

Збройна боротьба: теорія, забезпечення, досвід

УДК 355.469.5:356.519.711

Б.О. Дем'янчук, С.С. Ковалішин, П.В. Проценко

Військова академія, Одеса

МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИБОРУ ВАРІАНТІВ ЦІЛЕРОЗПОДІЛУ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА РИЗИКУ ЗАСОБІВ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК З УРАХУВАННЯМ ЇХ БОЙОВИХ ВТРАТ

Запропонована модель для вибору варіантів цілерозподілу за показниками ефективності та ризику засобів протиповітряної оборони (ППО СВ) з урахуванням їх бойових втрат, розкрито математичне формулювання варіантів розподілу обмеженої кількості цілей різного типу за умов заданої кількості засобів ППО, що мають різні можливості знищення ЗПН.

Ключові слова: засоби повітряного нападу, ефективний розподіл цілей, придушення ППО, критерій максимума ефективності, математичного формулювання варіантів розподілу цілей, типи засобів ураження.

Вступ

Засоби повітряного нападу (ЗПН) спроможні нанести максимальні втрати Сухопутним військам (СВ), за умовою придушення ППО шляхом масованого застосування: високоточної зброї – крилатих і протирадіолокаційних ракет, керованих бомб, ПТУР, активних завад і хибних цілей.

Загальні характеристики ЗПН, що повинні забезпечити придушення ППО СВ:

- висока щільність нальоту (12 – 16 цілей/хв.);
- висока кількість цілей;
- висока координація дії ЗПН під прикриттям активних і пасивних завад.

Етапи оцінки повітряного противника:

1) прогнозування кількості найбільш ймовірних напрямків дії і тактики застосування ЗПН з метою придушення ППО СВ;

2) визначення можливостей ЗПН щодо здійснення ударів, перш за все, ЗПН, що забезпечують безконтактне придушення ППО СВ;

3) аналіз можливостей ППО СВ щодо знищення ЗПН і оборони СВ.

Аналіз складу, задач і тактики застосування ЗПН містить:

а) визначення наявності важких, середніх і легких тактичних бомбардувальників, тактичних винищувачів, палубних штурмовиків, безпілотних літаків, літаків і гелікоптерів армійської авіації;

б) визначення кількості літаків, що створюють завади системам зв'язку і радіолокаторам ППО СВ, безпілотних літаків, літаків і гелікоптерів армійської авіації, а також палубних штурмовиків.

Під час аналізу задач ураховують, що:

а) літаки армійської авіації звичайно застосовують для ведення повітряної розвідки і для безпосередньої підтримки військ на полі бою;

б) гелікоптери армійської авіації використовують: для вогневої підтримки військ; для передислокації військ і здійснення десантів; для матеріального забезпечення військ та евакуації ранених; для ведення повітряної розвідки; в якості літаючих КП СВ противника;

в) безпілотні літаки створюють завади для систем зв'язку і радіолокаторів ППО СВ, ведуть повітряну розвідку, завдають удари по об'єктах СВ, ускладнюють повітряне становище для ПБУ ППО СВ;

г) авіаційні ракети і завади для придушення ППО СВ застосовують без заходження у зону поразки ЗРК;

д) крилаті ракети і літаки діють з огинанням рельєфу у вертикальній і горизонтальній площині з метою зменшення часу реагування, порушення безперервності функціонування систем цілерозподілу в ПБУ і систем наведення ракет ППО СВ;

е) літаки палубної та армійської авіації діють групами по 4 – 8 одиниць, з інтервалом часу між літаками 4, ..., 5 секунд, з метою інформаційного переважання ПБУ ППО СВ та активних засобів ППО СВ.

Рішенням задачі розподілу цієї сукупності сучасних засобів повітряного нападу між засобами ППО СВ присвячена багата кількість публікацій [1 – 3].

Але відомо, що дійсно ефективному розподілу цілей сприяють лише ефективні рішення складних задач:

- забезпечення живучості засобів ППО СВ;
- своєчасного виявлення и розпізнавання засобів повітряного нападу.

Метою статті є обговорення математичного формулювання варіантів розподілу обмеженої кількості цілей різного типу за умов заданої кількості засобів ППО, що мають різні можливості знищення ЗПН.

