

УДК 658.012

В.М. Шемаєв

Національна академія оборони України, Київ

МОДЕЛЮВАННЯ СЦЕНАРІЇВ УПРАВЛІННЯ СИТУАЦІЯМИ У СФЕРІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВОЄННОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

Запропонована розробка теоретичних основ прогнозування та формування сценаріїв управління розвитком воєнно-політичної обстановки з метою реалізації національних інтересів у воєнній сфері.

сценарій управління ситуаціями, воєнна безпека держави, воєнна сфера

Вступ

Воєнно-політична обстановка в світі характеризується динамічністю і нестабільністю. Сучасними позитивними її ознаками є зміцнення довіри та поширення міжнародного співробітництва, зниження імовірності розв'язання великомасштабної війни, насамперед ядерної. Поряд з цим, не виключається використання країнами збройних сил для реалізації власних національних інтересів. Така ситуація, а також ескалація нетрадиційних загроз воєнній безпеці державі може привести до зміни геополітичної обстановки в окремих регіонах та у світі в цілому [1].

При формуванні національної політики в області безпеки та оборони це зумовлює необхідність прогнозування та комплексного аналізу можливих наслідків взаємовідносин країн у військово-політичній, військово-технічній та інших сферах, брати до уваги ступінь відповідності розвитку подій національним інтересам держави у воєнній сфері та забезпечувати керований розвиток ситуацій в цій сфері.

Тому виникла необхідність переходу від управління на підставі минулого досвіду, до управління, яке базується на прогнозуванні та виявленні зовнішніх тенденцій, ризиків, небезпек та можливостей, що здатні не тільки змінити ситуацію, яка нині склалася, але й здатне визначити нові напрямки розвитку у майбутньому. Врахування та використання за власними інтересами держави змін, які здійснюються у зовнішньому середовищі, надає змогу значно економити обмежені ресурси держави.

Таким чином, розробка теоретичних основ прогнозування та формування сценаріїв управління розвитком воєнно-політичної обстановки з метою реалізації національних інтересів у воєнній сфері є однією з невідкладних загальних проблем забезпечення воєнної безпеки держави.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання загальної проблеми свідчить, що значний внесок у її вирішення внесли вчені НІСД, ДФ НІСІ, НІМБ, ІПМБ, НАОУ, ЦНДІ-ЗСУ, ЦНДІОВТ ЗСУ, ННДЦ ОТ і ВБУ, ХУПС [2 – 8] та ін. Проведений аналіз дозволяє зробити висно-

вок про те, що основи методології оцінки та прогнозування розвитку у сфері воєнної безпеки достатньо розроблені.

Разом з тим, залишаються *невирішеними деякі частини загальної проблеми*, які пов'язані з моделюванням керованого розвитку ситуацій у сфері забезпечення воєнної безпеки держави.

Метою статті є визначення й обґрунтування підходів і методів, що дозволяють здійснювати оцінку, прогнозування і формування сценаріїв управління розвитком ситуацій у сфері забезпечення воєнної безпеки держави.

Основний матеріал

Труднощі розробки стратегічних рішень у системі воєнної безпеки обумовлені рядом особливостей, які характеризують цю сферу, саме:

взаємозв'язок процесів, які відбуваються та їх багатоаспектність (воєнних, політичних, економічних, соціальних процесів, тощо), внаслідок чого неможливо виділення і детальне дослідження окремих явищ – усі явища і процеси, які відбуваються, повинні розглядатися і досліджуватися в сукупності;

відсутність достатньої кількісної інформації про динаміку процесів, що змушує використовувати поряд з кількісною і якісною інформацією при формалізації таких процесів;

нестационарність процесів, коли характер змін тих або інших характеристик процесів найчастіше невідомий, що утрудняє створення їх кількісних моделей;

необхідність врахування інтересів і поведінки суб'єктів ситуацій, які досліджуються.

Внаслідок визначених особливостей система забезпечення воєнної безпеки держави відноситься до слабоструктурованих (слабоформалізованих). В таких системах частіше недостатньо використання лише традиційного підходу для аналізу процесів і розроблення комплексних (тобто тих, що враховують різні аспекти системи) рішень. Наприклад, найбільшого розповсюдження набули традиційні методи структурного ієрархічного аналізу Т. Сааті, які

засновані на теорії матриць парних порівнянь, але вони не дозволяють в повному обсязі описувати системну взаємодинаміку процесів предметної області, моделювати поведінку реальних суб'єктів [9].

