

УДК 355

Загорка О. М., д-р військ. наук, професор (0000-0003-1131-0904);  
 Корецький А. А., канд. військ. наук, ст. наук. співроб. (0000-0002-6346-3083);  
 Загорка І. О. (0000-0002-0693-1434);  
 Комолаєва Т. М. (0000-0003-4352-5897)

## Підтримка вироблення рішень під час ситуаційного управління операцією (боєм): методичне забезпечення

**Резюме.** У статті наведено основні положення методик, які пропонується застосовувати для розв'язання задач підтримки прийняття рішень під час ситуаційного управління операцією (боєм).

**Ключові слова:** операція (бій); ситуаційне управління; прийняття рішень; методика.

**Постановка проблеми.** На сьогодні характерним для збройної боротьби є прагнення протиборчих сторін управляти не тільки діями своїх військ (сил), а і діями військ (сил) противника, які повинні йому нав'язуватися. Тобто зміст управління поширюється до управління протиборством сторін, а саме до управління операцією (боєм) [1], яке, насамперед, забезпечується досягненням інтелектуально-інформаційної переваги над противником. Виконання такого завдання можливо за умовою формування простору інформаційних ситуацій, що дозволить реалізувати ситуаційне управління операцією (боєм).

Ситуаційне управління операцією (боєм) застосовується як під час підготовки до бойових дій, так і під час їх ведення [2]. Принципи ситуаційного управління засновуються на використанні інтелекту командира (командуючого), його досвіду, а також на апріорній оцінці доцільності рішень, що приймаються. Для реалізації ситуаційного управління операцією (боєм) органам військового управління (ОВУ) потрібно мати відповідне інформаційно-аналітичне забезпечення (ІАЗ), основу якого складають методики для підтримки прийняття рішень, що виробляються під час підготовки і ведення бойових дій. Від повноти і вірогідності результатів, які отримуються з використанням методик ІАЗ, залежить якість управління бойовими діями, а отже, і ефективність застосування угруповання військ (сил). Тому розроблення методичного забезпечення для підтримки вироблення рішень з метою реалізації ситуаційного управління операцією (боєм) є важливим актуальним науковим і практичним завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Концепцію ситуаційного управління викладено у праці [3]. Відповідно

до концепції передбачається формувати найбільш повну сукупність конфліктних ситуацій, які дадуть змогу визначити на етапі підготовки до бойових дій раціональний варіант рішень, а на етапі ведення бойових дій своєчасно їх уточнювати. Пошук раціонального варіанта рішення пропонується здійснювати з використанням методів теорії ігор. Для розпізнавання зміни ситуації використовуються методи теорії нечітких множин. Однак у концепції не розглянуті підходи до прогнозування мети воєнного конфлікту, форми застосування військ противника, генерування ситуацій та виконання інших заходів, які доцільно здійснювати ОВУ для підтримки рішень під час ситуаційного управління операцією (боєм).

У праці [2] наведено структуру реалізації ІАЗ процесів ситуаційного управління операцією (боєм). Методичні підходи до вироблення замислу операції (бою) і розпізнавання зміни ситуації викладені фрагментарно. У праці також використовуються ігрові методи і методи теорії нечітких множин.

Перспективи створення систем штучного інтелекту для підтримки прийняття рішення на операцію (бій) розглянуто у праці [4]. Основну увагу у праці приділено застосуванню експертних систем у процесі вироблення рішень. Методичне забезпечення підтримки вироблення рішень не розглядається.

Питання проектування практичного застосування та оцінювання ефективності систем підтримки прийняття рішень розглянуто у праці [5]. Викладені у праці методи прийняття рішень в умовах невизначеності вихідних даних можуть бути використані у процесі створення методичного забезпечення для підтримки вироблення

рішень під час ситуаційного управління операцією (боєм).

Наведені у працях методичні підходи не дають змоги повною мірою вирішувати ОВУ завдання щодо підтримки прийняття рішень під час підготовки і ведення бойових дій. Існує також необхідність уточнення методичних підходів стосовно ситуаційного управління операцією (боєм).

Отже **мета статті** полягає в обґрунтуванні методів і розробленні основних положень методик для підтримки прийняття рішень ОВУ під час ситуаційного управління операцією (боєм).

**Виклад основного матеріалу.** Відповідно до положень концепції ситуаційного управління [3] для кожної ситуації, що складається, має визначитися обґрунтоване рішення з управління військами (силами), яке включає вибір способу дій своїх

військ (сил), адекватних діям противника, вибір способу їх взаємодії, а також всебічне забезпечення в ході виконання бойових завдань. Для виконання цього завдання передбачається створення відповідної бази знань про принципи і цілі застосування угруповання військ (сил), про тактику дій сторін і ефективність застосування військ (сил). Раціональні стратегії дій противника і своїх військ шукаються ОВУ з чималою кількістю ситуацій, які опрацьовуються на етапі підготовки до бойових дій. Весь перелік варіантів дій сторін (ситуацій) має зберігатися у базі знань задля їх подальшого використання під час безпосереднього управління операцією (боєм).

Загальна схема дій щодо підтримки прийняття рішень ОВУ під час ситуаційного управління операцією (боєм) наведено на рис. 1.



**Рис. 1. Загальна схема дій щодо підтримки прийняття рішень ОВУ під час ситуаційного управління операцією (боєм)**

Для розв’язання задач, що наведені на схемі рис. 1, потрібно мати відповідні методики. Сукупність методик, які пропонується використовувати ОВУ для підтримки рішень, наведено у Табл. 1.

Доцільно коротко розглянути сутність методик, що наведені у табл. 1.

Прогнозування мети розв’язання противником воєнного конфлікту. Під час прогнозування мети воєнного конфлікту необхідно проаналізувати протиріччя між

державами у територіальній, соціальній, економічній, політичній та інших сферах за чинниками, які обумовлюють протиріччя. Підставою для визначення таких чинників може бути сукупність показників [6], які використовуються для оцінювання рівня воєнної небезпеки. Такими чинниками можуть бути: виявлення територіальних претензій; намагання оволодіти енергетичними ресурсами; підтримання сепаратистських рухів; прагнення до дроблення держави;

прагнення до домінування на регіональному або локальному рівнях та ін.

