

О.М. Загорка, В.В. Тюрін

Національний університет оборони України, Київ

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ МЕТОДИКИ ВИБОРУ ДОЦІЛЬНИХ ВАРІАНТІВ ПРИКРИТТЯ ВАЖЛИВИХ ДЕРЖАВНИХ ОБ'ЄКТІВ СИЛАМИ ТА ЗАСОБАМИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ В ОПЕРАЦІЇ (БОЙОВИХ ДІЯХ)

Розкрито комплексну методику вибору доцільних варіантів прикриття важливих державних об'єктів силами та засобами протиповітряної оборони в операції (бойових діях).

Ключові слова: *важливі державні об'єкти, система протиповітряної оборони, операція (бойові дії), методика.*

Вступ

Постановка завдання у загальному вигляді та його зв'язок із практичними заходами. Одним з важливих завдань, що вирішуються Збройними Силами України в сучасних операціях (бойових діях) є прикриття важливих державних об'єктів (ВДО). Складність та важливість завдання прикриття ВДО визначає нагальну потребу його комплексного виконання різнорідними силами та засобами протиповітряної оборони (ППО): частинами (підрозділами) радіотехнічних військ, зенітних ракетних військ та винищувальної авіації Повітряних Сил, протиповітряної оборони Сухопутних військ. В свою чергу, розробка обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення ефективності виконання даного завдання неможлива без формування доцільних варіантів їх прикриття силами та засобами ППО, що і обумовлює актуальність вказаної статті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розроблені на сьогоднішній день методичні підходи щодо обґрунтування доцільних варіантів прикриття ВДО силами та засобами ППО в операції (бойових діях) мають обмеження [1–4] з точки зору оптимізації прийняття рішень щодо вибору можливих варіантів дій засобів повітряного нападу (ЗПН) по ВДО, необхідного переліку ВДО для прикриття силами та засобами ППО та визначення доцільного варіанту з урахуванням внеску різнорідних сил і засобів ППО в загальну ефективність прикриття ВДО. Тому, для ефективного виконання завдань прикриття ВДО стає актуальним питання визначення доцільного варіанту із сукупності можливих, який забезпечує максимальну реалізацію існуючих потенційних можливостей сил та засобів ППО в операції (бойових діях). З аналізу існуючих методичних підходів випливає, що для порівняння варіантів прикриття ВДО необхідна розробка відповідної комплексної методики, що і визначає **мету** даної статті.

Виклад основного матеріалу

Комплексна методика прикриття ВДО в операції (бойових діях) складається з таких взаємоузгоджених між собою етапів:

- перший* – формування вихідних даних;
- другий* – визначення варіантів дій ЗПН по військах та ВДО в операції (бойових діях);
- третій* – визначення коефіцієнтів пріоритетності прикриття ВДО силами та засобами ППО в операції (бойових діях);
- четвертий* – розподіл сил і засобів ППО для прикриття військ (сил) та ВДО в операції (бойових діях);
- п'ятий* – визначення можливих варіантів прикриття ВДО силами та засобами ППО для обраного варіанту дій ЗПН в операції (бойових діях);
- шостий* – визначення можливостей різнорідних сил і засобів ППО щодо прикриття ВДО для обраного варіанту дій ЗПН (розрахунок коефіцієнтів прикриття ВДО силами та засобами ППО);
- сьомий* – визначення узагальненого показника ефективності прикриття ВДО силами та засобами ППО для обраного варіанту дій ЗПН;
- восьмий* – вибір доцільного варіанту прикриття ВДО силами та засобами ППО в операції (бойових діях).

Положення комплексної методики базуються на багатоваріантному оцінюванні ефективності прикриття ВДО силами та засобами ППО в операції (бойових діях).

Структурна схема комплексної методики наведена на рис. 1.

На *першому етапі* комплексної методики (блок 1) здійснюється формування вихідних даних. Вихідні дані формуються за результатами оцінювання противника, своїх військ, умов та факторів, які впливають на прикриття ВДО силами та засобами ППО в операції (бойових діях). Вихідні дані повинні

забезпечити визначення варіантів дій ЗПН та можливий характер розвитку операції (бойових дій).

