

УДК 519.87

А. А. Адаменко

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

МЕТОДИКА ПОБУДОВИ ІЄРАРХІЧНОЇ СИСТЕМИ КОГНІТИВНИХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ СИТУАЦІЯМИ У ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ

Викладено методика побудови ієрархічної системи когнітивних моделей в інтересах управління ситуаціями у воєнних конфліктах. Методика включає метод умовного розподілу воєнного конфлікту на рівні підлеглості та його представлення у вигляді комплексної ієрархії описів, а також метод опису "вертикальних" зв'язків різного характеру між суміжними рівнями ієрархії в умовах нестохастичної невизначеності.

Ключові слова: модель воєнного конфлікту, логічна схема, логіка антонімів

Вступ

Постановка проблеми. Розглянемо деякий воєнний конфлікт – об'єкт дослідження (далі – ОД). Будемо вважати, що проведено етап абстрагування ОД, що містив: постановку проблеми, в ході якої прийнято воєнний конфлікт розглядати як операцію; ідентифікацію учасників, що втягнуті в проблему; формулювання їх головної мети в операції та визначення їх можливої поведінки (співдія, протидія, нейтралітет).

Задача полягає в розробці моделі ОД з метою підтримки прийняття рішення щодо структури комплексного впливу дипломатичними, інформаційними, воєнними, економічними тощо мірами на учасників конфлікту з метою поетапного переведення ситуації із поточного стану в цільовий.

Тобто, мова йде про задачу управління ситуацією у воєнному конфлікті [1] й ця задача пов'язана зі структуризацією, аналізом та прийняттям рішення на управління в унікальній, слабо структурованій та багатofакторній ситуації, для якої характерні невизначеність, нелінійність, взаємозалежність, швидкоплинність та саморозвиток процесів, що протікають в конфлікті та, в основному, не піддаються кількісному аналізу.

В цих умовах застосування методів теорії дослідження операцій або імітаційного моделювання, що орієнтовані на використання кількісних об'єктивних оцінок, а також методів традиційної теорії прийняття рішень, що спираються на методи вибору оптимальної альтернативи з множини сформованих, є недостатнім.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Про недостатність традиційних методів прийняття рішень та необхідність перегляду доцільності використання існуючих методик оперативно-тактичних розрахунків та реалізованого в них "оптимізаційного" підходу до прийняття рішення у сучасному воєнному конфлікті неодноразово свідчили результати навчань військ (сил) та зосереджували увагу військовій фахівці [2, 3]. Авторами обґрунтовується доцільність розробки та

впровадження нових інформаційних технологій при розв'язанні задач управління в сучасних воєнних конфліктах, що повинні дозволити:

- досліджувати конфлікт в умовах невизначеності інформації про процеси, що впливають на його розвиток, а також дефіциту часу на прийняття рішення;

- враховувати суттєві різномірні фактори, що визначають хід та результат конфлікту;

- розробляти адаптивні моделі, що здатні здійснювати пошук способів досягнення мети воєнного конфлікту та їх корегування з урахуванням динаміки ситуації у конфлікті;

- отримувати наочні та інформативні оцінки результатів протидії.

Вирішення наведених завдань запропоновано в [1, 5] із використанням методології когнітивного моделювання. Автором запропоновано алгоритм прийняття рішення щодо комплексного впливу на противника, розкрито зміст та порядок реалізації його етапів із використанням ієрархічної системи когнітивних моделей, а також сформовано зміст методики когнітивного моделювання в задачах управління ситуаціями у воєнних конфліктах.

Мета статті. Стаття має на меті розкрити методика побудови ієрархічної системи когнітивних моделей в задачах управління ситуаціями у воєнних конфліктах.

Розділ основного матеріалу

Відповідно до [1] розробці моделі ОД передуює етап когнітивної структуризації знань про ОД, що передбачає його опис в двох аспектах: структурному та функціональному.

Для опису ОД в структурному аспекті пропонується застосувати метод стратифікації ОД.

Стратифікація передбачає умовний розподіл ОД на рівні підлеглості або страти та його представлення у вигляді комплексної ієрархії описів.