Альтернативними цілями воєнного конфлікту можна вважати: розв'язання політичних протиріч силовими методами; позбавлення державного суверенітету; захоплення територій; воєнне підтримання

сепаратистських рухів; розділення країни на декілька країн та ін.

Прогнозування мети воєнного конфлікту полягає в ранжируванні альтернативних цілей конфлікту з використанням методів таксономії, аналізу ієрархій (МАІ) та інших методів експертного оцінювання [7].

Таблиця 1

Методики для підтримки рішень під час ситуаційного управління операцією (босм)

Найменування (призначення) методики	Методи, що можуть використовуватися у методиці	Етапи застосування методики
Прогнозування мети розв'язання противником воєнного конфлікту	Методи таксономії, аналізу ієрархій, інші методи експертного оцінювання	Підготовка бойових дій
Прогнозування форми застосування військ (сил) противника у воєнному конфлікті	Метод аналізу ієрархій	Підготовка бойових дій
Генерування можливих ситуацій	Евристичні методи, метод планування експерименту	Підготовка бойових дій
Моделювання бойових дій міжвидового угруповання військ (сил)	Системне моделювання	Підготовка і ведення бойових дій
Оцінювання ефективності застосування угруповань видів ЗС, родів військ	Методи динаміки середніх, імітаційного, аналітико-стохастичного моделювання, аналітичні методи	Підготовка і ведення бойових дій
Оцінювання важливості ситуацій, об'єктів, показників	Методи таксономії, аналізу ієрархій, інші методи експертного оцінювання	Підготовка бойових дій
Визначення раціонального способу бойових дій угруповання військ (сил)	Методи теорії ігор, аналізу ієрархій	Підготовка і ведення бойових дій
Визначення раціонального бойового складу угруповання військ (сил)	Методи таксономії	Підготовка бойових дій
Виявлення змінювання ситуації	Аналітичний метод порівняння параметрів	Ведення бойових дій

Під час використання МАІ [8] здійснюється декомпозиція задачі на прості складові та подальша обробка суджень експертів попарним порівнянням. Ієрархічне зображення задачі прогнозування мети воєнного конфлікту наведено на рис. 2.

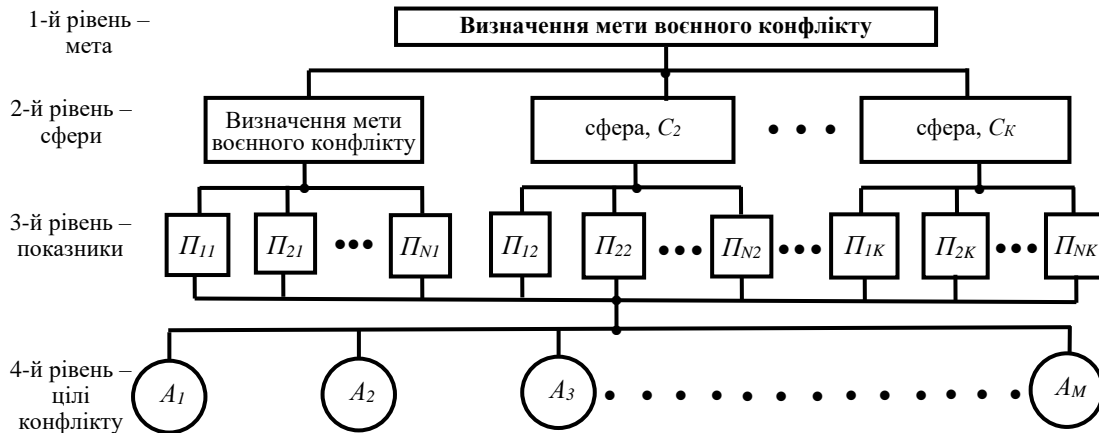


Рис. 2. Ієрархічне зображення задачі прогнозування мети воєнного конфлікту

На *другому рівні ієрархії* експерти визначають ступінь впливу сфер на мету воєнного конфлікту. Для цього будується одна обернено-симетрична квадратна матриця попарних порівнянь розміром  $K \times K$ . Ступені впливу сфер на мету воєнного конфлікту визначаються як елементи власного вектора пріоритетів, який визначається з матриці попарних порівнянь сфер, що будується експертами з використанням дев'ятибальної шкали [8].

Для *третього рівня ієрархії* (рис. 2) формується  $K$  матриць попарних порівнянь

показників розмірами  $N1 \times N1$ ,  $N2 \times N2$ , ...,  $NK \times NK$ . Елементи власних векторів матриць визначають ступені впливу показників на сфери. Для визначення вагових коефіцієнтів, які характеризують ступінь впливу показників на цілі воєнного конфлікту, власні вектори матриць третього рівня помножуються на відповідні елементи матриці другого рівня ієрархії.

Для *четвертого рівня ієрархії* стосовно кожного показника формується матриця розміром  $M \times M$ .

Під час визначенні рейтингу цілей воєнного конфлікту (альтернатив) власні вектори матриць попарних порівнянь альтернатив помножуються на вагові коефіцієнти показників. Прогнозована мета воєнного конфлікту визначається за максимальним значенням рейтингу альтернатив.

Прогнозування мети воєнного конфлікту з використанням методів таксономії [9] здійснюється у багатомірному просторі, розмірність якого визначаються кількістю показників, які застосовуються. Для

$$d_{i0} = \left[ \sum_j \beta_j^2 (\chi_{ji} - \chi_{j0})^2 \right]^{1/2}, i = \overline{1, M}; j = \overline{1, N}, (1)$$

де  $M$  – кількість цілей воєнного конфлікту, що порівнюються;

$N$  – кількість показників;

$\chi_{j0}$  – значення  $j$ -го показника для умовної мети воєнного конфлікту;

$\chi_{ji}$  – значення  $j$ -го показника для  $i$ -ї мети воєнного конфлікту, що порівнюється;

$$\overline{d}_o = \frac{1}{M} \sum_i d_{i0}; \sigma_o = \left[ \frac{1}{M} \sum_i (d_{i0} - \overline{d}_o)^2 \right]^{1/2}; i = \overline{1, M}; d_o = \overline{d}_o + 2\sigma_o; \sigma_i = 1 - \frac{d_{i0}}{d_o}. (2)$$

За прогнозовану приймається мета воєнного конфлікту, таксономічний показник для якої ближче одиниці.

