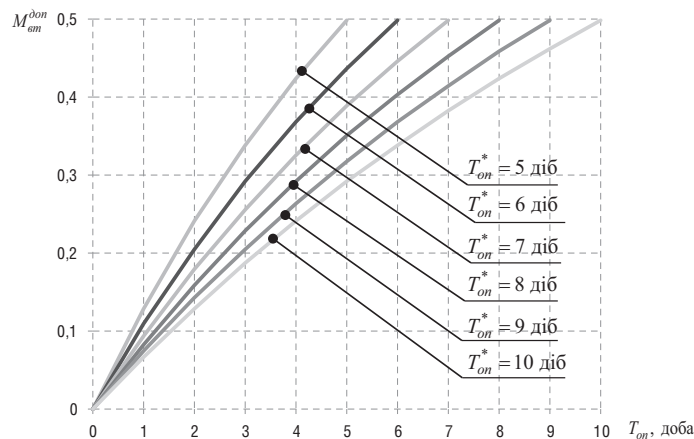


Рис. 2. Змінювання математичних сподівань величин допустимих відносних втрат угруповання військ під час оборонної операції

допустимими втратами від ЗПН у першому РАУ можна вважати втрати, які завдаються за половину першої доби операції. Це дає змогу визначити допустимі втрати угруповання військ від ЗПН у першому РАУ за формулою

$$M_{em}^{don*} = 1 - e^{-0,5\gamma}. \quad (4)$$

Для допустимих втрат угруповання військ за операцію 50% при тривалості операції  $T_{on}^* = 10$  діб

$$M_{em}^{don*} = 0,034, \text{ при } T_{on}^* = 5 \text{ діб } M_{em}^{don*} = 0,067.$$

Для визначення математичного сподівання величини відносних потенційних втрат, які можуть бути завдані угрупованню військ у першому РАУ, доцільно застосовувати аналітичну методику на підставі використання полігонних нарядів ЗПН для ураження військових об'єктів і методу ітерацій [3–5].

Математичне сподівання величини відносних потенційних втрат  $M_{em}^{nom}$  визначається за формулою

$$M_{em}^{nom} = \frac{\sum_z m_z Q_z}{\sum_z n_z Q_z}, \quad z = \overline{1, L}, \quad (5)$$

де  $m_z$  – кількість об'єктів  $z$ -го типу угруповання військ, що можуть уражатися ЗПН у першому РАУ;

$n_z$  – кількість об'єктів  $z$ -го типу у складі угруповання військ;

$Q_z$  – коефіцієнт важливості об'єктів  $z$ -го типу;

$L$  – кількість типів об'єктів у складі угруповання військ.

Структурна схема методичного підходу до визначення математичного сподівання величини відносних