Можливість розгляду відношень підлеглості обґрунтовує принцип регулюючих параметрів по-

рядку, що розглядається в синергетиці. Зміст цього принципу полягає в тому, що в нестійких станах (а саме такий стан набувають системи в умовах воєнного конфлікту) поведінка складної системи якби спрощується, відбувається стиснення управляючих потоків інформації між рівнями. Це дозволяє скоротити об'єм відношень між рівнями, що аналізуються, без суттєвих втрат в цілісності представлення системи, що досліджується.

У воєнному конфлікті ситуацію у конкретний момент часу будуть визначати стани складних взаємодіючих систем: систем сторін – учасників конфлікту та систем, що виступають в якості зовнішнього середовища по відношенню до них.

При цьому, стан системи – сукупність значень, що описують параметри системи у конкретний момент часу.

Тому в якості страти O_1 найвищого першого рівня пропонується обрати систему базисних факторів ситуації - факторів, що визначають та обмежують явища та процеси, що спостерігаються у ОД та оточуючому його середовищі, та інтерпретовані суб'єктом управління як суттєві, ключові параметри систем, признаки цих явищ та процесів. Саме стан базисних факторів в той чи інший момент часу будуть визначати ситуацію на цей час.

Так, з точки зору системного аналізу, складні системи, що розглядаються в операції, в конкретний момент часу можуть задаватися наступними параметрами:

- складом, що визначає «хто» входить в систему (далі - елементи системи);
- цільовими функціями елементів системи – «хто що хоче»;
- якістю системи та / або її елементів – "хто на скільки корисний";
- умовами функціонування системи та/або її елементів – "хто як функціонує";
- інформованістю системи та/або її елементів – «хто що знає»;
- структурою системи - «хто з ким взаємодіє»;
- допустимими множинами стратегій системи та/або її елементів – «хто що може».

Після того, як множина базисних факторів сформована, серед них виділяються: цільові фактори сторін – фактори, стан яких потрібно змінити в потрібному напрямку в інтересах досягнення головної мети відповідної сторони (далі - цільовий стан ситуації); керовані фактори для кожної із сторін – фактори, на які відповідною стороною може бути здійснено вплив в інтересах зміни стану цільових факторів; а також інші фактори (некеровані, зовнішні, фактори-індикатори тощо). Стан цільових факторів на той чи інший момент часу будуть визначати цільову ситуацію на цей час. Саме в зміні цільової ситуації з поточного стану в цільовий заінтересовані учасники операції.

Далі проводиться параметризація отриманої системи базисних факторів, тобто обрання множини змінних (далі – факторних змінних) та шкал для оцінки їх значень, за допомогою яких будуть визначатися стани базисних факторів.

Система факторних змінних буде складати страту O_2 другого рівня. Їх значення на той чи інший момент часу будуть визначати стан того чи іншого фактору на цей момент часу.

Саме на стратах першого та другого рівня ієрархії будуть проводитись дослідження щодо пошуку стратегій переводу ситуації із поточного стану в цільовий.

При цьому, під стратегією, наприклад, сторони А слід розуміти основний замисел (план) дії сторони А на весь період проведення операції, що передбачає варіант зміни стану керованих факторів через зміну значень їх факторних змінних (далі – керованих факторних змінних), що повинно забезпечити переведення її цільових факторів з поточного стану в цільовий.

У межах стратегій виділяють тактики. Тактика сторони А – план дії сторони А на один елементарний крок (етап) операції, що передбачає варіант комплексного впливу на множину об'єктів противника та / або власних об'єктів з метою зміни значень множини керованих факторних змінних згідно варіанту, що передбачено обраною стратегією.

В залежності від рівня дослідження конфлікту (стратегічний, оперативний чи тактичний) можна виділити наступну ієрархію систем об'єктів сторін – страт об'єктів впливу відповідних рівнів:

- страта O_3 об'єктів впливу стратегічного рівня - система типів складних об'єктів;
- страта O_4 об'єктів впливу оперативного рівня – система складних (групових) об'єктів;
- страта O_5 об'єктів впливу тактичного рівня – система елементарних об'єктів.

