

УДК 355.433.3

В.В. Коваль

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ

## ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СІТЬОВИХ ГРАФІКІВ В РОБОТІ ОРГАНІВ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬК РХБ ЗАХИСТУ

Збільшення обсягу та різноманітності заходів управління надзвичайно ускладнюють зв'язки між різними процесами організації РХБ захисту, стрімко збільшують обсяг інформації, яка необхідна органам управління для управління силами та засобами РХБ захисту. За даних умов виникає нагальна потреба в адекватному аналізі та своєчасному реагуванні органів управління військ РХБ захисту на зміни в обстановці, прийняті обґрунтованих рішень тощо. Вказані особливості вимагають застосування в роботі органів управління військ РХБ захисту аналітичних методів, які спроможні забезпечити адекватну оцінку оперативності управління. Розглянуті питання застосування сітьових графіків в практичній діяльності органів управління військ РХБ захисту.

**Ключові слова:** РХБ захист, управління, ефективність, час.

### Вступ

**Постановка завдання у загальному вигляді та його зв'язок із практичними заходами.** Як свідчить досвід локальних війн та збройних конфліктів сучасності [1 – 3], раціональне і повне використання можливостей військ РХБ захисту насамперед визначається своєчасною і якісною розробкою бойових документів та своєчасним доведенням завдань РХБ захисту до військ (сил). В свою чергу, збільшення обсягу та різноманітності заходів управління надзвичайно ускладнюють зв'язки між різними процесами організації РХБ захисту, стрімко збільшують обсяг інформації, яка необхідна органам управління для управління силами та засобами РХБ захисту. За даних умов виникає нагальна потреба в адекватному аналізі та своєчасному реагуванні органів управління військ РХБ захисту на зміни в обстановці, прийняті обґрунтованих рішень тощо. Вказані особливості вимагають застосування в роботі органів управління військ РХБ захисту аналітичних методів, які спроможні забезпечити адекватну оцінку оперативності управління. Це і обумовлюють **актуальність** даної статті.

**Аналіз досліджень і публікацій** з питань оцінки ефективності роботи органів управління [4 – 6] показав, що застосування сітьових графіків достатньо повно відображає виконання окремих операцій (робіт) в часі, а також зв'язок та взаємозв'язок між цими операціями (роботами). Це обумовлює доцільність застосування сітьових графіків в роботі органів управління військ РХБ захисту та вимагає застосування відповідної методики.

### Виклад основних положень

Аналіз існуючих методик розробки сітьових графіків [6, 7] показав, що для організації РХБ захисту в операції (бою) найбільш придатними є сітьові графіки, в яких основними елементом є "робота", а

параметрами, що контролюються – „час-ресурси”. До ресурсів відносяться: персональні електрино-обчислювальні машини; засоби механізації штабної праці; особовий склад органів управління.

Послідовність роботи під час побудови сітьових графіків організації РХБ захисту в операції (бою) проводиться в такій послідовності: встановлюються мета та директивні строки виконання розробки та складання вузлових подій сітьової моделі (робіт); розподіл сил та засобів (ресурсів); визначення переліку та тривалості робіт; розподіл робіт між окремими виконавцями та визначення послідовності їх виконання; побудова початкового сітьового графіку та проведення його аналізу; коректування (оптимізація) сітьового графіку з метою його покращення; складання зведеного сітьового графіку та розрахунок його параметрів; вивчення обов'язків виконавцями відповідно з розробленим сітьовим графіком.

Процес організації РХБ захисту носить випадковий характер. При цьому існує велика кількість подій, та діє нормальний закон розподілу [7].

Визначення основних параметрів сітьового графіка доцільно проводити в такій послідовності [6, 7].

1. Розраховується найбільш ранній можливий час настання  $j$ -ої події  $T_p(j)$  за формулою

$$T_p(j) = \max_{i \subset j} \{T_p(i) + t_{ij}\}, \quad (1)$$

де  $i, j$  – номери подій, що передують, та наступних подій;  $t_{ij}$  – тривалість  $(i, j)$ -ої роботи;  $i \subset j$  – подія  $i$  передуює події  $j$ .

2. Розраховується найбільш пізній припустимий час настання  $i$ -ої події  $T_n(i)$ , що визначається за формулою

$$T_n(i) = \min_{i \supset j} [T_n(j) - t_{ij}], \quad (2)$$

де  $i \supset j$  – подія  $j$  передуює події  $i$ .

3. Резерв часу даної події  $R_i$ , що визначається за допомогою формули

$$R_i = T_n(i) - T_p(i). \quad (3)$$

4. Повний резерв часу роботи  $r_n(i,j)$  визначається за формулою

$$r_n(i,j) = T_n(j) - T_p(i) - t_{ij}. \quad (4)$$

Під час проведення розрахунків слід пам'ятати наступне: затримка у виконанні роботи  $(i,j)$  на величину  $\Delta t_{ij} > r_n$  призводить до затримки в настанні кінцевої події на величину  $\Delta t_{ij} - r_n(i,j)$ .