Перевагою застосування методів таксономії у порівнянні з МАІ є відсутність обмежень на кількість альтернатив, які порівнюються. У разі застосування МАІ не рекомендується порівнювати більше 9 альтернатив [8].

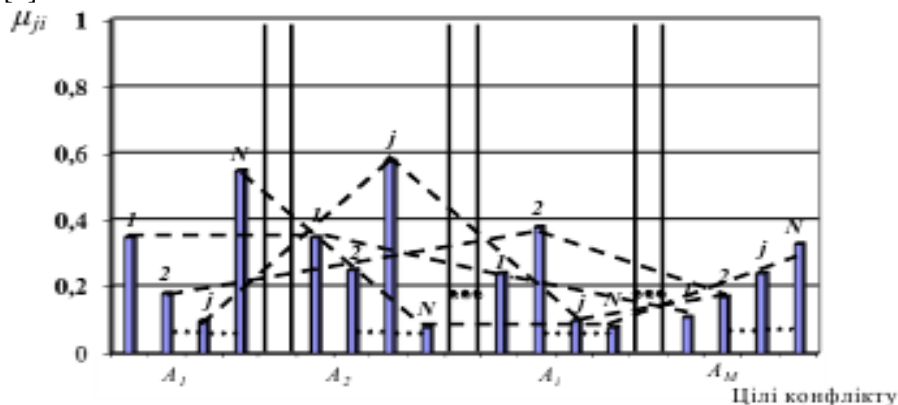
порівняння альтернатив формується умовна мета воєнного конфлікту, показники якої відповідають максимальним значенням показників-стимуляторів і мінімальним значенням показників-дестимуляторів.

Значення показників визначаються експертами. Для порівняння альтернатив визначаються таксономічні відстані між стандартизованими показниками, які відповідають цілям воєнного конфлікту, що розглядаються, і умовній меті воєнного конфлікту. Вираз для визначення відстаней має вигляд

$\beta_j$  – коефіцієнт важливості  $j$ -го показника (доцільно визначати з використанням методу ранжирування).

Для прогнозування мети воєнного конфлікту використовується таксономічний показник ( $\delta_i$ ), значення якого для  $i$ -ї мети визначається за формулами:

Прогнозування мети воєнного конфлікту може здійснюватися безпосередньо з використанням результатів експертного оцінювання ступенів впливу показників ( $j = \overline{1, N}$ ) на цілі воєнного конфлікту ( $i = \overline{1, M}$ )  $\mu_{ji}$  (рис. 3).



Вигляд результатів експертного оцінювання впливу показників на цілі воєнного конфлікту (варіант)

Для визначення ступенів впливу показників на цілі воєнного конфлікту можуть застосовуватися різні методи експертного оцінювання, зокрема ранжирування, послідовного порівняння, безпосереднього

оцінювання тощо [10,11]. До того ж має виконуватися умова  $\sum_j \mu_{ji} = 1, j = \overline{1, N}$ .

Далі для кожної мети воєнного конфлікту розраховується адитивний показник

$$S_i = \sum_j \beta_j \mu_{ji}; \sum_j \beta_j = 1. \quad (3)$$

Прогнозована мета воєнного конфлікту визначається за  $\max_i S_i$ .

Застосування того або іншого методу для прогнозування мети воєнного конфлікту залежить від наявності відомостей про зміну показників, які на неї впливають.

Прогнозування форми застосування військ (сил) противника у воєнному конфлікті. Прогнозування форми застосування військ (сил) противника має базуватися на використанні не тільки історичного і емпіричного методів, а і результатів оцінювання прогнозованої мети воєнного конфлікту, кількісних оцінок просторових і часових характеристик застосування військ (сил), а також результатів оцінювання ефективності їхніх бойових дій. Необхідність урахування багатьох факторів, а

також розгляду декількох варіантів застосування військ (сил) противника обумовлює доцільність використання для прогнозування форми їх застосування МАІ [8, 12].

Для використання МАІ експертами визначаються альтернативні форми застосування військ (сил) противника, властивості і показники, що характеризують застосування військ (сил) у цих формах. Наприклад, альтернативними формами застосування військ (сил) противника на початок воєнного конфлікту можуть бути: повітряна наступальна операція; операція сухопутних військ і бойові дії повітряних сил; бойові дії повітряних сил та ін. Властивості та показники, які характеризують застосування військ (сил) противника у визначених формах наведені у Табл. 2.

Таблиця 2

Властивості та показники для прогнозування форми застосування військ (сил) противника (варіант)	
Властивості	Показники
Здатність досягнути мети воєнного конфлікту в установленний термін з обмеженими втратами військ (сил) ( $\beta_1$ )	Ступінь виконання завдань відповідно до прогнозованої мети воєнного конфлікту (оволодіння територією, захоплення комунікацій, примушення виконання певних умов, підтримання сепаратистських рухів тощо)
	Тривалість виконання противником завдань
Втрати воєнно-економічного потенціалу країни противника у воєнному конфлікті ( $\beta_2$ )	Прогнозована величина відносних втрат військ (сил) противника під час ведення бойових дій
	Прогнозована величина відносних втрат оборонно-промислового комплексу
	Прогнозована величина відносних втрат економіки країни противника
Витрати ресурсів на застосування військ (сил) противника ( $\beta_3$ )	Прогнозована величина відносних втрат людських ресурсів
	Витрати на підготовку до ведення бойових дій
	Витрати на ведення бойових дій
	Витрати на відновлення боєздатності військ (сил) після завершення бойових дій

Ієрархічне зображення задачі прогнозування форми застосування військ (сил) противника у воєнному конфлікті наведено на рис. 4.