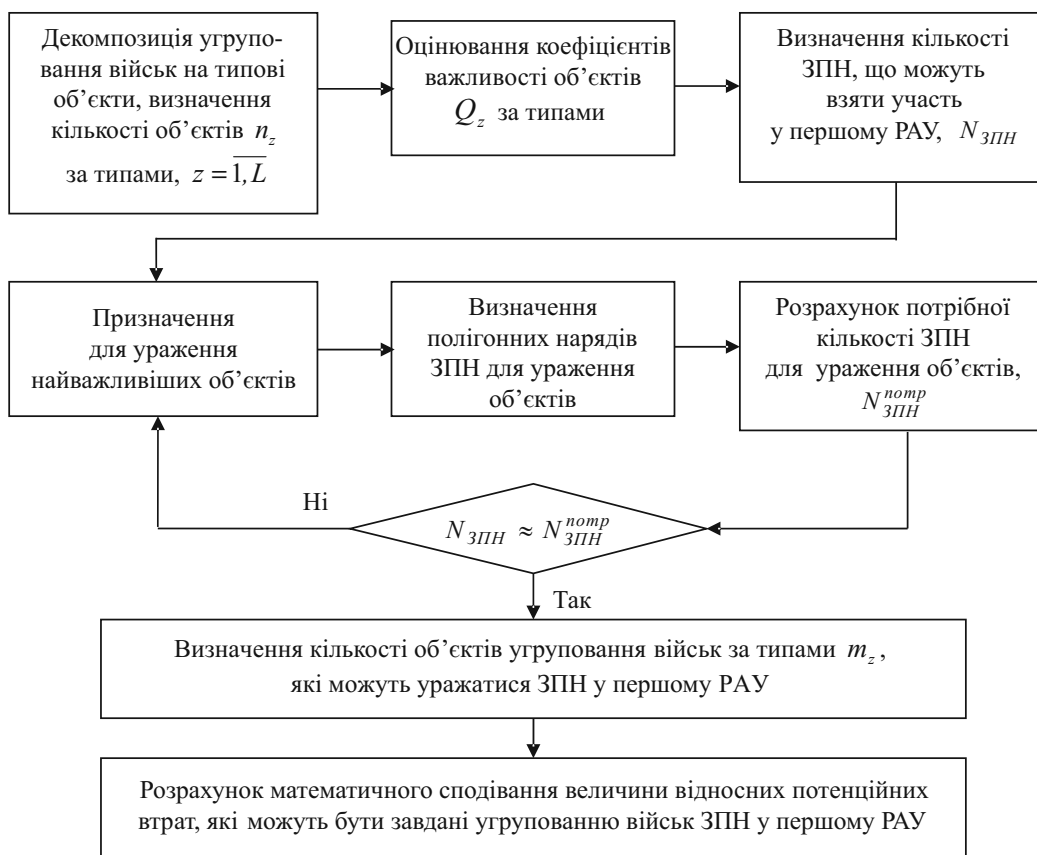


Рис. 3. Структурна схема методичного підходу до визначення математичного сподівання величини відносних потенційних втрат угруповання військ від ЗПН у першому РАУ

потенційних втрат угруповання військ від ЗПН у першому РАУ наведена на *рисунку 3*.

У роботах [4, 6] для оцінювання коефіцієнтів важливості військових об'єктів запропоновано використувати метод аналізу ієрархій [7].

Відповідно до методичного підходу ітерації здійснюються, поки кількість ЗПН, які можуть взяти участь у РАУ,  $N_{ЗПН}$  не дорівнюватиме кількості потрібних ЗПН  $N_{ЗПН}^{nomp}$  для ураження обраних об'єктів.

Ураховуючи, що в РАУ застосовуються літаки, крилаті ракети, безпілотні літальні апарати і балістичні ракети тактичного або оперативно-тактичного призначення, втрати від їхніх дій оцінюються окремо з подальшим підсумовуванням для одержання математичного сподівання  $M_{вт}^{nom}$ .

Відповідно до цього підходу можна прийняти, що математичне сподівання величини відносних потенційних втрат прямо пропорційне кількості ЗПН у РАУ.

Потрібне зниження втрат угруповання військ від ЗПН у першому РАУ відповідно до схеми на *рисунку 1* визначається за формулою

$$\Delta M_{вт} = M_{вт}^{nom} - M_{вт}^{don*}. \quad (6)$$

Потрібні рівні зниження втрат угруповання військ застосуванням ЗРВ, ВА, військ ППО СВ, сил РЕБ, ЗТМ визначаються з урахуванням відповідних внесків  $C_{ЗРВ}$ ,  $C_{ВА}$ ,  $C_{ППО}$ ,  $C_{РЕБ}$ ,  $C_{ЗТМ}$  цих сил і засобів в ефективність протидії повітряному противнику таким чином:

$$\begin{aligned} \Delta M_{вт}^{ЗРВ} &= C_{ЗРВ} \Delta M_{вт}; & \Delta M_{вт}^{ВА} &= C_{ВА} \Delta M_{вт}; \\ \Delta M_{вт}^{ППО} &= C_{ППО} \Delta M_{вт}; & \Delta M_{вт}^{РЕБ} &= C_{РЕБ} \Delta M_{вт}; \\ \Delta M_{вт}^{ЗТМ} &= C_{ЗТМ} \Delta M_{вт}. \end{aligned} \quad (7)$$

Математичне сподівання відносної кількості ЗПН, яка повинна знищуватися при відбитті першого РАУ, визначається за формулою

$$\begin{aligned} N_{зи} &= \frac{\Delta M_{вт} - \Delta M_{вт}^{РЕБ} - \Delta M_{вт}^{ЗТМ}}{M_{вт}^{nom}} = \\ &= 1 - \frac{M_{вт}^{don*}}{M_{вт}^{nom}} - \frac{\Delta M_{вт}^{РЕБ} + \Delta M_{вт}^{ЗТМ}}{M_{вт}^{nom}}. \end{aligned} \quad (8)$$