Основними вихідними даними є: склад угруповання повітряного противника, найбільш можливі

напрямки ударів ЗПН, угруповання військ та об'єкти, по яких можуть діяти ЗПН, можливий час нанесення ударів та його шиккування, ймовірні напрямки та способи подолання системи ППО,

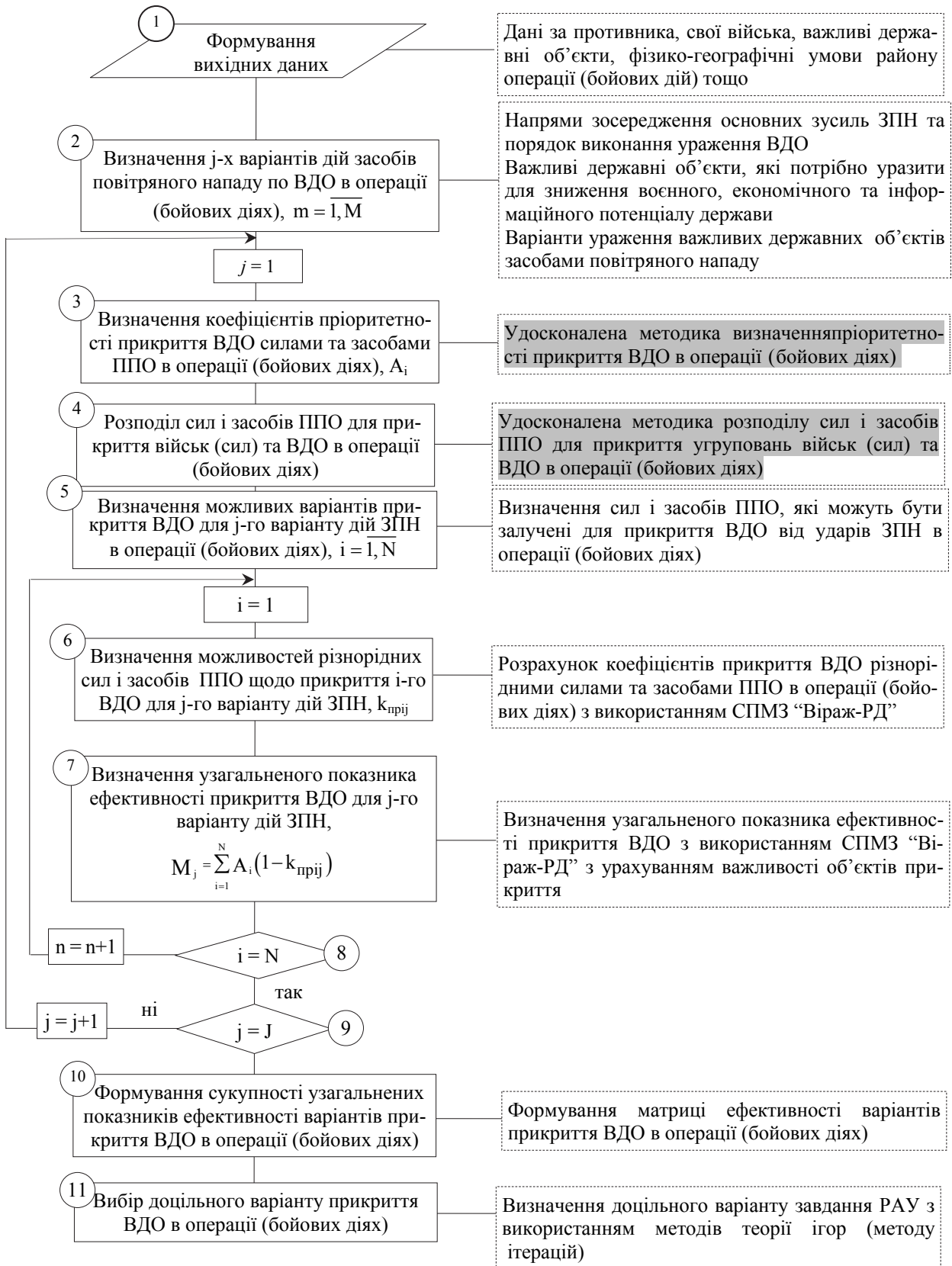


Рис. 1. Структурна схема комплексної методики вибору доцільних варіантів прикриття ВДО від ударів ЗПН в операції (бойових діях)

підльотний час, загальний обсяг завдань щодо прикриття ВДО в операції (бойових діях), бойовий склад сил і засобів ППО, кількість цільових каналів, кількість ракет, ресурсу авіації, що виділяється для прикриття ВДО, можливості сил і засобів ППО щодо прикриття ВДО.