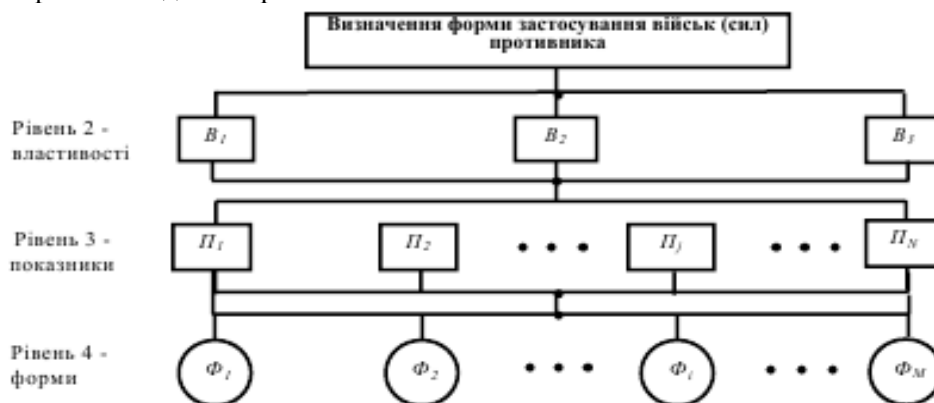


Рис. 4. Ієрархічне зображення задачі прогнозування форми застосування військ (сил) противника у воєнному конфлікті

Для розв'язання задачі експерти формують на другому рівні ієрархії одну матрицю попарних порівнянь розміром  $3 \times 3$ , на третьому рівні – три матриці розміром  $N \times N$ , на

четвертому рівні –  $N$  матриць розміром  $M \times M$ . Рейтинг альтернатив визначається аналогічно прогнозуванню мети воєнного конфлікту. Результати прогнозування мети воєнного

конфлікту і форми застосування військ (сил) противника є підставою для визначення адекватної форми і способів застосування своїх військ (сил) у процесі генерування можливих ситуацій.

Генерування можливих ситуацій.  
Генерування можливих ситуацій полягає у формуванні варіантів дій військ (сил) противника у воєнному конфлікті та адекватних

для протидії ним варіантів дій своїх військ (сил). Доцільно розглянути два підходи до генерування можливих ситуацій.

*Перший підхід.* Кожному варіанту дій противника  $A_i, i = \overline{1, n}$  протиставляється однакова кількість варіантів дій своїх військ (сил)  $B_j, j = \overline{1, m}$  (рис. 5).

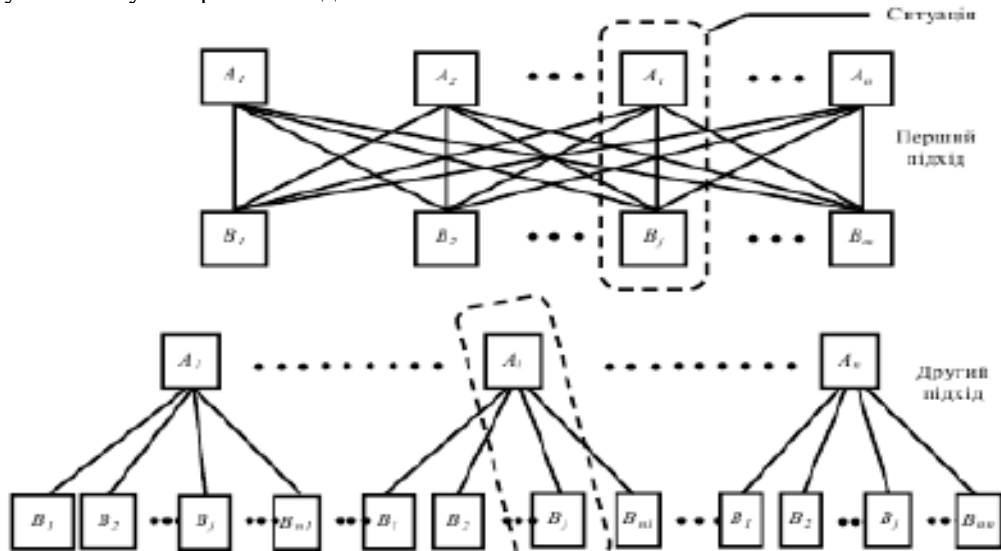


Рис. 5. Схеми генерування ситуацій

Другий підхід. Кожному варіанту дій противника  $A_i, i = \overline{1, n}$  протиставляється  $m_i = \overline{1, n}$  варіантів дій своїх військ (сил)  $B_j, j = \overline{1, m}$ .

Відповідно до схем на рис. 5 у разі використанні першого підходу генерується  $n \times m$  ситуацій, у разі використанні другого підходу  $\sum_i m_i, i = \overline{1, n}$  ситуацій.

Для формування варіантів дій противника (склад сил, спосіб застосування, тощо) доцільно використовувати евристичний метод. Формування варіантів бойового складу своїх військ (сил) доцільно здійснювати з використанням методу планування експерименту [13], що дає змогу упорядкувати змінювання їхніх компонентів (складових). Змінювання складу військ (сил) здійснюється відповідно до плану експерименту, який можна вибрати з праці [14]. До того ж частина компонентів військ (сил) може варіюватися, решта залишатися незмінними. Розмах варіювання компонентів визначається зважаючи на результати прогнозування можливості їх залучення до ведення бойових дій. Кількість варіантів дій наших сил, які формуються з використанням методу планування експерименту, залежить від кількості

компонентів, які варіюються, і кількості рівнів їх варіювання.

Під час розв'язання подібних задач звичайно застосовується три рівні варіювання параметрів, у нашому випадку компонентів військ (сил). Рівні варіювання параметрів визначаються шляхом збільшення (зменшення) їх початкового значення в  $(1-n)$  разів (як правило -  $n=0,2-0,5$ ). Відповідно до [14] для трьох параметрів (компонентів) план містить 10, для чотирьох - 15, для п'яти - 21, для шести - 28, для семи - 37 експериментів, які вважаються за варіанти бойового складу наших сил. Варіанти угруповання військ (сил) відрізняються кількісно-якісними параметрами, а саме кількістю підрозділів родів військ, що утворюють компоненти угруповання військ (сил). До таких параметрів, наприклад, належить: склад механізованих, танкових, аеромобільних військ, ракетних військ і артилерії, зенітних ракетних військ, військ ППО СВ, бомбардувальної і штурмової авіації [15].

За результатами визначення варіантів дій противника і своїх військ (сил) розробляються відповідні сценарії їх застосування для визначених ситуацій.

