

УДК 519.87

Анатолій Анатолійович Адаменко

МЕТОД ПОБУДОВИ КОГНІТИВНОЇ МОДЕЛІ КОНФЛІКТУ

Постановка проблеми у загальному вигляді. На сучасному етапі розвитку світової воєнної науки в практику ведення бойових дій активно впроваджується концепція мережецентричних війн, згідно з якою найбільш обґрунтованими є рішення щодо планування та проведення військових операцій на основі системного розгляду політичної, економічної, соціальної, інфраструктурної та інформаційної систем сторін — учасників конфлікту. У кожній із перелічених систем можуть бути ключові (критичні) об'єкти, комплексний вплив на які дипломатичними, інформаційними, військовими чи економічними заходами може привести до досягнення мети військової операції.

Планування операцій полягає у побудові структури (топології) саме комплексного впливу на систему критичних об'єктів противника, що являє собою систему взаємопов'язаних дій у суміжних галузях людської діяльності: у фізичній, інформаційній, когнітивній та соціальній, пошуку відповідних засобів впливу і налагодження синергетичного ефекту від їх комплексної дії.

Разом з тим наявні такі протиріччя:

- між зростанням складності, розмірності, динамічності завдань управління комплексним впливом на противника у військових операціях з одного боку та зростанням вимог до оперативності, раціональності, обґрунтованості, результативності їх рішень з іншого;
- між характером майбутніх бойових дій з дуже вагомою роллю інформаційного фактора з одного боку і фактичною неготовністю збройних сил держав, що розвиваються, до їх ведення, з іншого.

Розв'язання вищенаведених протиріч складає наукову та практичну проблему для збройних сил держав, що розвиваються.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У Збройних Силах України вогневе ураження противника планують штаби різних рівнів в основному на базі евристичних методів або за результатами розв'язання ряду оптимізаційних задач відповідно до існуючих з радянських часів методик оперативно-тактичних розрахунків (наприклад, викладених в [1]).

Слабоструктурованість, багатфакторність та унікальність задачі планування комплексного впливу на множини об'єктів противника в окремій операції значно ускладнює отримання науково обґрунтованих рішень в умовах обмеженого часового ресурсу з використанням тільки евристичних методів.

Про необхідність перегляду доцільності використання існуючих методик оперативно-тактичних розрахунків та реалізованого в них “оптимізаційного” підходу до прийняття рішень у сучасному воєнному конфлікті неодноразово свідчили результати навчань військ (сил) та наголошували військові фахівці [2–5]. Автори обґрунтовують доцільність розроблення та впровадження нових інформаційних технологій у практику планування комплексного впливу на противника у військових операціях, 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 різні фактори, що визначають хід та результат конфлікту;
- розробляти адаптивні моделі, що здатні в короткі терміни корегувати стратегію сторони в конфлікті з урахуванням умов ведення конфлікту, що змінюються;
- формулювати цілі операції та досліджувати їх структуру;
- шукати способи (стратегії і тактики) досягнення мети операції;
- отримувати наочні та інформативні оцінки результатів конфлікту.

Вирішення наведених завдань за допомогою використання методів когнітивного моделювання запропоновано в [6], але на цей час без уваги залишилися методологічні основи побудови цих моделей та проведення досліджень з їх використанням.

Мета статті — обґрунтувати метод побудови когнітивної моделі конфлікту з використанням сучасних інформаційних технологій.

Основний матеріал. Розглянемо збройний конфлікт (військову операцію, бойові дії) як операцію, в якій сторона, що оперує (сторона А), протидіє супротивній стороні (стороні В). Кожна зі сторін намагається із затратою визначеного для проведення операції ресурсу

досягти в операції своєї кінцевої мети, комплексно впливаючи на противника.

Задача прийняття рішення щодо комплексного впливу на противника є слабо структурованою та багатofакторною і її пропонується розв'язати із використанням методів когнітивного моделювання.

Задача підтримки прийняття рішення в когнітивному моделюванні розглядається як задача розроблення стратегії (задуму) із переведення ситуації з поточного стану в цільовий в умовах невизначеності з використанням когнітивної моделі ситуації.

Когнітивна модель ситуації є суб'єктивною моделлю, до складу якої входять суб'єктивні оцінки значень факторів ситуації та модель її функціональної структури, за допомогою якої суб'єкт управління (ОПР, дослідник) описує відомі йому закони та закономірності ситуації, що спостерігаються.

Когнітивну модель ситуації будують шляхом когнітивної структуризації інформації про проблемну сферу.