На *другому етапі* (блок 2) на підставі проведеного аналізу мети прикриття ВДО в операції (бойових діях), визначаються напрями зосередження основних зусиль ЗПН та порядок ураження військ і ВДО; важливі державні об'єкти, ураження яких призведе до зниження воєнного, економічного та інформаційного потенціалу держави, варіанти ураження важливих державних об'єктів ЗПН.

При цьому під час аналізу мети операції (бойових дій) визначається мета прикриття ВДО, яка повинна відповідати меті протиповітряної оборони, потреба у вогневих засобах для виконання завдань, орієнтовні витрати ракет, боєприпасів, льотного ресурсу, порядок та послідовність прикриття ВДО. Для визначення варіантів дій засобів повітряного нападу по ВДО в операції (бойових діях) використовуються методи експертного оцінювання [5; 6].

Можливі варіанти дій ЗПН визначаються з використанням експертного методу за результатами оцінювання їх складу, стану, положення, визначення сильних і слабких сторін.

Третій етап (блок 3) комплексної методики передбачає визначення коефіцієнтів пріоритетності прикриття ВДО силами та засобами ППО в операції (бойових діях) (A_j) на підставі удосконаленої методики. При цьому, важливість прикриття об'єктів визначається за допомогою методу аналізу ієрархій. Отримані показники важливості ВДО з використанням даного методу є більш реалістичними, ніж результати отримані за допомогою інших методик [5].

На *четвертому етапі* (блок 4) на підставі визначених варіантів дій засобів ЗПН по ВДО, завдань прикриття військ і ВДО, встановленого порядку їх виконання здійснюється розподіл сил і засобів ППО для прикриття ВДО в операції (бойових діях). Методика розподілу сил і засобів ППО для прикриття ВДО в операції (бойових діях) враховує їх важливість та виділений ресурс (внески цільових каналів у загальну ефективність прикриття ВДО силами та засобами ППО).

Даний етап є основою для визначення доцільних варіантів прикриття ВДО силами та засобами ППО в операції (бойових діях).

П'ятий етап комплексної методики (блок 5) передбачає визначення можливих варіантів прикриття ВДО для j -го варіанту дій ЗПН в операції (бойових діях). На даному етапі визначаються сили і засоби ППО, які можуть бути залучені для прикриття ВДО від ударів ЗПН в операції (бойових діях).

На *шостому етапі* (блоки 6–9) визначаються можливості сил і засобів ППО щодо прикриття i -го ВДО для j -го варіанту дій ЗПН ($k_{прj}$). При цьому, розрахунок коефіцієнтів прикриття ВДО силами та засобами ППО в операції (бойових діях) здійснюється з використанням СПМЗ “Віраж-РД” [8].

Коефіцієнт прикриття ВДО силами та засобами ППО в операції (бойових діях) $k_{прj}$ заснований на спільному урахуванні бойових можливостей сил і засобів ППО. Фізичний зміст даного коефіцієнта полягає в розкритті умови щодо знищення ЗПН до рубежів виконання ними бойових завдань (РВЗ).

Коефіцієнт прикриття i -го ВДО для j -го варіанту дій ЗПН силами та засобами ППО в операції (бойових діях) $k_{прj}$ визначається за формулою [8]:

$$k_{прj} = \frac{1}{L} \sum_{\ell=1}^L k_{\ell}, \text{ де } k_{\ell} = \begin{cases} 1, R_{зн\ell} > R_{рвз} \\ 0, R_{зн\ell} < R_{рвз} \end{cases}, \quad (1)$$

де k_{ℓ} – коефіцієнт реалізації бойових можливостей сил та засобів ППО по прикриттю ВДО для ℓ -го напрямку;

$R_{зн\ell}$ – розрахований для ℓ -го напрямку рубіж знищення ЗПН силами та засобами ППО;

$R_{рвз}$ – рубіж виконання бойового завдання ЗПН;

L – кількість напрямів польоту ЗПН до i -го ВДО.

Розрахунок кількості знищених ЗПН силами та засобами ППО на ℓ -му напрямку проводиться за формулою:

$$M_{ЗПНj} = \sum_{j=1}^N K_j M_j, \quad (2)$$

де M_j – математичні сподівання кількості ЗПН, які знищуються різнорідними силами та засобами до РВЗ на j -му напрямку.

Розрахунок математичних сподівань кількості ЗПН, які знищуються різнорідними силами та засобами до РВЗ проводиться за відомими методиками [3–6; 10–12].

