

УДК: 681.51: 681.3: 623

С.П. Коваленко, О.В. Коломійцев, В.В. Обрядін, К.І. Хударковський

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

МЕТОД ЕФЕКТИВНОГО РОЗПОДІЛУ ЦІЛЕЙ ПРИ УПРАВЛІННІ ВОГНЕМ ПІДРОЗДІЛУ

Наводиться методика ефективного розподілу цілей між вогневими одиницями при управлінні вогнем підрозділу, який протистойть нальоту засобам повітряного нападу за визначений час.

вогневі одиниці, засоби повітряного нападу, цілерозподіл

Вступ

Постановка проблеми. Прийняття рішення командиром будь-якої ланки по цілерозподілу цілей, які налітають на підрозділ, що прикривається, вимагає затрату часу пов'язаного з обробкою інформації. Автоматизація даного процесу прямо пов'язана з необхідністю вдосконалення цього елемента контуру управління завдяки впровадження методу ефективного розподілу цілей при управлінні вогнем підрозділу. Вибір даного методу дає можливість прискорити прийняття рішення, командиром будь-якої ланки, по ефективному розподілу цілей при управлінні вогнем підрозділу. На пунктах управління (ПУ) протиповітряної оборони Сухопутних військ (ППО СВ) це є актуальним завданням.

Аналіз останніх публікацій. Все частіше розглядається питання автоматизованої обробки інформації по скороченню часу на прийняття рішення командиром, будь-якої ланки, з цілерозподілу цілей між вогневими засобами. В різних джерелах розглядаються різні методи автоматизованої обробки інформації і різні підходи до цілерозподілу цілей [1, 2]. Впроваджені різні математичні підходи з різними критеріями до цілерозподілу [3]. Чітка ієрархічна структура системи управління дає основу впровадити метод ефективного розподілу цілей при управлінні вогнем підрозділу на ПУ ППО СВ.

Метою статті є математичний підхід до розробки методу ефективного розподілу цілей при управлінні вогнем підрозділу на пунктах управління ППО механізованої (танкової) бригади при автоматизованій обробці інформації.

Виклад основного матеріалу

Актуальним питанням сьогодення є переклад алгоритмів управління комплексів ППО СВ на комп'ютерну базу. Завдяки багатопроекторній, або сітьовій обробці інформаційних потоків можливе різке підвищення швидкості її обробки. Ефективний розподіл цілей при управлінні вогнем підрозділу залежить від характеристик та структури системи автоматизованої обробки. Імовірності характеристики ефективного цілерозподілу можливо отримати використовуючи математичний апарат теорії матриць та масового обслуговування.

В ході ведення бойових дій на ПУ ППО механізованої (танкової) бригади надходить потік інформації з вищестоячого командного пункту про цілі, які налітають на позиційний район підрозділу. Припустимо, що необхідно провести цілерозподіл за математичним сподіванням числа уражених цілей при умові, що по будь-якій з n цілей може одночасно призначитися декілька вогневих одиниць, але кожна з них не може обстрілювати більше однієї цілі.

Щоб виразити математичне сподівання у явному вигляді, прийемо в якості узагальненого параметру обстановки P_{ij} імовірність ураження j -ї цілі i -ою вогневою одиницею. Такий підхід у даному випадку правомірний, так як величина P_{ij} є функцією цілого ряду аргументів, які характеризують параметри повітряної обстановки, вогневі можливості і стан зенітних засобів. До цих аргументів відносяться курсовий параметр цілі, її часове положення відносно границь зони ураження, тип, чисельний склад цілі, спосіб протидії засобам ППО СВ, висота польоту, параметри руху цілі, параметри зони ураження, граничні можливості вогневих одиниць по обстрілу цілей та інше. Крім того очевидна і безпосередня залежність математичного сподівання числа уражених цілей від імовірності ураження P_{ij} . Припустимо, що в результаті виконання операцій з оцінки обстановки, відбору цілей і вогневих засобів для цілерозподілу визначена P_{ij} імовірність ураження j -ї цілі i -ою вогневою одиницею, тобто задана прямокутна матриця $\|P_{ij}\|$ характеризує потенційну ефективність дії підрозділу по цілям (матриця ефективності)

$$E = \|P_{ij}\| \quad (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n). \quad (1)$$

Для опису прийнятих у ході цілерозподілу рішень введемо параметр управління K_{ij} . За своїм фізичним призначенням K_{ij} є імовірність призначення для i -ї вогневої одиниці j -ту ціль для обстрілу.