Отже, сценарії управління ситуаціями в сфері воєнної безпеки кожного разу будуть унікальними, але поряд з цим, вони мають єдиний методологічний принцип формування, в якості якого виступає головний метод наукових досліджень – системний підхід, який визначає загальну орієнтацію досліджень, відповідно до якої об'єкт досліджень розглядається як ціле з урахуванням всього різноманіття його внутрішніх та зовнішніх зв'язків.

В роботі [10] визначено, що формальний апарат, який використовується в системному аналізі, є явно недостатнім для розроблення адекватних моделей структурно-складних, динамічних соціально-економічних систем. Тобто, з одного боку потрібна об'єктивна інформація про процеси в соціально-економічних сферах, з іншого боку – маємо незадовільні можливості прикладної математики щодо забезпечення такою інформацією. Другою причиною неефективності реалізації системного підходу є проблема цілісності, проблема адекватної фіксації в системному описі системи з середовищем, тобто проблема структурних уявлень про середовище.

Основні вимоги до науково-методичного апарату дослідження військової безпеки, полягають у наступному: він повинен надавати можливість виявляти, аналізувати й оцінювати можливі загрози у воєнній сфері, їх характер, рівні і джерела; аналізувати й оцінювати фактори і конфлікти, що дестабілізують військово-політичну обстановку та причини їхнього виникнення; одержувати попередні оцінки наслідків їхнього можливого негативного прояву; визначати стан і прогнозувати тенденції змін військово-політичної обстановки; досліджувати сценарії розвитку військово-політичної обстановки; обґрунтовувати пропозиції військово-політичному керівництву держави щодо встановлення необхідних режимів функціонування системи забезпечення військової безпеки тощо [7].

Останнім часом для аналізу та управління розвитком різних систем все більшого розповсюдження набуває метод системної динаміки (System Dynamics) або імітаційного динамічного моделювання (System Dynamics Simulation Modeling), основи якого розроблені Дж. Форрестером (США) у 50-х роках у роботах [11, 12].

Сутність методу полягає у тому, що певну систему можна представити у вигляді складної структури, елементи якої тісно пов'язані та позитивно або негативно впливають один на одного. Зв'язки між елементами можуть бути розімкнутими та замкнутими (контурними), коли первинна зміна у одному елементі, пройшовши через контур зворотного

зв'язку, знову впливає на той самий елемент. Складність структури та її внутрішня взаємодія обумовлюють характер реакції системи на вплив зовнішнього середовища і траєкторію її поведінки у майбутньому: вона може через деякий час відрізнятись від очікуваної (а інколи бути протилежною), тому що протягом часу поведінка системи може змінитися із внутрішніх причин.

При імітаційному динамічному моделюванні розробляється модель, яка відбиває внутрішню структуру модельованої системи, потім поведінка моделі досліджується на ЕОМ на будь-який термін часу наперед. Це надає змогу дослідити поведінку системи як у цілому, так і її окремих елементів.

В якості формального апарату зазначеного методу використовують математичний апарат когнітивного моделювання. Методологія когнітивного моделювання – це множина методів отримання, аналізу суб'єктивних уявлень експерта про процеси функціонування слабоструктурованих унікальних ситуацій і методів розробки стратегій щодо управління такими ситуаціями. Значний внесок у її розробку внесли вчені: Ф. Робертс [13], В. Сілов [14] тощо.

Для формалізації процесів управління ситуаціями в сфері воєнної безпеки також доцільно використовувати когнітивне моделювання, засноване на нечітких когнітивних картах, які дозволяють проводити як детальний аналіз ситуації, так і синтез стратегій управління їх розвитком. Саме когнітивні моделі надають змогу проаналізувати цілепокладання суб'єктів ситуації, виділити вузлові стратегії і керуючі структури, які можуть забезпечити досягнення цілей суб'єктів, а наступний їх кількісний аналіз і буде результатом рішень.

Завдання підтримки прийняття рішень у когнітивному моделюванні визначається як задача аналізу та розробки стратегії для переведення ситуації з поточного до цільового стану в умовах невизначеності. Розробка стратегії ґрунтується на нечіткій моделі ситуації, яка у слабоструктурованих сферах представляється як формальна модель, що включає експертні оцінки значень факторів ситуації і модель її функціональної структури, яка описує відомі суб'єктові закони і закономірності ситуації.