Моделювання бойових дій міжвидового угруповання військ (сил). На теперішній час найбільш повно відпрацьовані моделі бойових дій для угруповань окремих видів ЗС, родів

військ. Отже, під час оцінювання ефективності бойових дій міжвидового угруповання військ (сил) доцільно використовувати системне моделювання [16], сутність якого полягає в створенні моделі протидіючих сторін на основі часткових моделей бойових дій угруповань видів ЗС і родів військ. Під час організації моделювання вихідні дані одних моделей або методик використовуються як вхідні дані для інших моделей, методик. Оцінювання ефективності бойових дій міжвидового

угруповання військ (сил) здійснюється за етапами застосування умовних компонентів цього угруповання. За показники ефективності бойових дій приймаються математичні сподівання величин відносин втрат протидіючих сторін. Структурну схему методичного підходу до оцінювання ефективності бойових дій міжвидового угруповання військ наведено на рис. 6.

Результати оцінювання ефективності бойових дій розміщуються у базі знань.



Рис. 6. Структурна схема методичного підходу до оцінювання ефективності бойових дій сторін в ситуації

Оцінювання ефективності застосування угруповань військ (сил) видів ЗС, родів військ. Для оцінювання ефективності застосування загальновійськових формувань може бути використаний підхід на підставі урахування кількісно-якісного співвідношення сил і засобів сторін. У методиці, яка наведена в [4], загальною характеристикою бойових можливостей загальновійськових формувань вважається бойова міць, яка визначається за кількісними та кількісно-якісними показниками.

Для визначення втрат протидіючих сторін у загальновійськовому бою можна безпосередньо використати рішення рівнянь Лангестера, яке наведено у праці [17].

Для оцінювання ефективності завдання ракетно-авіаційних ударів (РАУ) може бути застосована методика [18, 19], яка ґрунтується на використанні полігонних нарядів, ракет і літаків для ураження військ і об'єктів.

Під час оцінювання ефективності застосування сил протиповітряної оборони (ППО) часто використовується метод аналітико-

стохастичного моделювання [18, 20-22]. Прикладом є штабна математична модель “Ешелон – 2003” [20].

Методики оцінювання ефективності застосування загальновійськових формувань, ударної авіації, сил ППО докладно наведено у працях [4, 17-22] і не потребують подальшого розгляду.

Оцінювання важливості ситуацій, об'єктів, показників. Для оцінювання важливості ситуацій, об'єктів, показників звичайно використовують експертні методи, застосування яких докладно наведено в [8, 10, 11]. Під час визначення коефіцієнтів оперативно-тактичної важливості військових об'єктів доцільно використовувати МАІ. Ієрархічне зображення задачі визначення коефіцієнтів оперативно-тактичної важливості військових об'єктів (варіант) [23] наведено на рис. 7.

Для оцінювання важливості показників доцільно використовувати метод ранжирування. Експерти мають розташувати показники у

порядку їх значущості та приписати кожному показнику числа натурального ряду: 1, 2, ... ,n. Показнику, який має найбільший вплив на застосування військ (сил), надається перший ранг, а показнику, який є найменш впливовим – останній ранг. Коефіцієнти, які характеризують вплив показників на застосування військ (сил), визначаються за формулою [24]:

$$C_{ji} = 1 - \frac{r_{ji} - 1}{m}; \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}, \quad (4)$$

де m – кількість показників;

n – кількість експертів;

r<sub>ji</sub> – ранг, наданий j-м експертом i-му показнику.

Потім коефіцієнти C<sub>ji</sub> нормуються

$$\beta_{ji} = \frac{C_{ji}}{\sum_i C_{ji}}; \quad i = \overline{1, m}. \quad (5)$$

Коли компетентність експертів вважається однаковою, коефіцієнт важливості показників

$$\beta_i = \frac{1}{n} \sum_j \beta_{ji}; \quad j = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Коли компетентність j-го експерта оцінюється коефіцієнтом ξ<sub>j</sub>, то

$$\beta_i = \sum_j \xi_j \beta_{ji}, \quad \sum_j \xi_j = 1. \quad (7)$$

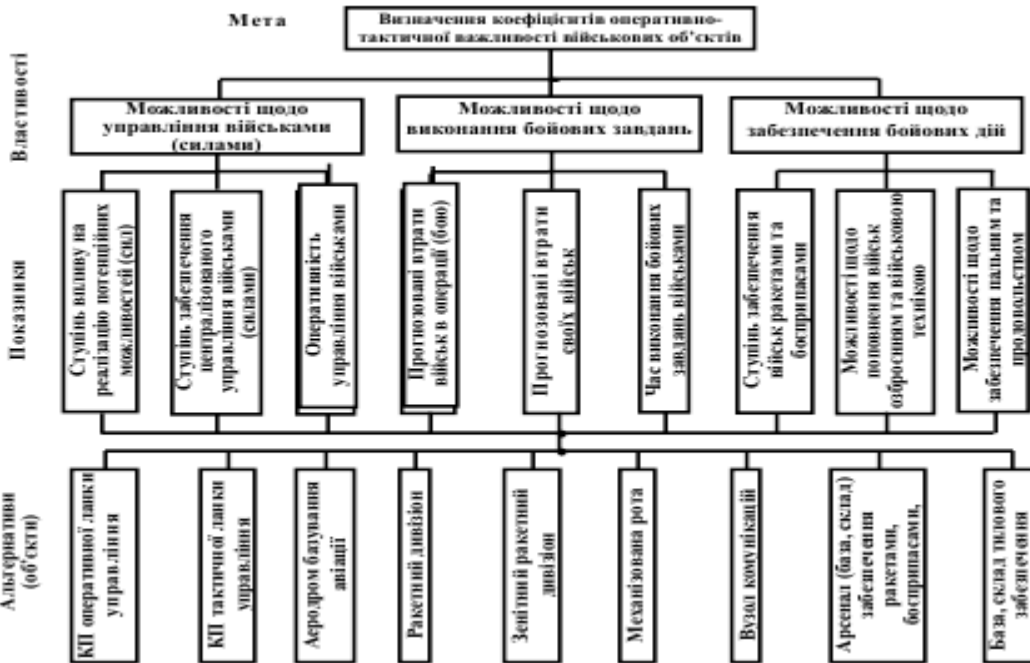


Рис. 7. Ієрархічне зображення задачі визначення коефіцієнтів оперативно-тактичної важливості військових об'єктів (варіант)

Визначення раціонального способу бойових дій у групування військ (сил). Відповідно до принципів ситуаційного управління з множини ситуацій необхідно вибрати раціональний спосіб бойових дій своїх військ. Для цього можуть використовуватися методи теорії ігор [17]. Матрицю гри доцільно скласти з використанням показника, який характеризує співвідношення C математичних

сподівань втрат у групування наших військ (сил)

M<sup>не</sup><sub>вт</sub> і противника M<sup>пр</sup><sub>вт</sub>:

$$C = \frac{M_{вт}^{не}}{M_{вт}^{пр}}, \quad M_{вт}^{пр} > 0. \quad (8)$$

Вигляд матриці гри наведено у Табл. 3.