Потрібні рівні математичних сподівань відносної кількості знищення засобів повітряного нападу ЗРВ, ВА, військ ППО СВ визначаються за формулами:

$$N_{zn}^{ЗРВ} = D_{ЗРВ} N_{zn}; \quad N_{zn}^{ВА} = D_{ВА} N_{zn};$$

$$N_{zn}^{ППО} = D_{ППО} N_{zn}, \quad (9)$$

де  $D_{ЗРВ}$ ,  $D_{ВА}$ ,  $D_{ППО}$  – внески ЗРВ, ВА, військ ППО СВ у знищення ЗПН відповідно.

Вважається, що за умови виконання цих вимог забезпечуватиметься зрив першого РАУ і збереження боєздатності військ від ударів ЗПН за весь період оборонної операції.

Для обґрунтування вимог до ефективності застосування сил протидії повітряному противнику здійснюється прогнозування завдання першого РАУ по об'єктах угруповання військ, що обороняється. При прогнозуванні доцільно формувати декілька варіантів РАУ, якими визначаються їхній склад, способи застосування засобів, об'єкти ураження угруповання військ тощо.

Знищення потрібної кількості ЗПН під час відбиття РАУ може забезпечуватися при різних внесках ЗРВ, ВА, військ ППО СВ в ефективність відбиття РАУ, що визначається бойовим складом цих сил. Таким чином, під час обґрунтування вимог також потрібно формувати декілька або безліч варіантів бойового складу сил протидії повітряному противнику, як показано на *рисунку 4*, та обирати з них раціональний варіант.

Формування варіантів першого РАУ  $A_i$  ( $i = \overline{1, R}$ ) та сил протидії  $B_j$  ( $j = \overline{1, K}$ ) здійснюється з використанням евристичного методу.

При формуванні варіантів складу сил протидії можна прийняти, що силами РЕБ і ЗТМ забезпечується визначене зниження втрат угруповання військ

$$\Delta M_{вт}^{РЕБ}, \Delta M_{вт}^{ЗТМ}.$$

Формування варіантів бойового складу ЗРВ, ВА, військ ППО СВ здійснюється за умовою забезпечення відносної кількості ураження ЗПН, яке при протидії  $i$ -му варіанту першого РАУ, дорівнює  $N_{zn}$  та визначається з використанням формули (8).

Водночас математичне сподівання відносної кількості ЗПН, яка може бути знищена  $j$ -м варіантом бойового складу ЗРВ, ВА, військ ППО СВ при відбитті  $i$ -го варіанта першого РАУ

$$N_{znji}^* = N_{znji}^{ЗРВ} + N_{znji}^{ВА} + N_{znji}^{ППО}. \quad (10)$$

Математичне сподівання відносної кількості ЗПН, яка може знищуватися ЗРВ, ВА, військами ППО СВ  $N_{znji}^{ЗРВ}$ ,  $N_{znji}^{ВА}$ ,  $N_{znji}^{ППО}$  залежно від їхнього бойового складу, доцільно визначати з використанням аналітико-стохастичних моделей [1–3].

Порядок формування варіантів складу сил протидії (ЗРВ, ВА, військ ППО СВ) РАУ наведений на *рисунку 5*. Кожний варіант бойового складу сил протидії  $B_j$  ( $j = \overline{1, K}$ ) розглядається для всіх варіантів РАУ  $A_i$  ( $i = \overline{1, R}$ ).

Ураховуючи, що застосування кожного варіанта бойового складу сил протидії повинне забезпечувати потрібне знищення ЗПН при відбитті кожного варіанта РАУ, раціональним доцільно вважати варіант, якому відповідає мінімальна вартість бойових засобів.