На першому етапі когнітивної структуризації інформації про проблемну сферу через експертне опитування виявляють значимі (далі — базисні) фактори ситуації та взаємозв'язків між ними, що в сукупності описують механізм та умови розвитку конфлікту.

Результатом проведення цього етапу має бути когнітивна карта ситуації, що являє собою орієнтований зважений граф $G = (X, D)$, де $X = \{X_i\}$, $i = 1, n$, — множина вершин (базисних факторів), X_i — найменування i -го базисного фактора, $D \subseteq X \times X$ — множина дуг, що відображають причинно-наслідкові відношення між факторами.

За результатами статичного аналізу когнітивної карти проблемної сфери суб'єкт управління отримує рекомендації щодо характеру змін базисних факторів, які для нього є бажаними в інтересах досягнення кінцевої мети операції. Фактори, які для суб'єкта управління є найцікавішими з точки зору досягнення кінцевої мети операції, назвемо цільовими факторами ("вихідними" факторами моделі).

Серед множини базисних факторів також виокремимо сукупність керованих факторів ("вхідні" фактори моделі), через які подаються керуючі впливи в модель.

Задача прийняття рішення (на прикладі сторони А) з управління процесами в ситуації полягає в розробленні пропозицій щодо раціональної стратегії впливу на множину $X_A = \{X_{Ai}\}$, $i = 1, n_A$ керованих факторів з метою забезпечення бажаної зміни множини $X_A = \{X_{Ai}\}$, $i = 1, n_A$ цільових факторів.

Другим етапом є побудова когнітивної моделі, що буде відображати не лише наявність впливів факторів один на одного, а й детальний характер цих впливів, динаміку зміни впливів залежно від зміни ситуації, а також часові зміни самих факторів.

Для цього операцію умовно дискретизуємо, наприклад, за етапами, кожний з яких може тривати у деякий момент часу t , $t = 0, 1, \dots, t_k$.

У зв'язку з цим визначимо:

$\{x'_j\}$, $j = \overline{1, m_j}$, — множина можливих значень фактора X_j , $i = 1, n$;

$x_i(t)$ — значення фактора X_i в момент часу t ;

$X'_i = (x_i(0), x_i(1), \dots, x_i(t))$ — вектор динаміки фактора X_i до моменту часу t ;

$X(t) = (X'_1, X'_2, \dots, X'_n)$ — вектор значень факторів у момент часу t ;

$X' = (X(0), X(1), \dots, X(t))$ — "траєкторія" зміни факторів, тобто матриця динаміки усіх факторів до моменту часу t .

Крім того, щоб виразити напрямок і темпи зміни значення показника, що характеризує об'єкт, явище або процес, асоційований з кожним базисним фактором X_i , після моменту часу t вводиться поняття "Поточна тенденція", що умовно подамо як $\Theta(X_i, t)$ або $\Theta_i(t)$.

З поняттям "Поточна тенденція" будемо пов'язувати дві змінні: "Значення фактора X_i , що очікується" та "Запізнення прийняття фактором X_i свого можливого значення", що відповідно будуть оцінювати, яке саме значення фактора і коли очікується після моменту часу t .

Змінна "Значення фактора X_i , що очікується" буде задавати оцінку можливого наступного значення фактора X_i після моменту часу t , що в умовах нестохастичної невизначеності, в яких проводиться операція, можливо за допомогою її опису нечіткою множиною $\tilde{x}_i(t)$ виду:

$$\tilde{x}_i(t) = \left\{ \left(x'_j / \mu_{\tilde{x}_i(t)}(x'_j) \right) \right\}, j = \overline{1, m_j}, \quad (1)$$

де x'_j — можливі значення фактора X_i ,

$\mu_{\tilde{x}_i(t)}(x'_j)$ — чисельна міра впевненості у тому,

що після моменту часу t фактор X_i набуде значення x'_j .

Змінна "Запізнення прийняття фактором X_i свого можливого значення" буде задавати оцінку $Q'_i(t)$ терміну (швидкості) прийняття фактором X_i свого можливого значення x'_j після моменту часу t , що в умовах нестохастичної невизначеності можливо за допомогою використання лінгвістичної змінної (лінгвістичної шкали) наприклад: "Малий час", "Середній час", "Великий час".

З вищенаведеного маємо, що поточна тенденція фактора X_i після моменту часу t буде мати такий вигляд:

$$\Theta_i(t) = (\tilde{x}_i(t), Q'_i(t)), \quad (2)$$

де $\tilde{x}_i(t)$ — нечітка множина виду (1), що визначає оцінку значення фактора X_i , що очікується після моменту часу t ;

$Q_i^j(t)$ — лінгвістична оцінка терміну прийняття фактором X_i свого значення, що очікується після моменту часу t .