Методологія когнітивного моделювання включає наступні етапи (табл. 1) [11 – 14]. Ілюстрацію і верифікацію запропонованого метода розглянемо на учбовому прикладі формування сценарію стратегічного розвитку воєнно-технічної політики держави.

Для створення когнітивної моделі і визначення основних напрямків воєнно-технічної політики країни проводиться когнітивна структуризація знань, які відносяться до воєнно-технічної політиці на основі методів PEST та SWOT-аналізу. Базовими факторами когнітивної моделі розвитку державної воєнно-технічної політики є:

Основні етапи методології когнітивного моделювання

№ з/п	Зміст етапів когнітивного моделювання
1.	Формулювання й уточнення проблеми, на рішення якої спрямований процес когнітивного моделювання
2.	Когнітивна структуризація знань про ситуацію: – виявлення найбільш суттєвих факторів ситуації; – визначення цільових, управляючих та загальносистемних факторів
3.	Побудова моделі ситуації за допомогою експертної процедури: – оцінка і визначення залежностей між факторами; – побудова графової моделі
4.	Сценарне дослідження тенденцій розвитку ситуації: – виявлення тенденцій розвитку ситуації в умовах саморозвитку та розвитку, що управляється: – моделювання саморозвитку ситуації шляхом екстраполяції початкового стану ситуації (вирішення прямого завдання аналізу ситуації); – моделювання керованого розвитку ситуації, який визначається вектором цілей управління (вирішення зворотного завдання аналізу ситуації); – інтерпретація результатів сценарного дослідження
5.	Обґрунтування можливих сценаріїв розвитку та розробка рекомендацій

1. Спроможність оборонно-промислового комплексу щодо виробництва сучасного озброєння та військової техніки.

2. Державне фінансування науково-дослідних робіт.

3. Розмір воєнного бюджету країни.

4. Науковий потенціал оборонно-промислового комплексу.

5. Рівень розвитку базових технологій.

6. Виробничий потенціал оборонно-промислового комплексу.

7. Власний капітал підприємств оборонно-промислового комплексу.

8. Податкові пільги оборонним підприємствам.

9. Об'єм експорту озброєння.

10. Об'єм виробництва озброєння.

11. Боездатність Збройних Сил.

12. Державні закупки озброєння.

13. Оснащеність Збройних Сил сучасним озброєнням.

14. Витрати на утримання особового складу Збройних Сил.

15. Доля контрактників.

16. Рівень підготовки особового складу.

17. Мобільність сил та засобів.

18. Ефективність використання сучасного озброєння.

19. Рівень координації і оперативності воєнних дій.

20. Оснащеність особового складу сучасними засобами зв'язку та спостереження.

21. Використання космічного простору і сучасних засобів зв'язку, спостереження і попередження.

22. Широта спектру завдань, які вирішують Збройні Сили.

23. Оснащеність Збройних Сил зброєю нелетального впливу.

24. Спроможність Збройних Сил попереджувати воєнні конфлікти.

25. Ефективність роботи розвідки.

26. Оснащеність Збройних Сил високоточною зброєю.

27. Потенційні або фактичні втрати супротивником собового складу при веденні бойових дій.

28. Потенційні або фактичні втрати особового складу при веденні бойових дій.

29. Інтенсивність військово-технічного співробітництва з іноземними країнами.

30. Можливість використання Збройних Сил

31. Оснащеність Збройних Сил безпілотною технікою.

Формальна модель ситуації являє собою когнітивну карту $J_S = \langle F, W, M \rangle$, де $F = \{F_1, \dots, F_k\}$ – множина факторів ситуації, $W \subseteq F \times F$ – орієнтовані дуги, навантажені значеннями впливів $w_i \in W$, $w_i \in [-1, 1]$. В нечіткій когнітивній моделі значення факторів та зв'язків між ними описується за допомогою лінгвістичних змінних та нечітких відношень. Значення факторів в вершинах когнітивної моделі задаються як лінгвістичні змінні з вербальними значеннями, кожне з яких представляє собою нечітку множину з функцією приналежності, яка визначена на інтервалі $[-1, 1]$.

Фрагменти когнітивної моделі виробничо-технологічної сфери воєнно-технічної політики для учбового прикладу розвитку воєнно-технічної політики країни представлені на рис. 1.