При цьому, типи складних об'єктів формуються за функціональним призначенням, наприклад: засоби вогневого ураження противника, засоби прикриття своїх об'єктів та військ, аеродроми, об'єкти енергетики, підприємства по виробництву та ремонту ОВТ, транспортна мережа, телерадіоканали, етнічна група, політична еліта, військово керівництво тощо.

Той чи інший тип складних об'єктів (наприклад, тип складних об'єктів "аеродроми") являє собою складну систему, що складається з кінцевої множини складних об'єктів, якість яких у сукупності визначає її якість (наприклад, аеродром № 1, аеродром № 2 та аеродром № 3).

Під елементарним об'єктом розуміється самостійний елемент деякого складного об'єкту, що може розглядатися в якості об'єкту впливу (наприклад,

злітно-посадочна смуга, рульова доріжка, сховище паливно-мастильних матеріалів, керівництво польотами, обслуговуючий персонал аеродрому тощо для складного об'єкту "аеродром № 1"). Якість множини елементарних об'єктів деякого складного об'єкту в сукупності визначають якість цього складаного об'єкту.

Таким чином можна побудувати логічну схему залежності стану будь-якого керованого фактору - елементу \bar{M}_1^i , $i = \overline{1, k_1}$, страти O_1 вищого рівня ієрархії від стану елементів страт нижчих рівнів ієрархії у виді графа-дерева. Тобто, можна сформувати наступні множини пар, що дозволяють побудувати такі дерева:

$$\forall i = \overline{1, k_1}, \bar{M}_1^i \Leftarrow \left\{ \left(\bar{M}_{\ell}^{j(i)}, R_{\ell}^{j(i)} \right) \right\}_{j=\overline{1, k_{\ell}^{(i)}}},$$

де \Leftarrow - знак, що в нашому випадку буде вказувати на те, що стан аргументів правої частини визначають стан аргументу зліва;

$$\left\{ \left(\bar{M}_{\ell}^{j(i)}, R_{\ell}^{j(i)} \right) \right\}_{j=\overline{1, k_{\ell}^{(i)}}} - \text{множина пар, що містять елементи } \bar{M}_{\ell}^{j(i)} \text{ страти } O_{\ell} \text{ суміжного нижчого рівня ієрархії, стани яких визначають стан елементу } \bar{M}_{\ell-1}^{i(g)}$$

страти $O_{\ell-1}$, та дуги $R_{\ell}^{j(i)}$, що задають характер та силу "вертикальних" взаємозв'язків - взаємозв'язків підлеглості між елементом $\bar{M}_{\ell-1}^{i(g)}$ та елементом $\bar{M}_{\ell}^{j(i)}$ у виді формули стану старшого елемента (буде розглянута нижче).

При цьому, якщо якість елементу $\bar{M}_{\ell}^i \in O_{\ell}$, $\ell = \overline{1..4}$, визначається якістю множини $M_{\ell+1}^{(i)} = \left\{ \bar{M}_{\ell+1}^{j(i)} \right\}$ елементів страти $O_{\ell+1}$ суміжного нижчого рівня, то елемент \bar{M}_{ℓ}^i будемо вважати "старшим" по відношенню до елементів $\bar{M}_{\ell+1}^{j(i)}$, а елементи $\bar{M}_{\ell+1}^{j(i)}$ - "молодшими" по відношенню до елемента \bar{M}_{ℓ}^i .

Об'єднавши множини $M_{\ell}^{(i)}$ елементів в рамках окремої страти O_{ℓ} , $\ell = \overline{3..5}$, з виключенням дублюючих елементів, можна отримати множини $M_{\ell} = \left\{ \bar{M}_{\ell}^{\bar{h}} \right\}$, $\bar{h} = \overline{1, k_{\ell}}$, що будуть визначати повний склад відповідних страт O_3 , O_4 та O_5 , тобто:

$$M_{\ell} = \bigcup_{i=1}^{k_{(\ell-1)}} M_{\ell}^{(i)}; k_{\ell} \leq \sum_{i=1}^{k_{(\ell-1)}} k_{\ell}^{(i)}.$$

Слід зауважити, що природа воєнного конфлік-

ту така, що якість тієї чи іншої системи може визначатися якістю як "співдіючих" (позитивний зв'язок) так і "протидіючих" (негативний зв'язок) елементів. При цьому, прийняття рішення щодо якості того чи іншого елемента проводиться, в основному, в умовах нестохастичної невизначеності.