Таким чином, певну ситуацію $Y(t)$ в операції станом на деякий момент часу t можна описати або множиною поточних значень усіх базисних факторів, або ще додатково й їх поточними тенденціями, тобто

$$Y(t) = X(t) \quad (3)$$

або

$$Y(t) = (x_i(t), \Theta_i(t)), i = \overline{1, n}, \quad (4)$$

де $x_i(t)$ — значення фактора X_i в момент часу t ; $\Theta_i(t)$ — поточна тенденція фактора X_i після моменту часу t виду (2).

За аналогією з (3—4) визначимо поняття цільової ситуації на деякий момент часу t для сторони A , що буде відображати стан її цільових факторів на момент проведення операції:

$$\dot{Y}_A(t) = \dot{X}_A(t) \quad (5)$$

або

$$\dot{Y}_A(t) = \{(\dot{x}_{Ai}(t), \Theta_i(t))\}, i = \overline{1, n_A}. \quad (6)$$

У зв'язку з динамічністю операції, враховуючи (5—6), мету операції сторони A можна подати як сукупність бажаних значень (а за необхідністю — й бажаних тенденцій) їх цільових факторів на кожний етап (момент часу t) операції (далі — сукупність цільових станів ситуації на момент часу t для сторони A), тобто

$$Y_A^T = \{\dot{X}_A^T(t)\}, t = 0, 1, \dots, t_k \quad (7)$$

або

$$Y_A^T = \{(\dot{x}_{Ai}(t), \Theta_i(t))^T\}, i = \overline{1, n_A}, \quad (8)$$

$$t = 0, 1, \dots, t_k.$$

У той же час, операція розвивається у часі, й аналізуючи результати попередніх етапів операції та прогнозуючи можливі дії противника на наступних етапах, а також їх можливі наслідки кожна зі сторін може адаптувати до обстановки свою мету на наступний етап.

Щоб забезпечити можливість адаптивного корегування мети кожною зі сторін в операції, мету операції сторони A визначимо як сукупність цілей, поставлених нею після кожного проведеного етапу операції на кожний наступний етап операції. Винятком є лише нульовий етап операції, на якому кожною зі сторін жодного етапу ще не проведено, а цілі можна ставити на будь-який етап операції.

Таким чином, мета операції для сторони A у формалізованому вигляді може бути задана трикутною матрицею її цільових станів ситуації з урахуванням результатів проведених етапів, а саме:

$$Y_A^T = \|Y_A^T(t_1, t_2)\|_{t_1, t_2}, t_1 = 0, 1, \dots, t_k - 1,$$

$$t_2 = 1, \dots, t_k,$$

де $Y_A^T(t_1, t_2)$ — цільовий стан ситуації для сторони A , що має вигляд (7) або (8) та заданий нею на етап операції t_2 після проведення етапу t_1 , причому $t_1 = 0, 1, \dots, t_k - 1, t_2 = 1, \dots, t_k, t_1 < t_2$; а $Y_A^T(t_1, t_2) = 0$, якщо $t_1 \geq t_2$.

Слід зауважити, що матриця Y_A^T повністю може бути сформована лише після закінчення етапу $(t_k - 1)$, до цього етапу матрицю доповнюють із кожним етапом рядком, номер якого відповідає етапу, який проведено (окрім нульового етапу, на що було звернено увагу вище).

Оскільки кожен із базисних факторів $X_i, i = 1, n$, може набутися кінцеву кількість m_i своїх можливих значень з дискретної множини $\{x_i^j\}, j = 1, m_i$, то можна задати кінцеву множину правил R_i , що з мірою впевненості μ будуть задавати порядок набуття фактором X_i із мірою запізнення Δ своїх можливих значень на момент часу $(t + 1)$ залежно від ситуації $\bar{Y}(t + 1)$, що складається на час $(t + 1)$, та попередніх станів ситуації $Y^{(t+1)}$, тобто:

$$R_i = \{R_i^j : \langle \bar{Y}(t + 1), Y(t_p) \rangle \xrightarrow{\mu, \Delta} x_i^j\}, \quad (9)$$

де ситуації можуть бути задані у вигляді (3) або (4).