Таблиця 3

Вигляд матриці гри

Стратегії (варіанти) дій у групування військ (сил) противника	Стратегії (варіанти) дій у групування наших військ (сил)						
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	...	B <sub>j</sub>	...	B <sub>n-1</sub>	B <sub>n</sub>
C <sub>11</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	...	C <sub>1j</sub>	...	C <sub>1 n-1</sub>	C <sub>1n</sub>
A <sub>2</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	...	C <sub>2j</sub>	...	C <sub>2 n-1</sub>	C <sub>2n</sub>
...	...	...	....	...	...	...	...
A <sub>i</sub>	C <sub>i1</sub>	C <sub>i2</sub>	...	C <sub>ij</sub>	...	C <sub>i n-1</sub>	C <sub>in</sub>



...	...	...	...	...	...	...	...
$A_{m-1}$	$C_{m-11}$	$C_{m-12}$	...	$C_{m-1j}$	...	$C_{m-1\ n-1}$	$C_{m-1\ n}$
$A_m$	$C_{m1}$	$C_{m2}$	...	$C_{mj}$	...	$C_{m\ n-1}$	$C_{mn}$

Відповідно до теорії ігор сторона  $A$  намагатиметься через вибір стратегії максимізувати показник  $C$ , а сторона  $B$  мінімізувати цей показник.

Рішення гри може здійснюватися в “чистих” або “змішаних” стратегіях. Якщо

$$S_A = (P_i), i = \overline{1, m}; \sum_i P_i = 1; S_B = (q_j), j = \overline{1, n}; \sum_j q_j = 1, \quad (9)$$

де  $P_i$  – частість застосування противником стратегії  $A_i$ ;

$q_j$  – частість застосування нашими військами стратегії  $B_j$ .

Для рішення гри можуть застосовуватися методи лінійного програмування та ітерацій.

Вважається, що війська противника і наші війська застосовуватимуть той спосіб бойових дій, якому відповідають максимальні значення частот стратегій.

Під час використання МАІ за альтернативи приймаються способи бойових дій угруповання військ (сил). Ієрархічне зображення задачі визначення раціонального способу бойових дій аналогічне рис. 4.

Визначення раціонального бойового складу угруповання військ (сил). Питання визначення способів бойових дій і бойового складу угруповання військ (сил) взаємозв’язані [15]. Це також впливає з генерування ситуацій на рис. 5. Найбільш прийнятими для визначення раціонального складу угруповання військ (сил) є методи таксономії [9]. Для  $m$  варіантів бойового складу угруповання військ (сил), які

“сідлова точка” у матриці гри відсутня, рішення гри здійснюється в “змішаних” стратегіях. У такому разі вирішення гри полягає у знаходженні змішаних стратегій протидіючих сторін:

генеруються з використанням методу планування експерименту, призначається сукупність  $n$  показників, що характеризують застосування угруповання військ (сил). До таких показників належать математичні сподівання величин відносних загальних втрат і компонентів протидіючих угруповань військ (сил) в операції (під час ведення бойових дій). Також ураховуються загальна вартість озброєння і вартості озброєння компонентів угруповання наших військ.

Застосування методів таксономії дає змогу визначити збалансований склад угруповання військ (сил), досягнути потрібної ефективності з меншими витратами на озброєння.

Для застосування методів таксономії складається матриця показників, вигляд якої наведено у Табл. 4.

Для розрахунку таксономічного показника використовуються вирази, які аналогічні (1), (2). На рис. 8 наведено порядок визначення способу бойових дій і складу угруповання військ (сил).

Таблиця 4

Матриця показників

Варіанти складу наших військ (сил)	Показники					
	$P_1$	$P_2$	...	$P_i$	...	$P_n$
$B_1$	$X_{11}$	$X_{21}$	...	$X_{i1}$	...	$X_{n1}$
$B_2$	$X_{12}$	$X_{22}$	...	$X_{i2}$	...	$X_{n2}$
...	...	...	...	...	...	...
$B_j$	$X_{1j}$	$X_{2j}$	...	$X_{ij}$	...	$X_{nj}$
...	...	...	...	...	...	...
$B_m$	$X_{1m}$	$X_{2m}$	...	$X_{im}$	...	$X_{nm}$

Виявлення змінювання ситуації. У базі знань (рис. 1) для виявлення змінювання ситуацій для військ противника і своїх військ повинні закладатися чинники (ознаки), які дають змогу їх відрізнити. Деякі відмінні чинники ситуацій наведені у табл. 5.

Опис значень параметрів (показників) може здійснюватися з використанням

лінгвістичних або числових нечітких множин. Наявність у базі знань нечітких оцінок числових параметрів (показників) ситуацій дає змогу визначити ступінь належності  $j$ -го параметра ( $j = \overline{1, n}$ ) до  $i$ -ї ситуації ( $i = \overline{1, m}$ )  $a_{ji}$  (рис. 9).

На рис. 9 наведено приклад визначення ступенів належності  $j$ -го показника до ситуацій за умовою виявлення під час бойових

дій значення параметра  $X_j^*$ . Аналогічно визначаються ступені належності всіх параметрів до ситуацій, що аналізуються. 3

аналізу рис. 9 впливає, якщо застосування наших військ здійснюється за ситуацією 2, то це може не відповідати дійсності.

