

УДК 351.864

О.І. Богатов<sup>1</sup>, В.І. Дода<sup>2</sup>, В.І. Скляр<sup>2</sup><sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет<sup>2</sup>Об'єднаний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Харків**ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ**

*Запропоновано спосіб оцінки ефективності функціонування системи управління військами, який дає можливість використання даного способу при вирішенні задачі аналізу існуючих систем управління військами для одержання з задовільною точністю кількісної оцінки інформаційних потоків.*

*кількісна оцінка ефективності, управління військами*

**Вступ**

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Поставимо перед собою задачу оцінити ефективність системи управління військами. Відзначимо, що оцінка ефективності апаратних засобів системи передачі даних (АПД) є досить складною науково-технічною задачею і нами розглядатися не буде. Зосередимо свою увагу на інформаційній стороні досліджуваного питання. Підкреслимо, що управління можливо лише у випадку, коли необхідність діалектично протистоїть випадку. Щоб управляти, потрібно мати вибір. Ситуація, у якій ми хочемо здійснювати управління, повинна нести в собі невизначеність. Невизначеність можна зіставити з нестачею інформації. Здійснюючи управління, ми вносимо інформацію і тим самим зменшуємо невизначеність [4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Досвід ведення останніх локальних війн і військових конфліктів за участю ЗС США і країн членів Північноатлантичного альянсу виявив розходження в принципах організації та ведення бойових дій в даний час і в майбутньому. Системи управління військами (СУВ) стають засобами інформаційної сфери (інфосфери), які охоплюють так звані поля і канали, а також спеціальні технічні засоби, розташовані у всіх просторових сферах і крім того, такі специфічні штучні сфери, як програмне забезпечення ЕОМ, мережі і телекомунікаційні системи обміну даними [1]. Інформаційна війна майбутнього вимагатиме відмови від вертикальних зв'язків управління на користь мережних зв'язків [2], що обумовлено поступовим переходом від управління військами до керування збройною боротьбою, тобто управлінням конкретними засобами ураження [3].

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** На основі викладеного було поставлено наступне завдання досліджень: вибір критерію ефективності функціонування системи управління військами, який дозволяє визначити алгоритм вибору оптимального трафіку (маршруту) передачі повідомлень, який з огляду на мережну організацію, з усіх маршрутів, які мають однакове число проміжних пунктів управління (ПУ) максимізує ефективність функціонування системи управління.

**Матеріали досліджень**

Розглянемо один з ПУ системи управління. Нехай  $\zeta$  – випадкова дискретна величина, яка відображає число повідомлень, необхідних для прийняття рішення. Вона може приймати значення 0, 1, 2, ..., n з імовірностями, рівними відповідно  $p_0, p_1, p_2, \dots, p_n$ . У розглянутій ситуації кількість інформації (у бітах), необхідної на ПУ, виражається формулою Шеннона

$$I_n(\zeta) = \sum_{i=0}^n p_i \log_2 \frac{1}{p_i}. \quad (1)$$

У реальних умовах ПК одержує не всі повідомлення.

$$I_n(\zeta) = \sum_{i=0}^n p_i \log_2 \frac{1}{p_i} - \sum_{i=m}^n p_i \log_2 \frac{1}{p_i}, \quad (2)$$

де  $I_n(\zeta)$  – отримана інформація після приходу m повідомлень.

Задача ПУ зводиться до забезпечення мінімального значення залишкової невизначеності (ентропії), яка характеризує умови прийняття рішення. У даному випадку залишкову ентропію

$$H_0(\zeta) = \sum_{i=m}^n p_i \log_2 \frac{1}{p_i}. \quad (3)$$

Метою функціонування системи управління є прийняття рішення на застосування сил та засобів (зброї). Якість рішення, а отже і досягнення поставленої мети буде визначатися повнотою отриманої інформації всіма задіяними в контурі управління ПУ.

Можна допустити, що функціонування ПУ здійснюється послідовно і за своїм характером даний процес адитивний. Тоді, для забезпечення максимальної ефективності функціонування системи управління необхідно вибрати таку стратегію організації функціонування u з множини припустимих U, яка б забезпечила

$$L_u = \min_{u \in U} \sum_{j=1}^k H_{0j}(\xi), \quad (4)$$

де k – число задіяних ПУ, при обмеженні

$$t_{ny1} + t_{ny2} + \dots + t_{nyj} + \dots + t_{nyk} \leq T_3,$$

де  $t_{пј}$  – нормативний час ухвалення рішення  $j$ -м ПУ;  $T_3$  – заданий час ухвалення рішення на застосування сил і засобів (зброї).

У якості моделі ПУ визначимо одноканальну систему масового обслуговування (СМО) з довільним розподілом часу обслуговування, яка функціонує в стаціонарному режимі. Для простоти розгляду вхідний потік повідомлень будемо вважати найпростішим. Відзначимо, що в більшості випадків при цьому похибка результатів рішення знаходиться в межах 3 – 5% і лише в окремих випадках складає 10 – 12% номінального [5].