На рис. 1 наведено приклад дерева залежності стану фактору "Здатність ст. А захищати власні об'єкти" від стану елементів страт нижніх трьох рівнів, а в таблиці зведені дані, що характеризують параметри цих залежностей.

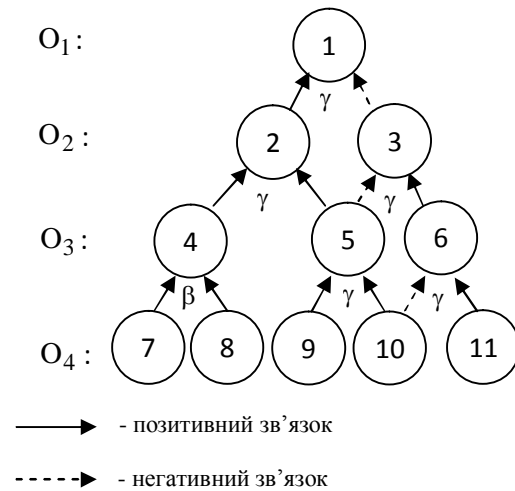


Рис. 1. Приклад дерева залежностей між елементами страт різних рівнів ієрархії

В умовах нестохастичної невизначеності взаємозв'язок між елементами цього дерева може бути описано математично за допомогою логіки антонімів [6].

Будемо вважати, що стан елемента А будь-якої страти оцінюється мірою його якості у визначений момент часу та задається антонімічною парою А - якісний та αA - неякісний (для зручності умовні позначення елемента страти і одного з елементів антонімічної пари співпадають).

Елементи антонімічної пари зв'язані між собою виразом:

$$H[\alpha A] = -\log_2(1 - 2^{-H[A]}),$$

де $H[A]$ - кількісна оцінка міри наявності у об'єкта аналізу властивості А (на скільки він якісний);

$H[\alpha A]$ - кількісна оцінка міри наявності у об'єкта аналізу властивості αA (на скільки він неякісний).

При цьому, стан елемента системи відповідає його максимальній якості (абсолютна якість) при $H[A] = \infty$ та $H[\alpha A] = 0$.

І навпаки, стан елемента відповідає його мінімальній якості (абсолютна неякість) при $H[A] = 0$ та $H[\alpha A] = \infty$.

Приклад параметрів дерева залежностей між елементами різних рівнів ієрархії

№ елемента	Найменування елемента	№ старшого елемента	Коефіцієнт для старшого елемента	Вид / знак зв'язку	Формула стану
1	2	3	4	5	6
1	\tilde{M}_{11} = Здатність ст. А захищати власні об'єкти	×	×	×	$H[\alpha A_3 \gamma A_2]$
2	$\tilde{M}_2^{1(1)}$ = Якість системи ППО ст. А	1	0,5	$\gamma / +$	$H[A_4 \gamma A_5]$
3	$\tilde{M}_2^{2(1)}$ = Якість системи вогневого ураження ст. В	1	0,5	$\gamma / -$	$H[\alpha A_5 \gamma A_6]$
4	$\tilde{M}_3^{1(2)}$ = Авіаційне угруповання ППО ст. А	2	0,5	$\gamma / +$	$H[A_7 \beta A_8]$
5	$\tilde{M}_3^{2(2,3)}$ = Угруповання ЗРВ ст. А	2	0,5	$\gamma / +$	$H[A_9 \gamma A_{10}]$
		3	0,5	$\gamma / -$	
6	$\tilde{M}_3^{3(3)}$ = Авіаційне угруповання ст. В	3	0,5	$\gamma / +$	$H[\alpha A_{10} \gamma A_{11}]$
7	$\tilde{M}_4^{1(4)}$ = Аеродром ст. А № 1	4	0,5	$\beta / +$	$H[A_7]$
8	$\tilde{M}_4^{2(4)}$ = Аеродром ст. А № 2	4	0,5	$\beta / +$	$H[A_8]$
9	$\tilde{M}_4^{3(5)}$ = Підрозділ ЗРВ ст. А № 1	5	0,5	$\gamma / +$	$H[A_9]$
10	$\tilde{M}_4^{4(5,6)}$ = Підрозділ ЗРВ ст. А № 2	5	0,5	$\gamma / +$	$H[A_{10}]$
		6	0,5	$\gamma / -$	
11	$\tilde{M}_4^{5(6)}$ = Аеродром ст. В № 1	6	0,5	$\gamma / +$	$H[A_{11}]$