Під сценарієм в когнітивному моделюванні розуміємо вектор управляючого впливу і тенденцій змін всіх факторів моделі, що характеризують поточний стан ситуації. При визначених початкових тенденціях сценарій характеризується вектором управляючого впливу, поряд з цим, для дослідника головним залишаються результати, що отримані при введенні в модель управляючого впливу.

Базовими складовими методу системної динаміки є вирішення прямого та зворотного завдання.

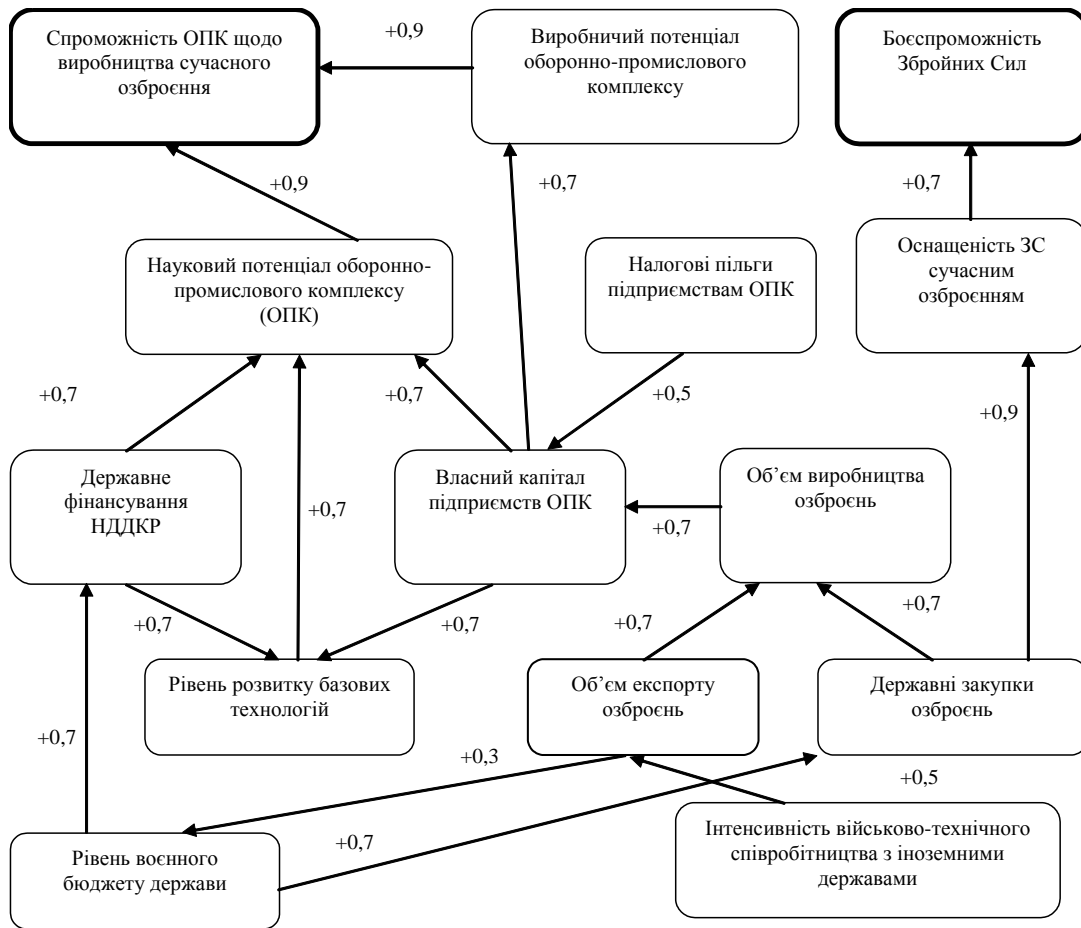


Рис. 1. Фрагмент когнітивної карти, яка характеризує виробничо-технологічну сферу воєнно-технічної політики держави

Розглянемо загальну постановку та вирішення прямого та зворотного завдань в процесі когнітивного моделювання

1. Постановка та вирішення завдання моделювання прогнозу розвитку ситуації (пряме завдання) (рис. 2).

