

## МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ НА ПУ ППО МЕХАНІЗОВАНОЇ (ТАНКОВОЇ) БРИГАДИ ПРИ ПАРАЛЕЛЬНИХ ТА ПОСЛІДОВНИХ ПОТОКАХ ІНФОРМАЦІЇ

к.в.н. С.П. Коваленко, В.М. Цвігун, І.В. Конєва, С.Г. Леушин  
(подав д.в.н., проф. І.О. Кириченко)

*Наводиться метод автоматизованої обробки інформації на пунктах управління підрозділів та частин ППО СВ при одночасному надходженні паралельних та послідовних потоків інформації.*

**Постановка проблеми.** Прийняття рішення командиром відповідної ланки вимагає затрату часу на організацію робіт, пов'язаних з обробкою інформації та проведення оптимальних операцій із застосуванням значних сил і засобів. Автоматизація даного процесу прямо пов'язана з необхідністю вдосконалення елемента контуру управління завдяки впровадження методу автоматизованої обробки інформації при надходженні паралельних та послідовних потоків інформації. Виходячи з цього, вибір даного методу обробки інформації на ПУ ППО СВ є актуальним завданням.

**Аналіз літератури.** В багатьох джерелах все частіше розглядається питання автоматизованої обробки інформації для скорочення часу на прийняття рішення командиром відповідної ланки. Розглядаються різні методи автоматизованої обробки при надходженні окремо паралельних, а також послідовних потоків інформації [1 – 2]. Впроваджені різні математичні підходи для розробки методів автоматизованої обробки інформації окремо як паралельних, так і послідовних потоків інформації [3, 4]. Чітка ієрархічна структура системи управління дає основу для впровадження методу автоматизованої обробки інформації при надходженні одночасно паралельних та послідовних потоків інформації на пунктах управління ППО СВ.

**Мета статті.** Математичний підхід до розробки методу автоматизованої обробки інформації на пунктах управління ППО механізованої (танкової) бригади при паралельних та послідовних потоках інформації.

**Основний матеріал.** Актуальним питанням сьогодення є перекладання алгоритмів управління комплексів ППО СВ на комп'ютерну базу.

Завдяки багатопроцесорній, або мережній обробці інформаційних потоків можливе різке підвищення швидкості її обробки. Ефективність системи обробки вхідного потоку інформації, яка побудована на основі паралельного об'єднання  $k$ -однотипних каналів, залежить від характеристик та структури системи автоматизованої обробки. Імовірності характеристики системи обробки інформації можна отримати, використовуючи математичний апарат теорії матриць та масового обслуговування.

У ході ведення бойових дій на ПУ ППО механізованої (танкової) бригади від  $m$  ЗРК надходить потік повідомлень  $A = \sum_{i=1}^m a_i$ . Припустимо,

що від одного ЗРК, визначимо його як  $a_1$ , надходять повідомлення про виявлення ним  $n$  цілей  $a_1 = (a_{11}; a_{21}; \dots a_{n1})$ .

Це дає можливість представити потік інформації про повітряну обстановку, що надходить на ПУ ППО механізованої (танкової) бригади від усіх ЗРК у вигляді прямокутної матриці  $\|A\|$

$$A = \underbrace{\left\| \begin{array}{cccc} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{array} \right\|}_{\text{ЗПН}} \left. \vphantom{\left\| \begin{array}{cccc} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{array} \right\|} \right\} \text{ЗРК} \quad T = \left\| \begin{array}{c} t_1 \\ t_2 \\ \dots \\ t_b \end{array} \right\|, \quad (1)$$

де елементи стовпців матриці  $\|A\|$  показують які ЗПН виявлені  $i$ -м ЗРК ( $i \in (1, m)$ ), загальна кількість стовпців  $m$  – рівна загальній кількості ЗРК; елементи стрічок показують загальну кількість ЗПН  $n$  – що виявляються всіма ЗРК;  $0$  – у випадку, коли недостає елемента матриці.

Аналогічно можна побудувати матрицю  $\|B\|$ , яка пов'язує різні ЗРК із відповідними завданнями автоматизованої обробки інформації, де загальна кількість стовпців  $b$  ( $b \in (1, b)$ ) рівняється загальній кількості завдань автоматизованої обробки інформації для кожного  $i$ -го ЗРК, а загальна кількість стрічок показує загальну кількість ЗРК  $m$ , в інтересах яких виконуються різні завдання автоматизованої обробки інформації.

Матриця  $\|C\|$ , яка є результатом перемноження матриць  $\|A\|$  і  $\|B\|$  (за правилом перемноження матриць), пов'язує між собою завдання автоматизованої обробки інформації і ЗПН, тобто показує зв'язок між завданнями, які необхідно виконати для управління бойовими діями засобів ППО механізованої (танкової) бригади СВ та реальною повітряною обстановкою

$$C = A \times B, \quad (2)$$

де кожен елемент  $c_{jb}$  – показує, які завдання (b) виконуються для автоматизованої обробки інформації по j-му ЗПН.