Якщо цілерозподіл проводиться без завад, то кожна вогнева одиниця достовірно вибирає для обстрілу призначену ціль. У таких детермінованих з точки зору характеру цілерозподілу ситуаціях параметр управління приймає одне з двох значень: $K_{ij}=1$, якщо j -та ціль призначена i -й вогневій одиниці, або $K_{ij}=0$, якщо j -ціль не призначена i -й вогневій одиниці.

При цілерозподілі в умовах інтенсивних завад при низькій точності цілевказівок і малій вирішуваній спроможності зенітних комплексів вогневі одиниці можуть діяти по цілям, які не призначені для них. Це накладає на рішення, які приймаються при цілерозподілі, і результати їх реалізації елементи випадковості. При таких умовах параметр управління може приймати значення у межах від 0 до 1. Елементи матриці K_{ij} подібно елементам матриці ефективності P_{ij} , прив'язані до номерів вогневих одиниць і цілей. При детермінованому цілерозподілу, згідно матриці, будуть достовірно призначатися вогневі одиниці по призначеним цілям. В умовах завад, згідно матриці, кожна вогнева одиниця буде діяти по призначеним цілям з вирахованою імовірністю.

Сума елементів кожного j -го стовпця матриці $\|K_{ij}\|$ дорівнює математичному сподіванню числа вогневих одиниць m_j , які діють по j -й цілі:

$$\sum_{i=1}^m K_{ij} = m_j \quad (j = 1, 2, \dots, n). \quad (2)$$

Сума елементів кожного i -го рядка є імовірністю того, що i -та вогнева одиниця у результаті цілерозподілу буде діяти по тій або іншій цілі, а величина S_i може змінюватися в інтервалі від 0 до 1:

$$\sum_{j=1}^n K_{ij} = S_i \leq 1, \quad (i = 1, 2, \dots, m). \quad (3)$$

Сума усіх елементів матриці $\|K_{ij}\|$ дорівнює математичному сподіванню числа вогневих одиниць, які, виконуючи прийняте при цілерозподілі рішення, будуть діяти по будь-якій цілі

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n K_{ij} = \sum_{j=1}^n m_j = \sum_{i=1}^m S_i \leq m. \quad (4)$$

Кожному варіанту рішення на цілерозподіл відповідають значення імовірності ураження j -ї цілі P_j і математичного сподівання числа уражених цілей M . При незалежних діях усіх m вогневих одиниць підрозділу імовірність ураження j -ї цілі хоча б однією вогневою одиницею дорівнюватиме

$$P_j = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_{ij} \cdot K_{ij}). \quad (5)$$

Результати обстрілу j -ї цілі можуть бути оцінені дискретною випадковою величиною, яка приймає одне з двох значень: 1 – якщо ціль уражена, і 0 – в протилежному випадку. Тоді, у відповідності з відомим виразом для середнього значення дискретних випадкових величин математичне сподівання числа уражених цілей, у результаті обстрілу j -ї цілі буде дорівнюватися

$$M_j = P_j. \quad (6)$$

Загальне математичне сподівання числа уражених цілей в результаті обстрілу усіх розподілених цілей вогневим одиницям підрозділу знайдемо, як

$$M = \sum_{j=1}^n M_j = \sum_{j=1}^n P_j. \quad (7)$$

Після нескладних математичних перетворень, підставивши формулу (5) в формулу (7) отримаємо загальний результат

$$M = \sum_{j=1}^n \left[1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_{ij} \cdot K_{ij}) \right]. \quad (8)$$

Якщо при цілерозподілі враховується важливість цілі B , то вираз (8) прийматиме такий вигляд:

$$M = \sum_{j=1}^n B \cdot \left[1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_{ij} \cdot K_{ij}) \right]. \quad (9)$$

Вирази (8) і (9) дозволяють представити залежність математичного сподівання числа уражених цілей від параметрів обстановки і параметрів управління, як при детермінованих, так і при випадкових умовах цілерозподілу.

Висновки

Таким чином, завдяки отриманим в данній статті аналітичним виразам, сформульована методика ефективного цілерозподілу між вогневими одиницями при управлінні вогнем підрозділом, який протистоїть нальоту засобам повітряного нападу, за визначений час.

Список літератури

1. Гатмахер Ф.Р. Теория матриц. – М.: Наука, 1967. – 458 с.
2. Городнов В.П. Моделирование боевых действий частей, соединений и объединений войск ПВО. – Х.: ВИРТА ПВО, 1987. – 380 с.
3. Раскин Л.Г., Кириченко И.О. Математические основы исследования операций и анализа сложных систем вооружения ПВО. – Х.: ВИРТА ПВО, 1987. – 202 с.

Надійшла до редколегії 2.03.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.О. Кириченко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.