Загальними вимогами до сил протидії повітряному противнику, які визначаються з використанням запропонованого підходу, є потрібне зниження втрат угруповання від ЗПН у першому РАУ і знищення потрібної кількості ЗПН при його відбитті. Ці вимоги визначаються максимальними значеннями для всіх варіантів РАУ

$$\left( \Delta M_{вт} = \max_i \Delta M_{вти}, \quad N_{zn} = \max_i N_{zni} \right).$$

Раціональним варіантом сил протидії визначаються вимоги до внесків  $D_{ЗРВ}$ ,  $D_{ВА}$ ,  $D_{ППО}$  у знищення ЗПН при відбитті першого РАУ, а також вимоги до внесків  $C_{РЕБ}$ ,  $C_{ЗТМ}$  у зниження втрат угруповання військ від ЗПН. Таким вимогам відповідає раціональний бойовий склад сил протидії повітряному противнику.

**Висновки.** Запропоновано методичний підхід до визначення потрібної ефективності (вимог) застосування сил протидії повітряному противнику (ЗРВ, ВА, військ

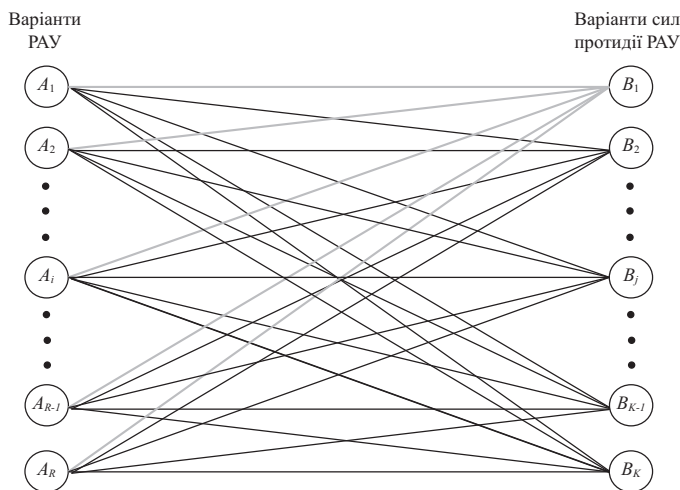


Рис. 4. Сполучення варіантів РАУ та варіантів сил протидії РАУ

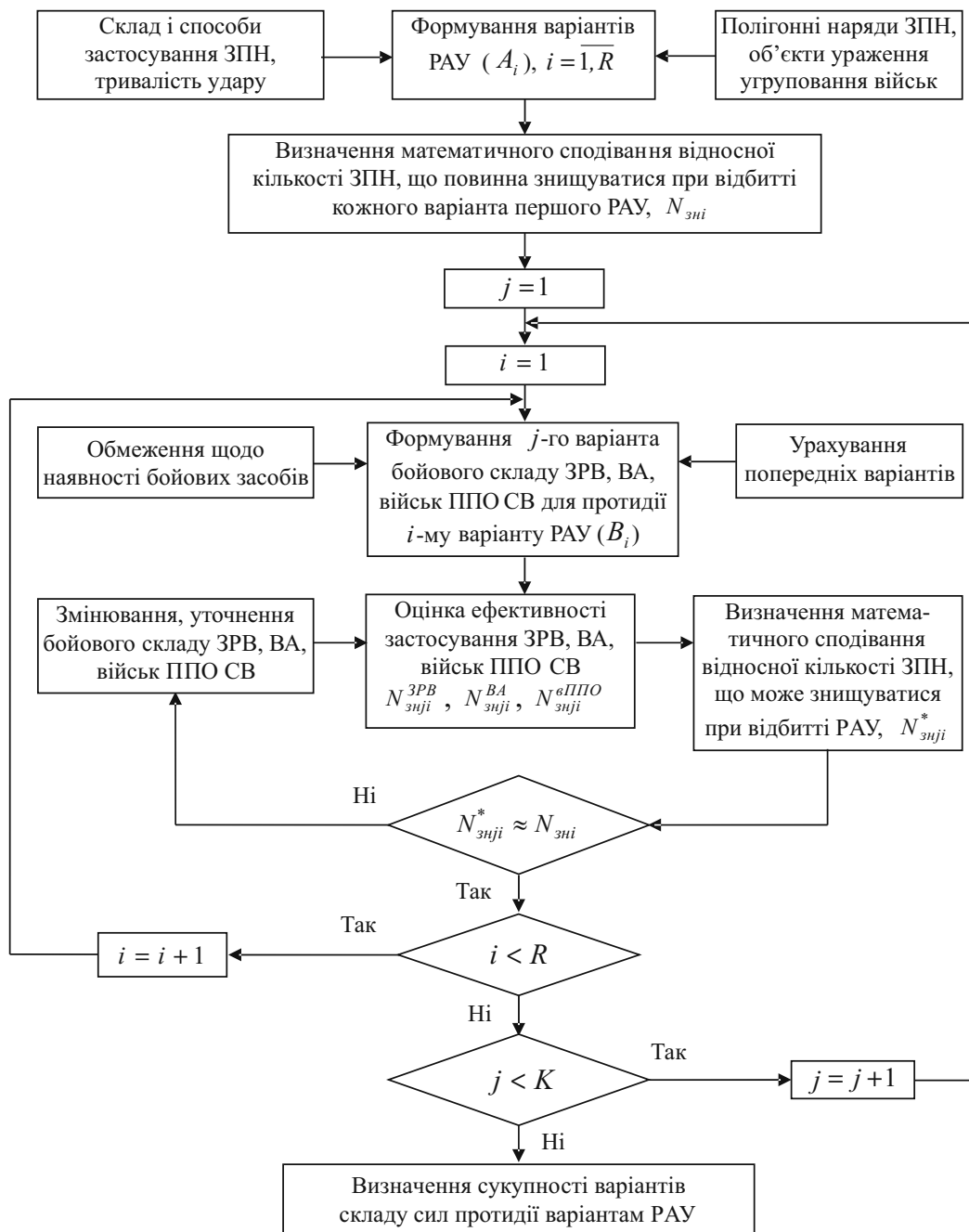


Рис. 5. Порядок формування варіантів складу сил протидії (ЗРВ, ВА, військ ППО СВ) РАУ

ППО СВ, РЕБ, ЗТМ) в оборонній операції, який ґрунтується на урахуванні допустимих втрат угруповання військ від ЗПН у першому РАУ. Вимоги до ефективності застосування сил протидії повітряному противнику визначаються з урахуванням можливих варіантів завдання першого РАУ по угрупованню військ, яке обороняється, і відповідних варіантів застосування визначеного складу сил протидії.

Методичним підходом передбачається визначення: потрібного зниження втрат угруповання військ від ЗПН у першому РАУ; потрібної кількості знищених ЗПН та внесків ЗРВ, ВА, військ ППО СВ у відбиття першого РАУ; внесків сил РЕБ, ЗТМ у зниження втрат угруповання військ від дій ЗПН. Внески ЗРВ, ВА, військ ППО СВ у знищення ЗПН визначають раціональний склад цих сил ППО за вартістю бойових засобів.

