

УДК 355.07:005.521

О.О. Астахов

Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ УПРАВЛІННЯ ОПЕРАЦІЯМИ (БОЙОВИМИ ДІЯМИ) В ІЄРАРХІЧНІЙ СТРУКТУРІ ВІЙСЬК (СИЛ)

*Розкриваються принципи побудови цільової функції управління в ієрархічній структурі військ (сил) та її застосування в ході підготовки та ведення операцій (бойових дій).*

**Ключові слова:** показники ефективності, цільова функція управління, дерево цілей, управління операцією (бойовими діями).

### Вступ

Сьогодні у військовому лексиконі стають дуже «модними», запозичені у військових фахівців країн НАТО, словосполучення: «швидкість командування», «мережецентричні війни», «синергетичні властивості», «системна взаємодія» тощо. Але, використовуючи ці слова з лексикону військових альянсу, треба уявляти, що в основі побудови структури збройних сил країн НАТО лежить системний підхід, який одночасно застосовується в окремих АСУ сухопутними, повітряними, морськими угрупованнями військ (сил), властивості яких спочатку інтегруються на родовому рівні, потім на видовому, й, в решті-решт, на рівні ЗС. Саме на старших рівнях управління проявляються синергетичні властивості складної системи.

Процес управління військовою організацією завжди пов'язується з формуванням цілей ведення збройної боротьби. Якщо кожен мету формувати не тільки на вербальному рівні, але й виражати її у кількісному вимірі, то, оцінюючи в реальному масштабі часу ведення бойових дій значення показників досяжності цілей, можна здійснювати поточне управління військовими формуваннями [3]. Таке управління можна назвати управлінням за цільовою функцією, а саму цільову функцію – концепцією управління операціями [3, 10] (бойовими діями), яка описується загальним деревом цілей збройної боротьби.

**Постановка проблеми.** Проблема полягає у визначенні не тільки показників досягнення мети операції (бойових дій), але й побудови методики визначення цільової функції управління (ЦФУ) операціями (бойовими діями) в ієрархічній структурі військ (сил). **Мета статті** полягає у формуванні основних принципів побудови методики визначення цільової функції управління операціями (бойовими діями).

### Викладання основного матеріалу

Цільова функція (функція мети) – функція, найбільше (найменше) значення якої шукається на припустимій множині змінних в задачах математичного програмування. Від властивостей ЦФУ залежить існування, одиничність і характеристичні властивості рішення, що приймається.

Суто з технічної точки зору таке визначення ЦФУ пов'язане з деякою кількісно вимірюваною величиною, яка описується функцією вхідних і вихідних змінних, параметрів об'єкта управління і часу. Таке визначення потребує відповідної формули, яку при управлінні організаційними системами, особливо військовими організаціями, знайти не можливо, але ЦФУ все одне треба оптимізувати.

Для організаційних систем доцільно розглядати цільову функцію, як дійсно-значну функцію, що задана на множині припустимих дій об'єктів управління та управлінських впливів суб'єктів управління (раціональність управлінських впливів суб'єктів управління полягає у досягненні екстремуму цільової функції).

Дане визначення ЦФУ передбачає наявність мети функціонування організаційної системи, ступінь досягнення якої описується значеннями певних показників ефективності.

Оцінка ефективності діяльності органів управління (ОУ) є типовим слабоструктурованим завданням, яке описується багатьма якісними ознаками. Для аналізу ефективності діяльності потрібно використовувати різноманітні методи, які відносяться до різних теорій (рис. 1).

Оскільки досліджується діяльність ОУ військовою організацією, то при аналізі цієї діяльності необхідно враховувати закони збройної боротьби, принципи воєнного мистецтва, володіти методами теорії прийняття рішень.

Структура військової організації має графове зображення. Теорія графів [2] має велику кількість задач, рішення яких може бути застосовано в галузі управління військовими організаціями. Теорія графів широко використовує методи теорії матриць, чисельного аналізу, теорії ймовірностей [5]. Достовірним є те, що теорія графів служить математичною моделлю для будь-якої системи, особливо для такої, як система управління збройними силами.

Діалектика взаємодії і взаємовпливу теорії і практики підготовки і ведення операцій активно відображається на взаємному збагаченні математики і оперативного мистецтва, дозволяє здійснити моделювання бойових дій та отримати значення прогностичних показників ефективності бойових дій [7].