5. Вільний резерв часу роботи  $r_c(i,j)$  визначається за формулою

$$r_c(i,j) = T_p(j) - T_n(i) - t_{ij}. \quad (5)$$

Вільний резерв часу роботи визначається для того, щоб врахувати наступне: затримка у виконанні роботи на  $\Delta t_{ij} \leq r_c(i,j)$  не впливає на жодний строк, що визначений сітьовим графіком.

Критичний шлях, який лімітує виконання всього процесу організації РХБ захисту визначається з урахуванням таких умов: кожна затримка під час виконання робіт, що лежать на критичному шляху, збільшує час всього процесу організації РХБ захисту; в критичних роботах як повні, так й вільні резерви часу дорівнюють нулю.

Далі визначається повний резерв часу ненапруженого шляху, тобто резерв часу ненапружених подій та робіт (тих, що лежать не на критичному шляху). В тому випадку, коли ненапружений та критичний шляхи не перетинаються, повний резерв часу ненапруженого шляху дорівнює різниці між його довжиною та довжиною критичного шляху. Якщо ненапружений та критичний шляхи перетинаються, повний резерв часу дорівнює найбільш тривалій ділянці ненапруженого шляху, який знаходиться між відповідними парами подій критичного шляху. Повний резерв часу ненапруженого шляху показує, на скільки в додатку може бути збільшена тривалість всіх робіт цього шляху без зміни строку виконання процесу організації РХБ захисту в цілому.

Під час аналізу сітьового графіку виявляються резерви часу робіт, які лежать на ненапружених шляхах, та спрямовуються на роботи, які лежать на критичному шляху, що лімітують строк завершення роботи в цілому. Цим досягається зменшення строків виконання критичних робіт та всього процесу.

Визначення вихідних даних організації РХБ захисту – статистичних показників термінів виконання окремих заходів – здійснюється за результатами тренувань (навчань), перевірок бойової готовності органів управління РХБ захисту, розрахункових даних відповідно обсягів виконуваних заходів і планованій кількості сил і засобів, які виділяються для їх виконання.

Обробка статистичних показників термінів виконання окремих заходів організації РХБ захисту

відбувається за допомогою емпіричних формул [8]:

$$m_{t_{ij}} = \frac{t_{\min} + 4t_{\text{н.в.}} + t_{\max}}{6}, \quad (6)$$

де  $m_{t_{ij}}$  – математичне сподівання тривалості виконання  $(i,j)$ -ої роботи, хв;  $t_{\min}$  – мінімальний час виконання роботи, хв;  $t_{\text{н.в.}}$  – тривалість роботи за умов, що під час її виконання не виникає жодних труднощів (найбільш імовірна оцінка), хв;  $t_{\max}$  – максимальний час виконання роботи, хв;

$$\sigma_{t_{ij}} = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{6}, \quad (7)$$

де  $\sigma_{t_{ij}}$  – середньоквадратичне відхилення тривалості виконання  $(i,j)$ -ої роботи, хв.

При відсутності чи неможливості отримання експериментальних даних час виконання заходів  $t_{ij}$  розраховуються в залежності від обсягу, продуктивності і кількості виділених сил та засобів, а також від умов виконання.

Час виконання робіт, обсяг яких визначений у порівнянних показниках із продуктивністю сил і засобів, які застосовуються, обчислюється за формулою

$$t_{ij} = \left( V_{ij} / \sum_{z=1}^n W_z \right) K_{зиз} K_{фгу}, \quad (8)$$

де  $V_{ij}$  – обсяг працевтрат для виконання  $(i,j)$ -ої роботи, чол/год, маш/год тощо;  $W_z$  – кількість  $z$ -тих сил і засобів, що використовуються під час виконання  $(i,j)$ -ої роботи;  $K_{зиз}$ ,  $K_{фгу}$  – коефіцієнти впливу засобів індивідуального захисту і фізико-географічних умов (1...1,3).

Для визначення часу виконання заходів, терміни яких залежать від навченості особового складу використовується залежність виду

$$t_{ij} = T_{\text{почіj}} - (T_{\text{почіj}} - T_{\text{мініj}}) \left( 1 - e^{(-t_{\text{нф}}/t_{\text{нн}})} \right), \quad (9)$$

де  $T_{\text{почіj}}$  – час на виконання заходу на початку навчання (у ході перших тренувань), хв;  $T_{\text{мініj}}$  – мінімально можливий час на виконання  $(i,j)$ -ої роботи, хв;  $t_{\text{нф}}$  – фактичний час навчання (злагодження);  $t_{\text{нн}}$  – необхідний час навчання (злагодження).

Враховуючи те, що процес організації РХБ захисту носить випадковий характер та включає в себе велику кількість подій (за умов дії нормального закону розподілу), імовірність своєчасного виконання органом управління завдань організації РХБ захисту за призначенням визначається за допомогою формули [8]

$$P_t = 0,5 + \Phi \left( \frac{T_{\text{дир}} - T_p(j)}{\sqrt{\sum \sigma_{ij}^2}} \right), \quad (10)$$

де  $\Phi$  – функція Лапласа;  $T_{\text{дир}}$  – директивний строк організації органом управління завдань РХБ захис-

ту;  $T_p(j)$  – час раннього строку настання  $j$ -ої події (організації органом управління завдань РХБ захисту);  $\sigma_{t_{ij}}$  – середньоквадратичні відхилення тривалості робіт, які виконувалися під час розрахунку раннього строку настання  $j$ -ої події (організації органом управління завдань РХБ захисту).