Основний розділ

В умовах, коли засоби ППО СВ складаються із m різнотипних ЗРК, при цьому кількість ЗРК першого типу дорівнює m_1 , другого m_2 , і т.д., а кількість типів ЗРК дорівнює k , маємо множину вогневих одиниць ППО СВ $\{m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_k\}$. Повітряний противник має на озброєнні s типів засобів вогневого ураження, при цьому їх множина має наступну структуру: $\{n_1, n_2, \dots, n_j, \dots, n_s\}$.

З початком повітряного удару m_i однотипних засобів ППО СВ будуть протистояти ЗПН, які мають однотипні засоби ураження (n_j).

Сукупність усіх варіантів розподілу ЗПН противника між засобами ППО СВ, за умовою одночасної їх протидії, приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Варіанти розподілу ЗПН противника між засобами ППО СВ під час нальоту

	n_1	n_2	...	n_j	...	n_s
m_1	m_{11}, n_{11}	m_{12}, n_{12}	...	m_{1j}, n_{1j}	...	m_{1s}, n_{1s}
m_2	m_{21}, n_{21}	m_{22}, n_{22}	...	m_{2j}, n_{2j}	...	m_{2s}, n_{2s}
...						
m_i	m_{i1}, n_{i1}	m_{i2}, n_{i2}	...	m_{ij}, n_{ij}	...	m_{is}, n_{is}
...						
m_k	m_{k1}, n_{k1}	m_{k2}, n_{k2}	...	m_{kj}, n_{kj}	...	m_{ks}, n_{ks}

Складові таблиці повинні задовольняти рівностям:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^s m_{ij} &= m_i, i = 1, 2, \dots, k; \\ \sum_{i=1}^k n_{ij} &= n_j, j = 1, 2, \dots, s. \end{aligned} \quad (1)$$

Очевидно що при рівномірному розподілі ЗПН противника між засобами ППО СВ, математичне очікування кількості знищених ЗПН ij -го типу (N_{ij}), а також кількості уражених засобів ППО СВ ij -го типу (M_{ij}), залежать від ефективності дії ЗРК i -го типу проти ЗПН j -го типу (E_{ij}) та ефективності протидії ЗПН j -го типу зенітним ракетним комплексам i -го типу (R_{ij}) і визначаються:

$$\begin{aligned} N_{ij} &= n_{ij} \left[1 - 1 - E_{ij}^{m_{ij}/n_{ij}} \right]; \\ M_{ij} &= m_{ij} \left[1 - 1 - R_{ij}^{n_{ij}/m_{ij}} \right]; \end{aligned} \quad (2)$$

$i = 1, 2, \dots, k \quad j = 1, 2, \dots, s.$

Математичне очікування загальних втрат сторін у протидії являють собою суму усіх знищених ЗПН, $N(M, N)$ та суму усіх втрат засобів ППО СВ, $M(M, N)$, дорівнюють:

$$\begin{aligned} N(M, N) &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^s N_{ij} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^s n_{ij} \left[1 - 1 - E_{ij}^{m_{ij}/n_{ij}} \right]; \\ M(M, N) &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^s M_{ij} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^s m_{ij} \left[1 - 1 - R_{ij}^{n_{ij}/m_{ij}} \right], \end{aligned} \quad (3)$$

де $M = \{m_{ij}\}$, $N = \{n_{ij}\}$ – матриці розподілу цілей між засобами ППО СВ (табл. 1).

Величини $N(M, N)$ і $M(M, N)$ є ефективністю ведення протиповітряного бою засобами ППО СВ під час автоматизованого розподілу цілей у реальному масштабі часу, а саме, також і з урахуванням їх бойових втрат під час масованого удару ЗПН.