У зв'язку з тим, що протиповітряний бій носить двохсторонній характер, також у ЗРК існують обмеження по боекомплекту та технічному стану, слід використати матрицю  $\|D\|$ , яка описує можливості всіх ЗРК вести бойові дії, де стовпці ( $d \in (1, d)$ ) – параметри оцінки можливостей i-го ЗРК вести бойові дії, а стрічки – кількість ЗРК ( $i \in (1, m)$ ).

Матриця  $\|E\|$ , яка є результатом перемноження матриць  $\|A\|$  і  $\|D\|$ , пов'язує між собою параметри оцінки можливості i-го ЗРК вести обстріл j-го ЗПН

$$E = A \times D. \quad (3)$$

Матриця  $\|F\|$  показує зв'язок між задачами автоматизованої обробки інформації і станом ЗРК

$$F = B^T \times D. \quad (4)$$

Звертаючи увагу на те, що різні завдання автоматизованої обробки інформації потребують виконання різної кількості елементарних дій або іншими словами затрат часу, введемо матрицю-стовпець  $\|T\|$ , яка показує скільки часу необхідно на виконання b-го завдання управління, де  $t_b$  – час автоматизованого виконання b-го завдання управління.

Час автоматизованої обробки інформації про повітряну обстановку у смузі відповідальності на ПУ ППО механізованої (танкової) бригади отримаємо шляхом перемноження матриці  $\|C\|$  і матриці-стовпця  $\|T\|$ :

$$G = C \times T,$$

де G – час автоматизованої обробки інформації по j-му ЗПН противника.

Таким чином, увесь необхідний час автоматизованої обробки інформації на ПУ ППО з'єднання СВ про повітряну обстановку буде

$$T_{\text{ЗПН}} = G = \sum_{j=1}^n g_j. \quad (5)$$

Аналогічно знайдемо час на автоматизовану обробку інформації про стан своїх засобів ППО (ЗРК)

$$S = F^T \times T; \quad (6)$$

$$T_{\text{ЗРК}} = S = \sum_{i=1}^m t_i, \quad (7)$$

де  $t_i$  – час автоматизованої обробки інформації на ПУ ППО з'єднання СВ по  $i$ -му ЗРК.

Таким чином, враховуючи (5) та (7), загальний час обробки інформації на ПУ ППО механізованої (танкової) бригади в ході ведення бойових дій за умови використання одноканальної системи автоматизованої обробки інформації буде

$$T = T_{згн} + T_{зрк}. \quad (8)$$

Припустимо, що перспективна система автоматизованої обробки інформації на ПУ ППО механізованої (танкової) бригади побудована шляхом паралельного об'єднання  $k$ -однотипних каналів обробки вхідного потоку інформації. Тобто отримаємо матрицю-стовпець  $\|K\|$ . Усі завдання автоматизованої обробки інформації можна представити матрицею-стрічкою  $\|P\|$ .

Якщо перемножити матриці  $\|K\|$  і  $\|P\|$ , то отримаємо прямокутну матрицю  $\|O\|$ , що зв'язує канали автоматизованої обробки інформації із завданнями обробки

$$O = K \times P. \quad (9)$$

Зв'язок між каналами обробки інформації та потоком вхідної інформації про повітряну обстановку у смузі відповідальності ППО механізованої (танкової) бригади показує матриця  $\|Q\|$ , що є результатом перемноження матриць  $\|C\|$  і  $\|O^T\|$ :  $Q = C \times O^T$ .

Згідно гіпотези про те, що кожен канал автоматизованої обробки, хоча і може обробити будь-яке завдання із потоку вхідної інформації, але обробляє лише  $1/k$ -ту його частину, тоді матриця  $\|Q\|$  буде мати вигляд  $Q = C \times O^T$ .

Аналогічно отримаємо матрицю  $\|R\|$  зв'язку між каналами обробки інформації та ЗРК ППО механізованої (танкової) бригади, перемноживши матриці  $\|C\|$  і  $\|B^T\|$ , а також матрицю  $\|H\|$  зв'язку між каналами обробки інформації та елементами оцінками стану ЗРК, перемноживши матриці  $\|R^T\|$  і  $\|D\|$ :  $R = C \times B^T$

$$H = R^T \times D. \quad (10)$$

Перемноживши матриці  $\|O\|$  і  $\|T\|$  отримаємо матрицю-стовпець  $\|I\|$ , що показує час роботи кожного каналу автоматизованої обробки інфор-

мації при обробці усіх завдань обробки

$$I = O \times T. \quad (11)$$

Далі, для розрахунку часу автоматизованої обробки інформації на ПУ ППО механізованої (танкової) бригади використаємо відпрацьовану вище методику.