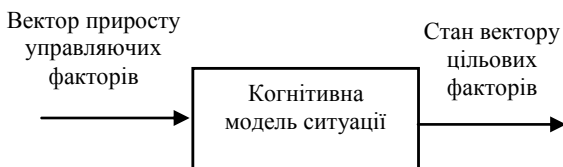


Рис. 2. Схема постановки прямого завдання моделювання прогнозу розвитку ситуації

Загальна постановка задачі одержання прогнозу розвитку ситуації є наступною: задана множина факторів ситуації $F = \{F_i\}$, $i = 1, \dots, n$; обрано шкали зміни факторів X_i ; визначений початковий стан ситуації $X(t) = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – вектор початкових значень факторів $f_i \in F$; визначені причинно-наслідкові зв'язки факторів у вигляді матриці суміжності орієнтованого графа $W = |w_{ij}|$; визначений початковий вектор зміни факторів ситуації $P(t) = (p_1, p_2, \dots, p_n)$... Необхідно знайти вектори приросту факторів $P(t)$, $P(t + 1)$, ..., $P(t + n)$ і стану ситуації $X(t)$, $X(t + 1)$, ...

$X(t + n)$ у послідовні дискретні моменти часу t , $t + 1, \dots, t + n$...

Зазначене завдання вирішується методом послідовних ітерацій. Стан ситуації в момент часу $t + 1$ визначається зі співвідношення:

$$X(t + 1) = X(t) + P(t + 1),$$

де $P(t + 1) = P(t) \circ W$ – вектор приросту значень факторів у момент часу $t + 1$. У якості правила композиції (\circ) для обчислення елементів вектора $P(t + 1)$ використовується множення й обрання максимуму (max-product-композиція).

Цільові фактори $G(t)$ – це така підмножина факторів, що відбиває чітке уявлення суб'єкта ситуації про бажане значення цих факторів. За допомогою вирішення прямого завдання можна визначити тенденції розвитку ситуації та прийняти рішення щодо необхідності управління її розвитком.

2. Постановка та вирішення завдання визначення стратегії управління розвитком ситуації (зворотне завдання) (рис. 3).

Вирішення зворотного завдання призначено для підтримки аналітичної діяльності експерта шляхом надання рекомендацій щодо вибору управляючих впливів при розробці стратегії досягнення мети $G = (g_1, g_2, \dots, g_m)$. Задача полягає в визначенні вектора управляючого впливу $U = (u_1, u_2, \dots, u_m)$.

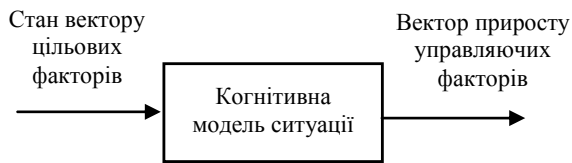


Рис. 3. Схема постановки зворотного завдання моделювання прогнозу розвитку ситуації

Для рішень зворотного завдання використовується транзитивне замикання $\bar{W} = /w_{ij}$ матриці суміжності з елементами:

$$\bar{w}_{ij} = \max_j \{w_{ij}, (w_{ij})^2, \dots, (w_{ij})^n\},$$

де елемент $(w_{ij})^\sigma$ матриці W^σ , $\sigma = 1, 2, \dots, n$ визначається зі співвідношення: $(w_{ij})^\sigma = \max_l (w_{il} * (w_{lj})^{\sigma-1})$.

У зворотному завданні визначається цільовий вектор необхідного збільшення значень ознак ситуації $G = (g_1, g_2, \dots, g_n)$. Необхідно знайти множину векторів вхідних впливів $\Omega = \{U\}$, таких, що для всіх $U \in \Omega$ виконується рівність $U \bar{W} = G$. Вирішення зворотного завдання здійснюється шляхом вирішення нечіткого матричного рівняння $U \circ \bar{W} = G$, відносно вектора U . У якості результату отримуємо множину рішень зворотного завдання $\Omega = \{U_1, U_2, \dots, U_k\}$, де U_1, \dots, U_k – вектори значень факторів ситуації.

Достовірність моделювання оцінюється за допомогою показника когнітивного консонансу, який характеризує співвідношення підсумкових величин позитивного та негативного впливу на фактори [14].

Таким чином, для кожного сценарію дослідник отримує три набори змінних: початкові тенденції, управляючий вплив та кінцеві тенденції. Аналіз цих наборів дає підстави дослідникові для вирішення слабоструктурованого завдання.