Слід зауважити, що стрілка в умовному позначенні ситуації $\bar{Y}(t + 1)$, що складається на час $(t + 1)$, означає, що ситуація саме складається, а не визначена до кінця. Це обумовлене тим, що базисні фактори набувають значення по черзі, починаючи з тих керованих факторів, на які був вчинений вплив, а далі "імпульс" розповсюджується на решту факторів згідно з когнітивною картою ситуації та наведеними вище правилами, порядок задання яких може бути довільним, наприклад, у вигляді нечітких предикатів.

Висновки. Таким чином, запропонований метод дозволяє побудувати когнітивну модель конфлікту, що надає теоретичну можливість для подальшого розв'язання таких задач:

1. Прогноз розвитку ситуації без впливу на процеси в ситуації (ситуація розвивається сама по собі).

2. Прогноз розвитку ситуації з вибраним комплексом впливів на ситуацію.

2.1. Прогноз розвитку ситуації з вибраним комплексом впливів на ситуацію з боку одного з учасників конфлікту.

2.1.1. Вплив на ситуацію здійснює сторона B — агресор; сторона A , що захищається, вживає заходів щодо запобігання, перешкоджання або зменшення дії впливу противника, але без безпосередньої взаємодії з противником (далі — внутрішньосистемні заходи).

2.1.2. Превентивний вплив на ситуацію чинить сторона A , що захищається, сторона B — агресор вживає внутрішньосистемні заходи.

2.2. Прогноз розвитку ситуації з вибраним комплексом впливів на ситуацію з боку усіх учасників конфлікту.

2.2.1. Першою впливає на ситуацію сторона *B* — агресор; сторона *A*, що захищається, вживає заходів щодо запобігання, перешкоджання або зменшення дії впливу противника, у тому числі шляхом безпосередньої взаємодії з противником (далі — внутрішньосистемні та позасистемні заходи).

2.2.2. Превентивно впливає на ситуацію сторона *A*, що захищається, сторона *B* — агресор вживає внутрішньосистемних та позасистемних заходів.

3. Синтез комплексу впливів (заходів) на об'єкти сторін під час внутрішньосистемних та / або позасистемних заходів в інтересах досягнення кінцевої мети операції.

4. Оцінювання невідомих значень факторів ситуації за відомими станами об'єктів сторін.

5. Оцінювання невідомого стану об'єктів сторін за відомими значеннями факторів ситуації, які сторони приймають у ході операції.

Формальне поставлення вищевказаних завдань та розроблення методів їх розв'язання з використанням запропонованого методу побудови когнітивної моделі конфлікту може бути предметом для подальших досліджень.

Література

1. Методика оперативного-тактичних (тактических) расчетов при планировании огневого поражения противника ракетными войсками и артиллерией в операции (бою) : Кн. 1. Содержание оперативного-тактических расчетов. — М. : Воен. изд-во, 1990. — 80 с. 2. Радецкий В. Г. Основы стратегии национальной безопасности та оборони держави : підручник / В. Г. Радецький, О. П. Дузь-Крытченко, В. М. Воробйов та ін. — К. : НУОУ, 2009. — 596 с. 3. Демидов Б. А. Системно-концептуальные основы деятельности в военно-технической области : Кн. 1. Концептуальные основы и элементы национальной безопасности / Б. А. Демидов, А. Ф. Величко, И. В. Волощук. — К., 2004. — 736 с. 4. Воробьев И. Н. Эволюция принципов военного искусства / И. Н. Воробьев, В. А. Киселев // Воен. мысль. — 2008. — № 8. — С. 2—8. 5. Пермяков О. Ю. Інформаційні технології і сучасна зброя боротьба / О. Ю. Пермяков, А. І. Сбитнев. — Луганськ : Знання, 2008. — 204 с. 6. Адаменко А. А. Модель прийняття рішення щодо структури комплексного впливу на критичні об'єкти противника / А. А. Адаменко // Труды ун-ту оборони : Зб. наук. пр. — К. : Нац. ун-т оборони України. — 2010. — № 4 (97). — С. 146—154.

В статье обосновывается метод построения когнитивной модели конфликта, позволяющий поддерживать интеллектуальный процесс принятия решения относительно комплексного влияния на противника, осуществлять прогнозы развития ситуации в ходе операции в фазовом пространстве ее переменных (факторов) в условиях неопределенности.

Ключевые слова: военный конфликт, комплексное воздействие, модель конфликта, когнитивная модель, нечеткое множество.

The method of construction of cognitive model of conflict is offered, which allows to support the intellectual process of decision-making in relation to complex influence on an opponent, to carry out the prognoses of development of situation during an operation in phase space of its variables (factors) under uncertainty.

Key words: military conflict, complex influence, model of conflict, cognitive model, fuzzy set.