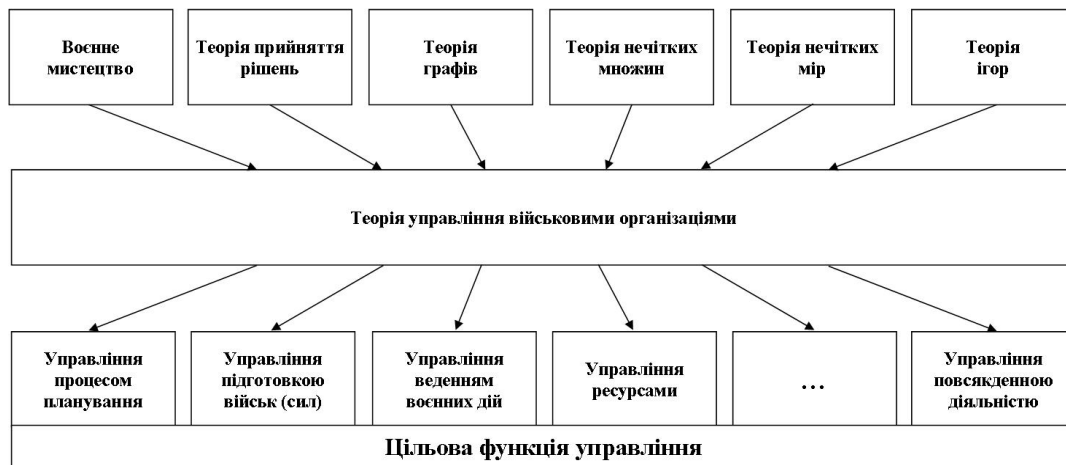


Рис. 1. Схема вибору науково-методичного апарату для реалізації управління військовими організаціями на базі цільової функції

Необхідно зауважити, що спосіб мислення людини базується на природній його мові, яка не може бути описаною в рамках традиційних математичних формалізмів. Формалізації притаманна жорстка однозначність інтерпретації, а природна мова людини має багатозначну інтерпретацію. Саме для вирішення таких задач Л.Заде створив нечітку математику, яка ґрунтується на теорії нечітких множин і теорії нечіткої міри [1, 4, 6, 8]. Запропонована Л.Заде теорія нечітких множин оперує «людськими знаннями», які називаються «експертною інформацією».

Використання методів теорії нечітких мір дозволяє перейти до єдиного математичного описування чітких, статистично-імовірнісних і нечітких вихідних даних, що може ефективно використовуватися в системах підтримки прийняття рішень.

Для досягнення поставленої мети, наприклад, у повітряній операції (ПО) у загальному випадку, як правило, немає необхідності (особливо при обмежених ресурсах) поразити всі об'єкти або їх елементи. У зв'язку з цим старший орган управління виконує завдання вибору найбільш важливих об'єктів (групи або класів об'єктів, або їх елементів), поразення яких із заданим ступенем дозволяє досягти поставленої мети ПО. Тобто виникає необхідність проведення ранжирування об'єктів за їх важливістю в заміслі даної операції.

Завдання підпорядкованим силам на самому нижньому (тактичному) рівні зводяться до поразення певної низки об'єктів. Таку послідовність об'єктів можна розглядати як *i*-ту компоненту цільової функції управління на тактичному рівні ( $T_i$ ):

$$ЦФУ_{T_i}^j : \{O_1^{S_1} \succ O_2^{S_2} \succ \dots \succ O_j^{S_j} \succ \dots \succ O_n^{S_n}\}, \quad (1)$$

де  $O_j^{S_j}$  - об'єкт під номером *j*, що поразяються зі ступенем  $S_j$ ,  $j=(1,2,\dots,N)$ . Символ  $\succ$  у даному випадку означає більшу важливість об'єкту, що знаходиться ліворуч чим об'єкт, що знаходиться праворуч. Спочатку потрібно поразити більш важливі об'єкти, потім менш важливі до тих пір, поки вистачає ресурсів.

Ранжирування об'єктів за важливістю полягає в тому, що важливість певного об'єкту в конкретній операції (бойових діях) однозначно не зводиться до деякої узагальненої функції його характеристик (властивостей). Значення мають його просторове положення щодо району бойових дій (лінії бойового зіткнення, напрямку головного удару тощо), функціональні зв'язки з іншими об'єктами, стан об'єкту, логіка замислу операції, проміжні та кінцева мета. Для управління ПО в умовах протидії противника важливо не тільки раціонально вибирати об'єкти поразення, але й установлювати послідовність їх поразення. Від обраної послідовності залежать як втрати власних сил і засобів, так і хід самої операції. Рішення задач вибору черговості "робіт" і розподіл виділених ресурсів для досягнення поставлених цілей найкращим у певному сенсі способом є змістом теорії розкладів.