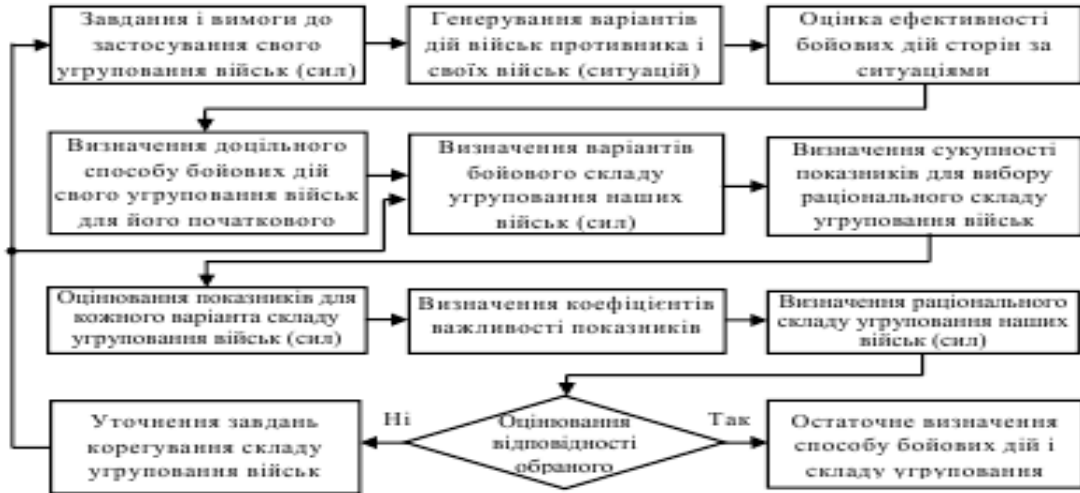


Рис. 8. Порядок визначення способу бойових дій і складу угруповання військ (сил)

Таблиця 5

Відмітні чинники ситуацій та параметри, які їх характеризують

Відмінні чинники ситуацій	Параметри, які характеризують чинники ситуацій
Напрямки головного та інших ударів (у наступі)	Кут відхилення від прогнозованого напрямку
Оперативна побудова (бойовий порядок військ (сил))	Кількість ешелонів (рубежів), ліній позицій
Розташування районів (рубежів), на утримання яких зосереджуються основні зусилля військ (в обороні)	Віддалення районів (рубежів) від лінії зіткнення, відстані від розмежувальних ліній
Розподіл військ (сил) за елементами оперативної побудови (бойового порядку)	Відносна величина військ (сил) (частин, підрозділів), які розташовані за елементами оперативної побудови (бойового порядку)
Просторово-часові характеристики ведення бойових дій	Фронт, глибина дій військ. Прогнозований час ведення бойових дій
Реалізація бойових можливостей	Прогнозована ефективність бойових дій
Порядок застосування військ (сил) тощо	Прогнозовані етапи ведення бойових дій

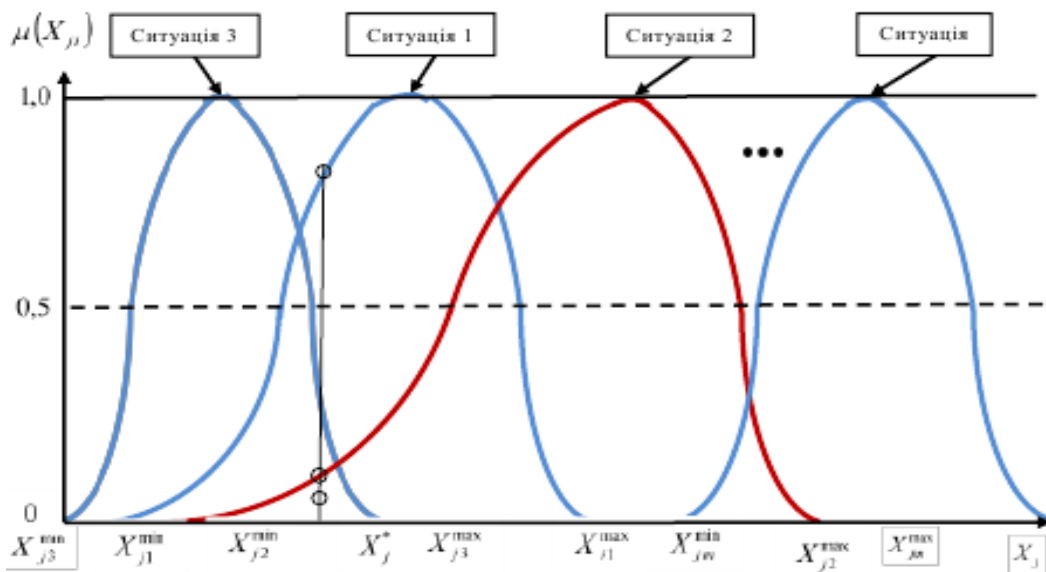


Рис. 9. Вигляд функцій належності  $\mu(X_{ji})$  для  $j$ -го параметра (показника)

Для розпізнавання зміни ситуацій, насамперед, визначається належність значення

кожного  $j$ -го параметра (показника)  $X_j^*$  до ситуацій, тобто перевіряється умова

$$X_{ji}^{\min} \leq X_j^* \leq X_{ji}^{\max}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (10)$$

Коли  $X_j^*$  взагалі не належать  $i^*$ -й ситуації, яка використовується, можна констатувати її зміну.

Якщо умова (10) виконується, визначаються різниці

$$\Delta a_{ji} = |a_{ji} - a_{ji^*}|; \quad j = \overline{1, n}; \quad i = \overline{1, m}. \quad (11)$$

Загальна різниця між максимальними ступенями належності всіх параметрів (показників) з урахуванням їх важливості  $\omega_j$  дорівнює

$$A = \sum_j \omega_j \left( \max_i \Delta a_{ji} \right), \quad j = \overline{1, n}. \quad (12)$$

При  $A \geq A_{\text{ум.}}$  можна констатувати зміну ситуації. Величина  $A_{\text{ум.}}$  визначається особою, яка приймає рішення.

### Висновки

1. Запропоновано сукупність методик, які доцільно застосовувати для підтримки вироблення рішень під час ситуаційного управлінні операцією (боєм). Розглянуто їх сутність і порядок використання.

2. Показано застосування для розв'язання задач підтримки вироблення рішень методів аналізу ієрархій, таксономії, планування експерименту, моделювання бойових дій угруповань військ (сил), теорії ігор, нечітких множин.