Час автоматизованої обробки інформації про повітряну обстановку у смузі відповідальності матрицю-стовпець  $\|Z\|$  отримаємо шляхом перемноження матриці  $\|Q\|$  і матриці-стовпця  $\|I\|$

$$Z = Q \times I, \quad (12)$$

де  $z_j$  – час автоматизованої обробки інформації по  $j$ -му ЗПН противника.

Таким чином, час, необхідний для автоматизованої обробки інформації про повітряну обстановку у багатоканальній системі обробки, буде

$$T_{\text{ЗПН}}^k = Z = \sum_{j=1}^n z_j. \quad (13)$$

Якщо порівняти між собою значення (13) та (5), за умови однакової продуктивності кожного окремого каналу обробки інформації  $\mu_1 = \mu_i = \mu_{i+1}$ , та прийняти гіпотезу, що тривалість кожного завдання приблизно рівна  $t_1 = t_{b-1} = t_b$ , то можна отримати співвідношення

$$\frac{T_{\text{ЗПН}}}{T_{\text{ЗПН}}^k} \approx k. \quad (14)$$

Аналогічно знайдемо час на автоматизовану обробку інформації про стан ЗРК шляхом перемноження матриці  $\|H\|$  і матриці-стовпця  $\|I\|$

$$L = H \times I; \quad (15)$$

$$T_{\text{ЗРК}}^k = L = \sum_{i=1}^d l_i. \quad (16)$$

При порівнянні значень (16) та (7), отримаємо

$$\frac{T_{\text{ЗРК}}}{T_{\text{ЗРК}}^k} \approx k. \quad (17)$$

Загальний час обробки інформації на ПУ ППО механізованої (танкової) бригади в ході ведення бойових дій при використанні багатоканальної системи автоматизованої обробки інформації, отримаємо із (13) та (16):

$$T^k = T_{ЗПН}^k + T_{ЗРК}^k \quad (18)$$

Таким чином, використання теорії матриць при обґрунтуванні структури системи автоматизованої обробки інформації дозволяє порівняти між собою значення (18) та (8) із врахуванням (14) та (17), і отримати якісну (не кількісну) характеристику переваг багатоканальної системи автоматизованої обробки інформації над одноканальною (19).

$$\frac{T}{T^k} = \frac{T_{ЗПН} + T_{ЗРК}}{T_{ЗПН}^k + T_{ЗРК}^k} \approx \frac{T_{ЗПН} + T_{ЗРК}}{\frac{1}{k}(T_{ЗПН} + T_{ЗРК})} = k. \quad (19)$$

Виходячи зі співвідношень (5), (7), (13), (16) використання теорії матриць дозволяє провести розрахунок необхідного часу на обробку інформації в одноканальних та багатоканальних автоматизованих системах обробки.

**Висновки.** Таким чином, запропонований математичний підхід до розробки методу автоматизованої обробки інформації може бути використаний і впроваджений на пунктах управління ППО механізованої (танкової) бригади при одночасному надходженні паралельних та послідовних потоків інформації. Використання даного методу дасть можливість зменшити час на обробку інформації і на прийняття рішення командиром відповідної ланки. Це дозволить підвищити ефективність усього контуру управління.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Городнов В.П. Моделирование боевых действий частей, соединений и объединений войск ПВО. – Х.: ВИРТА ПВО, 1987. – 380 с.*
2. *Раскин Л.Г., Кириченко И.О. Математические основы исследования операций и анализа сложных систем вооружения ПВО. – Х.: ВИРТА ПВО, 1987. – 202 с.*
3. *Гатмахер Ф.Р. Теория матриц. – М.: Наука, 1967. – 458 с.*
4. *Тихоненко О.М. Модели массового обслуживания в системах обработки информации. – М-ск: МГУ, 1990. – 190 с.*

Надійшла 14.04.2004

**КОВАЛЕНКО Сергій Петрович**, канд. військ. наук, доцент кафедри ХВУ. В 1985 році закінчив ВЗРКУ, в 1995 році ХВУ. Область наукових інтересів – військова кібернетика.

**ЦВИГУН Валерій Миколайович**, молодший помічник топографічної служби ХВУ. В 1996 році закінчив ХВУ. Область наукових інтересів – військова кібернетика.

**КОНЄВА Ірина Валеріївна**, молодший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії кафедри ХВУ. В 1999 році закінчила Харківський державний технічний університет радіоелектроніки. Область наукових інтересів – військова кібернетика.

**ЛЕУШИН Сергій Геннадійович**, викладач кафедри ХВУ. В 1987 році закінчив Харківське вище військове училище радіоелектроніки. Область наукових інтересів – військово-