Використовуючи науково-методичний апарат теорії розкладів, ведення операцій (бойових дій), можна представити як зв'язану послідовність деяких "робіт", що проводяться для досягнення визначених цілей. Для ударної авіації під "роботою" слід розуміти поразення наземних об'єктів (цілей).

Відомо, що "точне" рішення задач теорії розкладів, як і більшості реальних задач дискретної математики отримати не можливо [9]. Мова може йти про розробку схем, що дозволяють спростувати задачу і знаходити її прийнятне наближення до бажаного результату. Якщо на тактичному рівні ЦФУ має вигляд (1), то на оперативному рівні вона повинна мати більш узагальнений вид і у якості аргументів включати класи об'єктів та їх розташування. ЦФУ оперативного рівня буде мати вигляд:

$$ЦФУ_{O_m}^{Z_m} : \{K_1^{Z_1} \succ K_2^{Z_2} \succ \dots \succ K_m^{Z_m} \succ \dots \succ K_M^{Z_M}\}, \quad (2)$$

де  $K_m^{Z_m}$  - клас об'єктів, розташованих у зоні  $Z_m$ .

До класів об'єктів можуть відноситись, наприклад, об'єкти системи управління ППО, вогневі засоби ППО, об'єкти військ на позиціях (на марші), об'єкти військової інфраструктури, об'єкти енергетичного комплексу тощо.

Пріоритети тих чи інших класів об'єктів та зони їх розташування визначається на стратегічному рівні. Для стратегічного рівня військового управління ЦФУ повинна містити упорядкований перелік функцій органів управління противника, його ЗС, на послаблення яких спрямовується мета ПО як самостійна, або як складова старшої форми застосування ЗС. Така ЦФУ повинна визначатись органами управління стратегічного рівня. Вона має вид:

$$\text{ЦФУ}_{C_n} : \{\Phi_1 \succ \Phi_2 \succ \dots \succ \Phi_n \succ \dots \succ \Phi_N\}, \quad (3)$$

де  $\Phi_n$  – функція n-го типу, яка потребує послаблення при проведенні повітряної операції (наприклад, управління збройними силами противника).

Загальна ЦФУ для ПО визначається як вектор всіх складових цільових функцій управління:

$$\text{ЦФУ}_{\text{ПО}} : \left\{ \text{ЦФУ}_{C_n}; \text{ЦФУ}_{O_m}^{Z_m}; \text{ЦФУ}_{T_i}^{S_j} \right\}. \quad (4)$$

Для визначення ступеня досягнення кожної мети цільової функції управління застосовується апарат теорії нечітких множин і нечітких мір [3, 4, 8, 10]. Оцінка досягнення кожної i-ої тактичної мети ( $T_i = \{ \langle x_j, \mu(x_j) \rangle \}$ ) здійснюється за значеннями відповідних показників ефективності ( $x_j, \mu(x_j)$  - функція належності показника до нечіткої множини оцінки досягнення тактичної мети) ведення тактичних дій підрозділами, частинами родів військ (родів авіації).

Оцінка ступеня досягнення кожної m-ої оперативної мети ( $O_m = \{ \langle T_i, G_H(T_i) \rangle \}$ ) здійснюється за результатами розрахунку нечіткої міри досягнення тактичних цілей ( $G_H(T_i)$ ). Аналогічно оцінка досягнення кожної n-ої стратегічної мети ( $C_n = \{ \langle O_m, G_H(O_m) \rangle \}$ ) буде визначатися результатами досягнення її підпорядкованих оперативних цілей ( $G_H(O_m)$  – нечітка міра досягнення оперативних цілей). Розрахунок нечіткої міри ступеня досягнення кожної старшої мети цільової функції здійснюється за допомогою нечіткого інтегралу (на прикладі тактичних цілей) [4]:

$$G_H(T_i) = \int_X \mu(x) \circ g = \sup_{G_H \in \{0,1\}} (G_H \wedge g(X \cap H_G)), \quad (5)$$

де  $H_G = \{x | \mu(x) \geq G_H\}$ ,  $H_G$  – область визначення нечіткої множини показників x.