3. Наведені основні положення методик можуть застосовуватися під час створення інформаційно-аналітичного забезпечення процесів ситуаційного управління операцією (боєм) під час її підготовки і ведення.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рябчук В. Д. Теория управления боем (научковедческий и методологический аспекты). Москва : Агентство печати "Наука", 2001. 120 с.
2. Загорка О. М., Колесніков В. О., Фролов В. С. Застосування принципів ситуаційного управління операцією (боєм) в ході її підготовки і ведення. *Наука і оборона*. Київ, 2015. № 2. С. 22–27.
3. Теорія прийняття рішень органами військового управління: монографія / В. І. Ткаченко, Є. Б. Смирнов та ін.; за ред. В. І. Ткаченка, Є. Б. Смирнова. Харків : ХУПС, 2008. 545 с.
4. Элементы военной системологии применительно к решению проблем оперативного искусства и тактики общевойсковых объединений, соединений и частей: военно-теоретический труд / под ред. академика В.Д. Рябчука. Москва : Издание академий им. М. В. Фрунзе, 1995. 228 с.
5. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень : навч. посіб. / Герасимов Б. М.,

- Локазюк В. М., Оксіюк О. Г., Поморова О. В. Київ : Європ. ун-т, 2007. 335 с.
6. Воєнна безпека держави і шляхи її забезпечення / В. Ю. Богданович, І. Ю. Свіда, Є. Д. Скулиш; за заг. ред. Є. Д. Скулиша. Київ : Наук. вид. відділ НАСБ України, 2012. 464 с.
7. Загорка О. М., Марко І. Ю. Використання експертно аналітичних методів для прогнозування мети воєнного конфлікту. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. Київ : 2013. № 2 (17). С. 76–80.
8. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование: организация систем; пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. Москва : Радио и связь, 1991. 224 с.
9. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в эконометрическом моделировании. Москва : Финансы и статистика, 1989. 176 с.
10. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Экспертные оценки. Москва : Наука, 1973. 160 с.
11. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. Москва : Статистика, 1974. 160 с.
12. Загорка О. М., Кириченко І. О. Визначення форм і способів застосування військ (сил) у локальних війнах і збройних конфліктах: методологічний аспект. *Честь і закон*. 2005. № 4. С. 17–21.
13. Барабашук В. И., Креденцер Б. П., Мирошніченко В. И. Планирование эксперимента в технике / под ред. Б. П. Креденцера. Київ : Техника, 1984. 200 с.
14. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей / В. З. Бродский и др. Москва : Металлургия, 1982. 350 с.
15. Можаровський В. М., Загорка О. М. Основні положення методики визначення варіанта (способу) бойових дій та складу угруповання військ (сил) для відбиття агресії. *Наука і оборона*. 2011. № 1. С. 3–6.
16. Основи моделювання бойових дій військ: підручник / за заг. ред. О. Ю. Пермякова. Київ : НАОУ, 2005. 483 с.
17. Вентцель Е. С. Исследование операций. Москва : Советское радио, 1972. 552 с.
18. Городнов В. П. Методика прогноза эффективности группировок родов войск ПВО. Харьков : ХВУ, 1999. 32. с.
19. Онищенко С. І., Загорка О. М., Коваль В. В., Тюрін В. В. Прогнозування втрат військ і об'єктів від авіаційних ударів противника. *Системи озброєння і військова техніка*. 2011. №2 (26). С. 2–8.
20. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку) : монографія / В. П. Городнов, Г. А. Дробаха, М. О. Єрмошин та ін. Харків : ХВУ, 2004. 410 с.
21. Синтез адаптивних структур системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка її ефективності : монографія / А. Я. Торочин, І. О. Кириченко, М. О. Єрмошин,

Г. А. Дробаха, М. П. Долина. Харків : ХУПС, 2006. 349 с.  
22. Єрмошин М. О., Дробаха Г. А. Оцінка ефективності бойових дій зенітних ракетних військ : навч. посіб. Харків : ХВУ, 2004. 259 с.  
23. Розвідувально-ударні, розвідувально-вогневі комплекси (принципи побудови в умовах реалізації концепції мережецентричних війн, оцінка

ефективності бойового застосування) : монографія / В. М. Тарасов, Р. І. Тимошенко, О. М. Загорка; за заг. ред. В. М. Телелима. Київ : НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2015. 184 с.  
24. Денисов А. А., Колесников Д. Н. Теория больших систем управления : учебн. пособие для вузов. Ленинград : Энергоиздат, 1982. 288 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії 04.03.2020

### **Support for decision making in situational management of an operation (battle): methodological support**

#### **Annotation**

Situational control of the operation (battle) is used both in the course of preparation for combat operations and during their conduct. Principles of situational management are based on the use of intelligence of the commander, his experience, as well as the a priori assessment of the feasibility of the decision-making. For the implementation of situational management of the operation (battle), the military authorities (MA) must have appropriate information and analytical support, the basis of which are techniques to support decision-making that are made during the preparation and conduct of hostilities.

In accordance with the provisions of the concept of situational management, for each situation, a well-grounded decision on the management of troops (forces) should be defined, which includes the choice of the mode of action of their troops (forces), adequate actions of the enemy, the choice of the method of their interaction, as well as comprehensive support in the course performing combat missions.

To accomplish this task, it is envisaged to create an appropriate knowledge base on the principles and purposes of the use of troops (forces), the tactics of the parties, and the effectiveness of the use of troops (forces). The rational strategies of action of the enemy and their troops are sought by the MA from the many situations that are elaborated at the stage of preparation for hostilities. The whole list of variants of actions of the parties (situations) should be stored in the knowledge base for their further use during direct control of the operation (battle).

A set of techniques that are appropriate to support decision making during situational management of the operation (battle) are proposed. Their essence and procedure of use are considered.

Application for solving problems of decision support of methods of analysis of hierarchies, taxonomy, planning of experiment, modeling of fighting of groups of troops (forces), game theory, fuzzy sets is shown.

The main provisions of the techniques can be applied in the creation of information and analytical support for the processes of situational management of the operation (battle) in the course of its preparation and conduct.

**Keywords:** operation (battle), situational management, making decisions, methodology.