Моделювання воєнно-технічної політики держави для учбового прикладу здійснювалося за трьома сценаріями:

1. Саморозвиток ситуації.
2. Вирішення зворотного завдання за нефіксованими цілями.
3. Моделювання реальної можливості досягнення фіксованих цілей.

Сценарій 1. Саморозвиток ситуації.

Моделювання саморозвитку ситуації показало, що практично всі обрані фактори (1, 4, 6, 7, 11, 13, 18, 20, 22, 24) змінюються в небажаному напрямку (рис. 4).

Так, наприклад, спроможність оборонно-промислового комплексу до виробництва сучасного озброєння зменшується швидкими темпами, що пов'язано з зменшенням наукового і виробничого потенціалу оборонно-промислового комплексу, що в свою чергу викликано падінням обсягів виробництва озброєння та скороченням фінансування науково-дослідних робіт.

Боездатність збройних сил також знижується, що обумовлено зменшенням оснащення збройних сил сучасним озброєнням тощо.

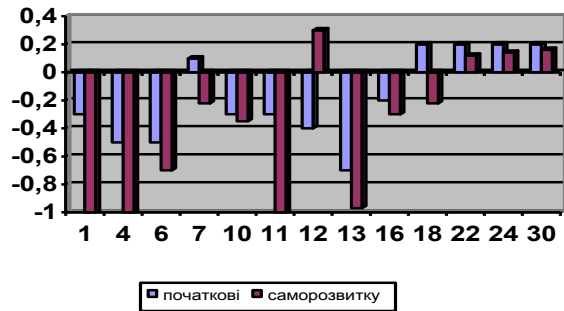


Рис. 4. Тенденції змін факторів при моделюванні саморозвитку ситуації

В цілому, можна зробити висновок про те, що тенденції розвитку ситуації в сфері воєнно-технічної політики край негативно впливають на стан оборонно-промислового комплексу і Збройних Сил держави та їх боездатності. Це приводить до необхідності здійснення ефективного управління ситуацією з метою змінити негативний вплив факторів на процес цілепокладання у сфері воєнно-технічної політики. З цією метою було досліджено сценарій управління ситуацією з нефіксованими цілями.

Сценарій 2. Вирішення зворотного завдання з визначенням нефіксованих цілей (без урахування ресурсних обмежень).

Визначимо вектор нефіксованих цілей, які характеризують боездатність Збройних Сил, а також їх спроможність запобігати, стримувати та відбивати воєнні конфлікти. Такий вибір обумовлено тим, що визначені фактори практично повною мірою відображають головні національні інтереси у воєнній сфері.

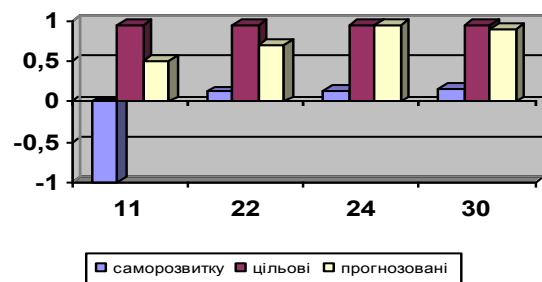


Рис. 5. Тенденції змін факторів при моделюванні зворотного завдання з визначенням нефіксованих цілей

Вектор цілей включає наступні фактори – 11, 22, 24, 30; а вектор управлінь – 17, 20, 21, 23, 25, 26, 31. Моделювання визначило, що потенційно трьома найбільш ефективними управляючими факторами є: 21, 23 та 25. Вплив на ці фактори потенційно приводить до зниження темпів падіння боездатності Збройних Сил, значно поширює спектр завдань, які вирішуються Збройними Силами, підвищує їх спро-

можність запобігати та стримувати воєнні конфлікти, а також збільшує можливість використання Збройних Сил (рис. 5).

На практиці швидко впливати на визначені управляючі фактори за короткий час неможливо, тому необхідно розглянути реальні можливості досягнення визначених цілей.

Сценарій 3. Моделювання реальної можливості досягнення цілей

При моделюванні реальної можливості досягнення визначених цілей враховуються реальні можливості управління та визначаються вплив управляючих факторів на вектор цілей. Моделювання показало (рис. 6), що для досягнення поставлених цілей існуючих можливостей недостатньо.