Для характеристики "вертикальних" взаємозв'язків між елементами будемо використовувати оператори логіки антонімів, що задають два види зв'язків: γ -зв'язок (сильний зв'язок), що відповідає операції кон'юнкції, та β -зв'язок (слабкий зв'язок), що відповідає операції диз'юнкції. Так, якщо елемент S страти рівня ℓ є старшим по відношенню до елементів A_i , $i=1, k_s$, страти суміжного нижчого рівня $\ell+1$, то міра наближення елемента S до стану абсолютної якості з урахуванням характеру взаємозв'язків між елементами A_i буде розраховуватися за формулами:

$$H[S = A_1 \gamma \dots \gamma A_n] = -\log_2 \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - 2^{-\mu_i \cdot H[A_i]}) \right];$$

$$H[S = A_1 \beta \dots \beta A_{k_s}] = \sum_{i=1}^{k_s} \mu_i H[A_i];$$

де $H[A_i]$ - оцінка міри наближення стану елемента A_i до стану абсолютної якості;

$H[\alpha A_i]$ - оцінка міри наближення стану елемента A_i до стану абсолютної неякості;

μ_i - коефіцієнт, що характеризує силу впливу якості елемента A_i на якість старшого елемента

такий, що $\sum_{i=1}^{k_s} \mu_i = 1$ (див. стовпчик 4 таблиці).

Таким чином, оператори γ та β характеризують вид зв'язку, а величина $\mu_i \cdot H[A_i]$ - силу впливу елемента A_i на старший елемент S в конкретний момент часу. Для врахування знаку зв'язку між елементом A_i та його старшим елементом S в якості аргументів функцій, за якими розраховуються оцінки міри наближення старших елементів до стану їх абсолютної якості (далі - формула стану старшого елемента) виступають значення оцінок міри наближення їх молодших елементів до стану або абсолютної якості (значення $H[A_i]$) у разі позитивного зв'язку між A_i та S або абсолютної неякості (значення $H[\alpha A_i]$) у разі негативного зв'язку між A_i та S (див. стовпчик 6 таблиці).

Побудова логічних схем залежності станів керованих факторів від станів елементів страт нижчих рівнів ієрархії та отримання формул $R_\ell^{j(i)}$ станів елементів страт усіх рівнів відображає опис ОД у функціональному аспекті "по вертикалі".

Для опису ОД у функціональному аспекті "по горизонталі" в рамках окремої страти O_ℓ встановлюються взаємозв'язки між її елементами $\tilde{M}_{\ell h}$, $h = 1, k_\ell$.

Для елементів страт перших двох рівнів це будуть, як правило, причино-наслідні взаємозв'язки, а для елементів решти страт це можуть бути також й інформаційні, й матеріальні й інші види взаємозв'язків.

За результатами встановлення "горизонтальних" взаємозв'язків між елементами окремих страт будується когнітивна карта відповідної страти O_ℓ , $\forall \ell = \overline{1..5}$, що представляє собою орієнтований зв'язаний граф $G_\ell = (M_\ell, D_\ell)$, де:

$M_\ell = \{M_\ell^{\tilde{h}}\}$, $\tilde{h} = \overline{1, k_\ell}$, – множина вершин, в якості яких розглядаються елементи $M_\ell^{\tilde{h}}$ відповідної страти O_ℓ ;

$D_\ell \subseteq M_\ell \times M_\ell$ – множина дуг, що відображає взаємозв'язки між елементами страти O_ℓ .