Формалізовано коефіцієнт прикриття ВДО силами та засобами ППО в операції (бойових діях) $k_{прj}$ можливо викласти в такому вигляді:

$$\begin{cases} k_{прj} = 1, \forall \Omega_k \in \Omega; \\ M_k = \min_{\Omega_k \text{ ППО}} (\max (M_{кППО}) \geq \mu N_{ц}, \forall \Omega_k, \end{cases} \quad (3)$$

де $k_{пр}$ – коефіцієнт реалізації показників бойових можливостей сил та засобів по прикриттю ВДО, що характеризує можливість впливу на ЗПН до досягнення ним РВЗ деякої просторової поверхні Ω , що утворена сукупністю рубежів знищення ЗПН на всіх можливих висотах та напрямках польоту до ВДО ($0 < k_{пр} \leq 1$);

Ω_k – елемент поверхні Ω на k -му напрямку польоту ЗПН;

$M_{k\text{ППО}}$ – математичне сподівання кількості знищених ЗПН на k -му напрямку силами та засобами ППО;

μ – задана норма ураження ЗПН (відносна кількість знищених ЗПН);

N_{Ω} – кількість ЗПН в нальоті на ВДО.

Коефіцієнти прикриття ВДО силами та засобами ППО в операції (бойових діях), що характеризують можливості щодо видачі бойової інформації про ЗПН та можливості щодо бойового впливу на ЗПН до досягнення ними рубежу виконання завдання з будь якого напрямку розраховуються за відомими методиками [8].

На *сьомому етапі* визначається узагальнений показник ефективності прикриття ВДО для j -го варіанту дій ЗПН за формулою:

$$M_j = \sum_{j=1}^L A_j (1 - k_{\text{пр}j}), \quad (4)$$

де A_j – коефіцієнт важливості j -го важливого державного об'єкта;

L – кількість важливих державних об'єктів, що знаходяться в зоні дій ЗПН противника і потребують прикриття від їх ударів;

$k_{\text{пр}j}$ – коефіцієнт прикриття j -го ВДО різномірними силами та засобами ППО в операції (бойових діях).

На *восьмому етапі (блок 10)* здійснюється формування сукупності узагальнених показників ефективності варіантів прикриття ВДО в операції (бойових діях). При цьому формується матриця ефективності варіантів прикриття ВДО.

Доцільний варіант прикриття ВДО в операції (бойових діях) визначається з використанням принципів теорії ігор [7]. Для вирішення гри складається матриця виграшу протидіючих сторін (ЗПН та системи прикриття ВДО).

За показник ефективності функціонування системи прикриття ВДО від ЗПН взято співвідношення:

$$C = \frac{E_{\text{ЗПН}}}{E_{\text{вар}}}, \quad E_{\text{ЗПН}} \geq 0, \quad E_{\text{вар}} > 0, \quad (5)$$

де $E_{\text{ЗПН}}$ – ефективність варіанту дій ЗВН; $E_{\text{вар}}$ – ефективність варіанту складу сил і засобів прикриття ВДО.

Ефективність функціонування системи прикриття ВДО від ЗПН здійснюється за відомими методиками.

В результаті проведених розрахунків складається матриця ефективності протидіючих сторін (ЗПН та системи прикриття ВДО). Вигляд матриці ефективності протидіючих сторін наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Вигляд матриці ефективності протидіючих сторін (ЗПН противника та системи прикриття ВДО)

Варіанти дій ЗПН	Варіанти складу сил і засобів прикриття ВДО					
	B_1	B_2	...	B_j	...	B_n
A_1	C_{11}	C_{12}	...	C_{1j}	...	C_{1n}
A_2	C_{21}	C_{22}	...	C_{2j}	...	C_{2n}
...
A_i	C_{i1}	C_{i2}	...	C_{ij}	...	C_{in}
...			
A_m	C_{m1}	C_{m2}	...	C_{mj}	...	C_{mn}

$$\max_i \min_j C_{ji}$$

$$\min_j \max_i C_{ji}$$

У табл. 1 наведені значення показників ефективності протидіючих сторін C_{ij} – стороною, яка наступає (ЗПН) стратегій A_i і стороною, яка обороняється (система прикриття ВДО), – стратегій B_j ($i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M}$). Таким чином гра зведена до матричної форми.

Відповідно до теорії ігор сторона, яка наступає (ЗПН противника), буде намагатися шляхом вибору стратегії (варіанту дій ЗПН противника) максимізувати показник C , а сторона, яка обороняється, мінімізувати цей показник.

Задачею вирішення гри є визначення оптимальних стратегій протидіючих сторін, а також значень нижньої (R_n) і верхньої ціни гри (R_v).