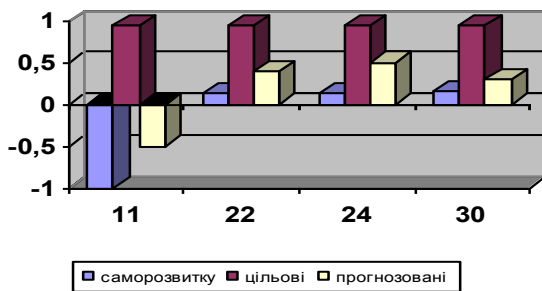


Рис. 6. Тенденції змін факторів при моделюванні реальних можливостей досягнення цілей

Так, незважаючи на зниження темпів падіння безздатності Збройних Сил в умовах світового воєнного розвитку, недостатньо існуючих можливостей для відбиття існуючих та потенційних загроз безпеці.

Для досягнення визначених цілей необхідно значно збільшити ресурси, що підлягають виділенню, обрати якісно інший вектор управління, наприклад приєднання до системи колективної безпеки.

Висновки

1. Значення воєнно-силових аспектів в міжнародних відносинах продовжує залишатися суттєвим. Провідні країни світу не виключають використання збройних сил для реалізації власних національних інтересів та намагаються збільшувати воєнну могутність та воєнний потенціал. Це приводить до появи нових загроз безпеці держав і нових можливостей реалізації їх інтересів. Реакцією на подібні тенденції в сфері безпеки і оборони є корегування воєнної політики держави.

2. Складність, якісний характер багатьох факторів, що визначають сферу воєнної безпеки обумовлюють використання методу системної динаміки та його формального апарату – когнітивного моделювання, що дозволяє найбільш адекватно дослідити процеси, що відбуваються в цієї сфері.

3. Важливим результатом когнітивного моделювання є визначення сценарію дій суб'єктів, що приводять до відповідних змін управляючих факторів ситуації, що наближають (за інших рівних умов) ситуацію до його цільового стану. Саме в цьому аспекті рішення завдання управління має практичний зміст. Подальша декомпозиція отриманого раціонального сценарію розвитку ситуації дозволяє отримати кількісні рішення.

Список літератури

1. Стратегічне управління військово-технічним співробітництвом в інтересах забезпечення воєнної безпеки України: Монографія / В.М. Бегма, О.М. Загорка, В.О. Косецьов, Шемаєв В.М.; Під заг. ред. І.С. Руснака. – К.: ІПНБ, НАОУ, 2005. – 228 с.
2. Артюшин Л.М., Костенко Г.Ф. Теоретичні аспекти стратегії воєнної безпеки суспільства і держави. – Х.: Нац. ун-т внутрішніх справ, 2003. – 176 с.
3. Бодрук О.С. Структури воєнної безпеки: національний та міжнародні аспекти. – К.: НІПМБ, 2001. – 301 с.
4. Косецьов В.О. Національна безпека України: теорія, реальність, проноз. – К.: ЦМБСС, 2000. – 92 с.
5. Шкідченко В.П., Кохно В.Д. Елементи теорії воєнної безпеки: Монографія. – К.: БФ "Миротворець", 2001. – 194 с.
6. Fuzzy Tehnology: воєнно-політичские индикаторы підготовки війни 2003 года в Ираке / В.П. Бочарников, С.В. Свешников, С.Н. Возняк, Е.А. Горбунов, Р.П. Дмитренко, Ю.А. Кирпичников. – К.: Эльга, Ника-Центр, 2004. – 128 с.
7. Демидов Б.О., Величко О.Ф., Волощук І.В. Системно-концептуальні основи діяльності у військово-технічній сфері. Книга 1. Концептуальні основи та елементи національної безпеки. – К., 2004. – 736 с.
8. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія і практика, історія розвитку). Монографія / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.М. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 409 с.
9. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1996. – 320 с.
10. Кампионский С.А. Системные аспекты современного менеджмента // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник, 1998. Ч.1; Под ред. Д.М. Гвишиани, В.Н. Садовского и др. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 360 с.
11. Форрестер Дж. «Мировая экономика». – М.: Наука, 1978. – 430 с.
12. Форрестер Дж. «Динамика развития города». – М.: Прогрес, 1974. – 340 с.
13. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экономическим задачам. – М.: Наука, 1986. – 496 с.
14. Сиров В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. – М.: ИНПРО-РЭС, 1995. – 228 с.

Надійшла до редколегії 14.12.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.О. Демидов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.