Адекватність розробленої моделі сітьового графіку, який моделюється, визначається: відповідністю переліку і черговості виконання окремих заходів моделі реальному процесу; використанням у моделі в якості тимчасових показників статистичних даних, отриманих у ході реальної організації органом управління завдань РХБ захисту.

На підставі даних отриманих за допомогою формул (1 – 10) проводиться аналіз початкового сітьового графіку для визначення ступеня відповідності його директивним строкам та поставленій меті. Якщо початковий сітьовий графік не відповідає встановленим директивним строкам, то спочатку проводиться повторна оцінка можливості зміни часових характеристик тих робіт, які не відповідають потрібним строкам.

З метою досягнення директивного строку організації органом управління завдань РХБ захисту здійснюється оптимізація сітьового графіку по параметру „час”, а потім по інших контролюємих параметрах. До основних прийомів оптимізації сітьового графіку по часу відносяться: заміна послідовного методу виконання робіт паралельним; зміна послідовності виконання робіт; перерозподіл наявних ресурсів часом між роботами, що виконуються. Значна роль в оптимізації сітьових графіків належить

обчислювальній техніці та іншим засобам механізації штабної праці. Особлива увага повинна приділятися використанню формалізованих документів

## Висновок

Таким чином глибоке вивчення та впровадження в практику діяльності органів управління сітьових графіків дозволяє значно підвищити оперативність організації завдань РХБ захисту.

## Список літератури

1. Пальчук М.М., Лобко М.М. Досвід бойового застосування військ, зброї і військової техніки в локальних війнах і збройних конфліктах – К.: НАОУ, 2001. – 116 с.
2. Воєнне мистецтво в локальних війнах 90-х років ХХ - початку ХХІ століть: Навчальний посібник / М.І. Рибак, Р.М. Факадей, С.П. Мосов та ін. / Під ред. В.Б. Толубко. – К.: НАОУ, 2004. – 176 с.
3. Основні закономірності сучасних локальних війн та збройних конфліктів / В.Б. Толубко, Ю.І. Бут, В.О. Косецов: Навчальний посібник. – К.: НАОУ, 2002. – 68 с.
4. Основы теории управления войсками / П.К. Алтухов, И.А. Афонский, И.В. Рыболовский, А.Е. Татарченко / Под ред. П.К. Алтухова. – М.: Воениздат, 1984 – 221 с.
5. Юрков Б. Н. Исследование операций. – М.: ВИА им. Куйбышева, 1990. – 528 с.
6. Планирование боевых действий и управление войсками с помощью сетевых графиков / П.Г. Скачко, Г.Т. Волков, В.М. Куликов / Под ред. П. Г. Скачко – М.: Воениздат, 1968. – 144 с.
7. Вентцель Е. С. Исследование операций. – М.: Сов. радио, 1972. – 552 с.

Надійшла до редколегії 9.06.2008

**Рецензент:** канд. техн. наук, доцент О.Л. Туровський, Національна академія оборони України, Київ.

## К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ В РАБОТЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСК РХБ ЗАЩИТЫ

В.В. Коваль

*Увеличения объема и разнообразия мероприятий управления чрезвычайно осложняют связи между разными процессами организации РХБ защиты, стремительно увеличивают объем информации, которая необходима органам управления для управления силами и средствами РХБ защиты. При данных условиях возникает неотложная потребность в адекватном анализе и своевременном реагировании органов управления войск РХБ защиты на изменения в обстановке, принятие обоснованных решений и тому подобное. Указанные особенности требуют применения в работе органов управления войск РХБ защиты аналитических методов, которые способны обеспечить адекватную оценку оперативности управления. Рассмотрены вопросы применения сетевых графиков в практической деятельности органов управления войск РХБ защиты.*

**Ключевые слова:** РХБ защита, управление, эффективность, время.

## TO THE QUESTION OF APPLICATION OF THE NETWORK GRAPHS IN PROCESS OF THE OPERATING CONTROL OF NBC DEFENCE TROOPS

V.V. Koval

*The increases of volume and variety of management measures are extraordinarily complicated by connections between the different processes of organization of NBC defence, swiftly increase the volume of information which needs management organs for a management forces and facilities of NBC defence. Under the conditions there is an urgent requirement in an adequate analysis and timely reacting of organs of management of troops of NBC securing for changes in a situation, accepted the grounded decisions and others like that. The indicated features require application in-process of the operating control of troops of NBC defence of analytical methods which are able to provide the adequate estimation of management operationability. The questions of application of the network graphs are considered in practical activity of the operating control of NBC defense troops.*

**Keywords:** NBC defence, management, efficiency, time.