В [4] показано, що поняття нечіткого інтегралу (5) схоже з поняттям інтегралу Лебе-

га. Там саме доведено, що формула (5) може бути використана й для обчислення нечіткого інтегралу для дискретної множини X. Отже методика визначення ЦФУ при організації ведення бойових дій (повітряної операції) передбачає певну послідовність операції (рис. 2), які мають привести до досягнення визначеної мети бойових дій (операції). Ця сукупність цілей й є цільовою функцією управління.

Після переходу системи управління на наступний цикл управління (блок 1, рис. 2), здійснюється оцінка обстановки, в ході якої збираються дані зі зворотних зв'язків знизу доверху (блок 2). На початковому етапі ведення бойових дій передбачається розпізнавання варіанту замислу дій противника, що дозволяє знайти із бази знань адекватний варіант замислу дій своїх військ у відповідь.

Відповідно до обраного варіанта замислу дій кожен з командирів в ієрархії цілей отримує власну мету управління (цільову функцію), досягнення якої контролюється за визначеними показниками ефективності (блоки 3, 4).

В автоматизованій системі управління зворотні зв'язки налаштовані програмно й тому не виклика-

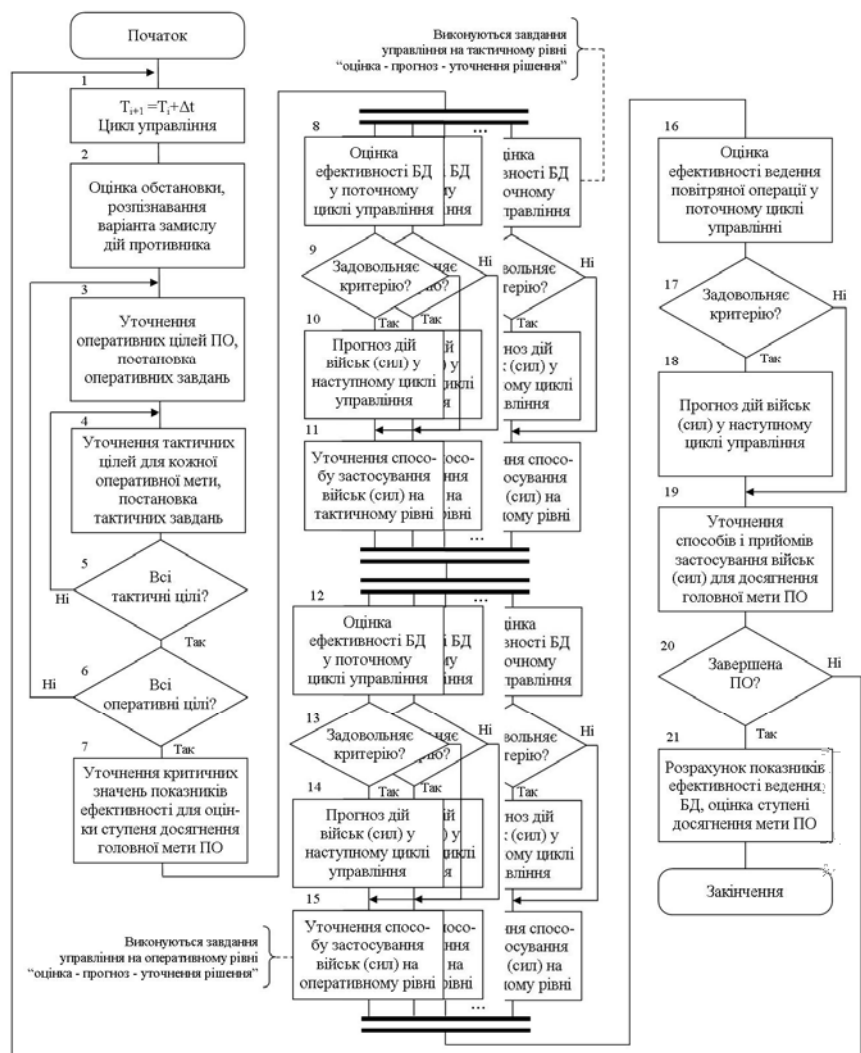


Рис. 2. Методика визначення цільової ієрархічної функції управління при організації ведення бойових дій (повітряної операції)

ють труднощів, але в неавтоматизованій системі управління цей зворотній зв'язок забезпечують посадової особи допоміжних органів управління, які по засобах зв'язку збирають потрібну інформацію.