З цією метою спочатку застосовуються математичні методи пошуку “сідлової точки” [2; 6; 9; 12]. Для цього з матриці виключають доміновані стратегії, а потім здійснюють пошук мінімаксу і маскиміну сторін.

Для сторони, яка наступає (ЗПН), оптимальною вважається стратегія, для якої виконується умова –

$$\min_j \max_i C_{ji}.$$

Для сторони, яка обороняється, – $\max_j \min_i C_{ji}$.

Дані умови визначають нижню і верхню ціни гри.

Рівність $R_n = R_b = R$ є ознакою наявності “сідлової точки”.

У цьому випадку гра може вирішуватися у чистих стратегіях.

В разі невиконання умови $R_n = R_b = R$ вирішується задача визначення доцільного варіанту прикриття ВДО від ЗПН у змішаних стратегіях.

В результаті ітераційної процедури визначається доцільний варіант прикриття ВДО від ЗПН в операції (бойових діях).

Вказаний варіант є рекомендаціями для прийняття рішення про вибір доцільного варіанту прикриття ВДО в операції (бойових діях).

Висновки та перспективи подальших досліджень

В статті запропонована комплексна методика вибору доцільних варіантів прикриття ВДО в операції (бойових діях). Комплексна методика базується на удосконалених існуючих методиках планування та оцінювання ефективності застосування різномірних сил і засобів ППО, більш системно враховує цільові функції та процедури, які дозволяють забезпечити обґрунтоване рішення (визначення чисельних показників) стосовно доцільних варіантів прикриття ВДО в операції (бойових діях).

Список літератури

1. Єрмошин М.О. Оцінка ефективності бойових дій зенітних ракетних військ: навчальний посібник / М.О. Єрмошин, Г.А. Дробаха. – Х.: ХВУ, 2004. – 642 с.

2. Городнов В.П. Моделирование боевых действий войск (сил) противовоздушной обороны 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. – Харків: ХВУ, 2004. – 410 с.

3. Бойовий статут зенітних ракетних військ Повітряних Сил Збройних Сил України. Бригада, полк, група дивізіонів, дивізіон, батарея. – Вінниця, 2009. – 145 с.

4. Довідник з противовоздушною обороною / А.Я. Торочин, І.О. Романенко, Ю.Г. Даник, Р.Е. Пащенко та ін. – К.: МО України, Х.: ХВУ, 2003. – 368 с.

5. Елементи дослідження складених систем військового призначення / О.М. Загорка, С.П. Мосов, А.І. Сбітнєв та ін. – К.: НАОУ, 2005. – 100 с.

6. Тараканов К.В. Математика и вооружённая борьба / К.В. Тараканов. – М.: Воениздат, 1974. – 240 с.

7. Дрешиер М. Стратегические игры. Теория и приложения: учебник / М. Дрешиер. – М.: Советское радио, 1964. – 352 с.

8. Оцінювання показників бойових можливостей по прикриттю визначених об'єктів угрупованням зенітних ракетних військ за допомогою програмного комплексу оперативно-тактичних розрахунків і імітаційного моделювання розіграшу бойових дій “Віраж-РД” / С.П. Леценко, М.П. Батурицький, С.І. Бурковський, Л.В. Польшина, О.М. Жарик // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2012. – Вип. 2 (31). – С. 4-10.

Надійшла до редколегії 11.04.2017

Рецензент: д-р техн. наук проф. Г.В. Певцов, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕТОДИКИ ВЫБОРА ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ ВАРИАНТОВ ПРИКРЫТИЯ ВАЖНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ СИЛАМИ И СРЕДСТВАМИ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ В ОПЕРАЦИИ (БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЯХ)

А.Н. Загорка, В.В. Тюрин

Раскрыта комплексная методика выбора целесообразных вариантов прикрытия важных государственных объектов силами и средствами противовоздушной обороны в операции (боевых действиях).

Ключевые слова: важные государственные объекты, система противовоздушной обороны, операция (боевые действия), методика.

THE MAIN POINTS OF THE COMPLEX METHODOLOGY FOR CHOOSING THE EXPEDIENT ALTERNATES FOR COVERING IMPORTANT STATE TARGETS BY THE FORCES AND MEANS OF AIR DEFENSE IN THE OPERATION (COMBAT OPERATIONS)

O. Zagorka, V. Tyurin

Complex methodology for choosing the expedient alternates for covering important state targets by the forces and means of air defense in the operation (combat operations) is expanded.

Keywords: important state targets, air defense system, operation (combat operations), methodology.