Для опису "горизонтальних" взаємозв'язків між елементами окремих страт також можна використати поняття формули стану старшого елемента із використанням логіки антонімів, порядок отримання яких планується розглянути в наступних працях.

У підсумку отримуємо модель воєнного конфлікту у виді ієрархічної системи когнітивних моделей (див. рис. 2). Вищий рівень цієї системи буде складати когнітивна модель системи базисних факторів ситуації, а найнижчий рівень – когнітивна модель системи елементарних об'єктів. Між собою моделі суміжних рівнів ієрархії "зв'язуються" через множину "вертикальних" зв'язків у виді формул $R_\ell^{j(i)}$ станів старших елементів, що дозволить оцінювання станів елементів страт вищих рівнів при зміні станів елементів страт нижчих рівнів ієрархії.

ВИСНОВКИ

Вперше викладено методіку побудови ієрархічної системи когнітивних моделей в інтересах управління ситуаціями у воєнних конфліктах, що дозволяє оцінювати стан ситуації у воєнному конфлікті за станами елементів страт різних рівнів ієрархії в умовах нестохастичної невизначеності з урахуванням специфіки взаємозв'язків між стратами та їх елементами.

Список літератури

1. Адаменко А.А. Зміст методіки когнітивного моделювання в задачах управління ситуаціями в воєнних конфліктах / А.А. Адаменко // Системи озброєння і військова техніка. – 2011. - № 1 (25). – С. 190 – 195.
2. Радецький В.Г. Основи стратегії національної безпеки та оборони держави : підручник / [В.Г. Радецький, О.П. Дузь-Квятченко, В.М. Воробійов, В.П. та ін.]. – К. : НУОУ, 2009. – 596 с.
3. Пермяков О.Ю. Інформаційні технології і сучасна збройна боротьба / О.Ю. Пермяков, Світнев А.І. – Луганськ : Знання, 2008. – 204 с.
4. Адаменко А.А. Модель прийняття рішення щодо структури комплексного впливу на критичні об'єкти противника / А.А. Адаменко // Труды університету: зб. наук. пр. – К. : Національний університет оборони України. – 2010. – № 4 (97). – С. 146 – 154.
5. Голота Я.Я. О формализации логики неполных знаний (логики антонимов) / Я.Я. Голота // Логика и развитие научного знания : межвуз. сб. ; [под. ред. И. Н. Бродского, Я. А. Слинни]. – СПб. : Из-во С.-Петербургского ун-та, 1992. - С. 92 – 112.

Надійшла до редколегії 22.06.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Більчук, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ СИТУАЦИЯМИ В ВОЕННЫХ КОНФЛИКТАХ

А.А. Адаменко

Изложена методика построения иерархической системы когнитивных моделей в интересах управления ситуациями в военных конфликтах. Методика включает метод условного распределения военного конфликта на уровни подчиненности и его представления в виде комплексной иерархии описаний, а также метод описания "вертикальных" связей разного характера между смежными уровнями иерархии в условиях нестохастической неопределенности.

Ключевые слова: модель военного конфликта, логическая схема, логика антонимов

METHOD OF CONSTRUCTION OF HIERARCHICAL SYSTEM OF COGNITIVE MODELS IN TASKS OF MANAGEMENT SITUATIONS IN MILITARY CONFLICTS

A.A. Adamenko

The method of construction of the hierarchical system of cognitive models is expounded in behalf of management situations in military conflicts. A method includes the method of the conditional distributing of military conflict on the levels of subordination and his presentation as a complex hierarchy of descriptions, and also method of description of "vertical" connections of different character between the contiguous levels of hierarchy in the conditions of unstoхastic vagueness.

Keywords: model of military conflict, logical chart, logic of antonyms.