Отже, якщо на вхід розглянутої СМО надходить найпростіший потік повідомлень з інтенсивністю  $\lambda$ , а час обслуговування має довільний розподіл із математичним очікуванням  $\bar{t}_{об} = \frac{1}{\mu}$  і коефіцієнтом варіації  $v_\mu$ , то середнє число повідомлень у черзі дорівнює

$$L_{оч} = \frac{\rho^2(1+v_\mu^2)}{2(1-\rho)}, \quad (5)$$

де  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ , а  $v_\mu$  – відношення середнього квадратичного відхилення часу обслуговування до його математичного очікування [6].

Будемо вважати, що черга визначає число повідомлень, які не надійшли на ПУ. Тоді ентропія черги набуває вигляд

$$H_o(\zeta) = \sum_{i=1}^{L_{оч}} p_i \log_2 \frac{1}{p_i}. \quad (6)$$

Здійснимо припущення, що всі повідомлення в черзі рівномірні, тим самим перейдемо від формули Шеннона до формули Харлі

$$H_o = \log_2 L_{оч}. \quad (7)$$

При такому розгляді параметрами, які характеризують роботу ПУ, є інтенсивності  $\lambda$ ,  $\mu$ , МОЧ і СКВ часу обслуговування. Тоді оптимальна стратегія, що максимізує ефективність функціонування системи управління, повинна забезпечити

$$L_u = \min_{u \in U} \sum_{j=1}^k W_j, \quad (8)$$

де  $W_j = \log_2 \left( \frac{\rho_j^2(1+v_{\mu j}^2)}{2(1-\rho_j)} \right)$ ;  $k$  – число задіяних ПУ.

Запропонований підхід за своєю суттю є однофакторним, тобто здійснена спроба аналізу впливу інформаційної складової на процес управління через введення в розгляд поняття залишкової ентропії ПУ. На потенційну можливість ПУ виконувати свої функції значний вплив також здійснює число каналів зв'язку, які з'єднують даний ПУ з іншими.

Представимо систему передачі даних, яка реалізує мережну модель, як орграфа  $G(V(G), E(G))$ , де:

$V(G)$  – непушта кінцева множина елементів, які називаються вершинами (ПУ);

$E(G)$  – кінцеве сімейство упорядкованих пар елементів з  $V(G)$ , які називаються орієнтованими ребрами (каналами зв'язку).

Кожна  $i$ -та вершина орграфа має ступінь – число інцидентних ребер  $S_i$ . Визначивши ступінь ПУ, ми розширюємо число факторів шляхом введення другої координати – простору.

Залишкова невизначеність (ентропія), число каналів зв'язку визначає потенційну можливість ПУ одержувати, обробляти і передавати інформацію.

Розглянемо новий показник, що характеризує ефективність роботи ПУ, як інформаційний потенціал

$$\Phi_i^I = \frac{S_i}{W_i}. \quad (9)$$

Тоді оптимальна стратегія  $u \in U$ , що максимізує ефективність функціонування системи управління, повинна забезпечити

$$L_u = \max_{u \in U} \sum_{i=1}^k \Phi_i^I. \quad (10)$$

Такий критерій ефективності дозволяє визначити алгоритм вибору оптимального трафіку (маршруту) передачі повідомлення: враховуючи мережну організацію, з усіх маршрутів, які мають однакове число проміжних ПУ, вибирають такий, що забезпечує максимум  $L_u$  у (10).

## Висновки

Відзначимо, що запропонований спосіб оцінки ефективності функціонування систем управління не дозволяє всебічно оцінити процеси, які реально протікають, при прийнятті рішень. Однак він надає змогу його використання при вирішенні задачі аналізу (синтезу) існуючих (перспективних) систем управління військами для одержання з задовільною точністю кількісної оцінки інформаційних потоків.

## Список літератури

1. Николаев Ю.А., Пчеляной В.П., Цымбал В.И. Реформирование Вооруженных Сил и система вооружения // Военная мысль. – 1998. – № 2. – С. 27-32.
2. Ващинин И. Война XXI века. // Военное зарубежное обозрение. – 1998. – № 5. – С. 2-6; № 7. – С. 2-8.
3. Круглов В.В., Сосновский М.Е. О тенденциях развития современной вооруженной борьбы // Военная мысль. – 1998. – № 2. – С. 39-45.
4. Тарасов Л.В. Мир, построенный на вероятности. – М.: Просвещение, 1984. – 188 с.
5. Новиков О.А., Петухов С.И. Прикладные вопросы теории массового обслуживания. – М.: Сов. радио, 1969. – 340 с.
6. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Наука, 1980. – 720 с.

Надійшла до редакції 8.07.2006

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