Очевидно, що, під час дуельної протидії, кожна із протидіючих сторін намагається розподілити свої вогневі засоби, так щоб вони збільшували загальну ефективність їх протидії. Тому раціональний розподіл ЗПН між вогневими засобами ППО СВ повинен здійснюватися згідно до алгоритмів призначення своїх бойових одиниць у вигляді:

$$\begin{aligned} m_{ij} &= \frac{m_i}{\sum_{j=1}^s E_{ij}} E_{ij}; & n_{ij} &= \frac{n_j}{\sum_{i=1}^k R_{ij}} R_{ij}; \\ i &= 1, 2, \dots, k; & j &= 1, 2, \dots, s. \end{aligned} \quad (4)$$

Оптимізація розподілу ЗПН дозволяє максимізувати ефективність дій сукупності вогневих засобів ППО СВ при заданих їх бойових втратах або мінімізувати ці втрати при визначеному рівні ефективності протиповітряного бою. Цей розподіл не протирічить обмеженню (1). Дійсно, маємо:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^s m_{ij} &= \sum_{i=1}^s \frac{m_i}{\sum_{j=1}^s E_{ij}} E_{ij} = m_i; \\ i &= 1, 2, \dots, k; \\ \sum_{i=1}^s n_{ij} &= \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{\sum_{j=1}^s R_{ij}} R_{ij} = n_j; \\ j &= 1, 2, \dots, s. \end{aligned}$$

Зрозуміло, в процесі бою кількісні значення засобів ППО СВ, тобто величина k , та значення засобів повітряного нападу – s , змінюються, що спричиняє необхідність оперативного реагування на ці зміни, що, природно, можливо лише шляхом застосування ефективних АСУ ППО СВ.

Висновки

1. Реалізація розподілу цілей, в конкретних умовах протиповітряного бою з урахуванням втрат засобів ППО та результатів виявлення і розпізнавання засобів повітряного нападу, за критерієм максимуму ефективності при обмеженому ризику або мінімізації ризику за умов, що ефективність перевищує деякий рівень, дозволяє збільшити можливість ППО СВ під час дії сучасних ЗПН різного призначення.

2. Під час застосування сучасних ПБУ забезпечується автоматичне рішення задачі цілерозподілу

в реальному масштабі часу за допомогою спеціальних ЕОМ, що сприяє суттєвому удосконаленню всього процесу знищення ЗПН, що призначені для придушення ППО СВ.

Список літератури

1. Кириченко І.О. Математичні основи теорії дуельного бою / І.О. Кириченко, Л.Г. Раскин. – Х.: ІВВ МВС України, 2005. – 290 с.

2. Чуев Ю.В. Технические задачи исследования операций в военном деле / Ю.В. Чуев, Г.Л. Спехова. – М.: Сов. Радио, 1971. – 296 с.

3. Райфа Г. Анализ решений / Г. Райфа. – М.: Изд. Московского университета, 1977. – 186 с.

Надійшла до редколегії 23.02.2012

Рецензент: д-р техн. наук, доц. В.В. Скачков, Військова академія, Одеса.

МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫБОРА ВАРИАНТОВ ЦЕЛЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЭФФЕКТИВНОСТИ И РИСКА СРЕДСТВ ПВО СВ С УЧЕТОМ ИХ БОЕВЫХ ПОТЕРЬ

В.О. Демьянчук, С.С. Ковалишин, П.В. Проценко

Предложена модель для выбора вариантов целераспределения по показателям эффективности и риска средств ПВО СВ с учетом их боевых потерь, раскрыта математическая формулировка вариантов распределения ограниченного количества целей разного типа при условии заданного количества средств ПВО, которые имеют разные возможности уничтожения СВН.

Ключевые слова: средства воздушного нападения, эффективное распределение целей, подавление ПВО, критерий максимума эффективности, математическая формулировка вариантов распределения целей, типы средств поражения.

A MODEL FOR SELECTION OF VERSIONS OF TARGET DISTRIBUTION ACCORDING TO THE INDICATORS OF AFFECTIVENESS AND HAZARDS OF THE ARMY AIR DEFENCE SYSTEMS WITH CONSIDERATION OF THEIR COMBAT LOSS

В.О. Dem'yanchuk, S.S. Kovalishin, P.V. Procenko

A model for selection of versions of target distribution according to the indicators of affectiveness and hazards of the Army air defence systems with consideration of their combat loss is presented and a mathematical definition of distribution of limited number of different types of targets at designated number of air defence systems with various potentialities for killing of means of air attack is proposed.

Keywords: means of air attack, effective target distribution, suppression of air defense, maximal effectiveness criterion, mathematical definition of versions of target distribution, types of means of destruction.