У подальшому доцільно на підставі наведеного методичного підходу розробити методику визначення вимог до ефективності застосування сил протидії повітряному противнику в оборонній операції.

### Перелік 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 та ін. – Х. : ХВУ, 2004. – 409 с.
2. Єрмошин М. О. Оцінка ефективності бойових дій зенітних ракетних військ : навч. посіб. / М. О. Єрмошин, Г. А. Дробаха. – Х. : ХВУ, 2004. – 259 с.
3. Городнов В. П. Методика прогноза ефективності групувань родов військ ПВО / В. П. Городнов. – Х. : ХВУ, 1999. – 32 с.
4. Прогнозування втрат військ і об'єктів від авіаційних ударів противника / С. І. Онищенко, О. М. Загорка, В. В. Коваль, В. В. Тюрін // Системи озброєння і військова техніка. – 2011 – № 2 (26). – С. 2–8.
5. Теоретичні основи управління угрупованням військ (сил) у сучасних умовах збройної боротьби : монографія / О. М. Загорка, А. К. Павліковський, А. А. Корецький та ін. ; за заг. ред. І. С. Руснака. – К. : НУОУ, 2020. – 248 с.
6. Тарасов В. М. Розвідувально-ударні, розвідувально-вогневі комплекси (принципи побудови в умовах реалізації концепції мережоцентричних війн, оцінка ефективності бойового застосування) : монографія / В. М. Тарасов, Р. І. Тимошенко, О. М. Загорка ; за заг. ред. В. М. Телелима. – К. : НУОУ, 2015. – 183 с.
7. Saaty T. L. Analytical planning: the organization of systems / T. L. Saaty, K. P. Kearns. – Oxford : Pergamon Press, 1985. – VII, 208 p. – (International series in modern applied mathematics and computer science ; vol. 7).