В кожному циклі управління старший командир може змінити критичні значення показників ефективності (блок 7), за якими оцінюється ступінь досягнення мети бойових дій визначеного рівня управління. На наступному етапі управління, починаючи з самої низової ланки управління, збираються дані обстановки, результати ведення бойових дій, по яких розраховуються відповідні показники ефективності (блок 8). Отримані значення показників ефективності перевіряються на відповідність обраним критеріям досягнення мети управління (блок 9).

При позитивному оцінюванні результатів бойових дій методом моделювання здійснюється прогноз застосування військ (сил) у наступному циклі управління (блок 10). При незадовільному тренді зміни показників ефективності, або при невиконанні критерію ефективності бойових дій, здійснюється (блок 11) уточнення способу застосування військ (сил).

Блоки 8-11 рис. 2 вміщують процеси для органів управління тактичного рівня, які протікають паралельно у всіх з'єднаннях і частинах.

Для органів управління оперативно-тактичного рівня також має передбачатися паралельне виконання аналогічних процедур (блоки 12-15).

Для Командування ПС ЗС України, як органу оперативно-стратегічного рівня управління, аналогічні функції закладені у блоках 16-19, які дозволяють здійснювати контроль ступеня досягнення мети протиповітряної оборони, повітряної операції, бойових дій (блок 21). Цикл управління продовжується (зворотній зв'язок на блок 1) до завершення бойових дій, операції (блок 20).

Результати моделювання процесів управління органами управління Повітряних Сил показують, що цикл управління може складати: для органів управління Командування ПС – 10-15 хвилин; для органів управління командування ПвК – 1-2 хвилини; для органів управління тактичного рівня – 10-15 секунд.

## Висновки

Таким чином, в статті приведена методика визначення цільової функції управління операціями (бойовими діями) в ієрархічній структурі військ (сил), що забезпечує задану ефективність плану застосування ПС ЗС України, яка дозволяє створювати багатоваріантний замисел дій військ (сил) та адаптувати його до умов обстановки в ієрархічній системі управління військами (силами) з врахуванням розпізнаних цілей ведення противником збройної боротьби у повітрі.

## Список літератури

1. Алтунин А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: монография / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. – Тюмень : ТГУ, 2000. – 352 с.
2. Асанов М.О. Дискретная математика. Графы, матрицы, алгоритмы / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. – СПб.: Лань, 2010. – 368 с.
3. Астахов О.О. Удосконалені показники та критерії досягнення цілей ведення збройної боротьби у повітрі / О.О. Астахов // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУ ПС, 2016. – Вип. 1(46). – С. 10-13.
4. Бочарников В.П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике / В.П. Бочарников. – СПб.: Наука РАН, 2001. – 328 с.
5. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Сов. радио, 1972. – 552 с.
6. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л.А. Заде. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
7. Основы оперативного искусства и тактики войск ПВО / В. П. Городнов и др. – Х.: ХВУ, 1994. – 320 с.
8. Гофман А. Введение в теорию нечетких множеств в управлении предприятиями: пер. с исп. / А. Гофман. – Мн.: Выш.шк., 1992. – 224 с.
9. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
10. Смирнов Е.Б. Метод усреднения множественной субъективности органов управления при принятии решений / Е.Б. Смирнов // Системы обработки информации. – Х.: ХУПС, 2010. – Вип. 8 (89). – С. 106-110.

Надійшла до редколегії 29.11.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. Г.В. Певцов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАЦИЯМИ (БОЕВЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ) В ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ВОЙСК (СИЛ)

А.А. Астахов

*Раскрываются принципы построения целевой функции управления в иерархической структуре войск (сил) и ее применение в ходе подготовки и ведения операций (боевых действий).*

**Ключевые слова:** показатели эффективности, целевая функция управления, дерево целей, управление операцией (боевыми действиями).

### A METHOD OF CRITERION FUNCTION OF CONTROL OPERATIONS DETERMINATION (BY BATTLE ACTIONS) IS IN THE HIERARCHICAL STRUCTURE OF TROOPS (FORCES)

О.О. Astakhov

*Reveals the principles of trust management in a hierarchical structure of troops (forces) and its application in the preparation and conduct of operations (combat operations).*

**Keywords:** performance indicators, the task management function, the purpose of the tree management operations (combat actions).