

УДК 004.89

А.В. Тристан

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ЗАСТОСУВАННЯ КОГНІТИВНИХ ПІДХОДІВ В СЛАБОСТРУКТУРОВАНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*При прийнятті рішень в ситуаціях з аналізом слабоструктурованих даних у командира (експерта) виникає необхідність використання моделі проблемної області, за допомогою якої він намагається пояснити процеси, що відбуваються в реальності. При цьому об'єктивні закономірності реального середовища представляються суб'єктивними оцінками. У результаті образ ситуації відбиває не тільки закони й закономірності ситуації, але й світогляд суб'єкта, його систему переконань, цінностей, рівень утворення, досвід і т.д. Когнітивні підходи у системах підтримки прийняття рішень орієнтовані на те, щоб активізувати інтелектуальні процеси суб'єкта й допомогти йому зафіксувати своє бачення проблемної ситуації у вигляді формальної моделі. Зазвичай використовується так звана когнітивна карта уявлень командира, що представляє відомі суб'єктові основні оцінки ситуації у вигляді орієнтованого знакового графа. Дослідження когнітивних карт командира з оцінкою можливих ситуацій, моделювання сценаріїв розвитку є важливим напрямком розвитку систем підтримки прийняття рішень у військовій справі.*

**Ключові слова:** когнітивна карта, когнітивні підходи, моделювання, система підтримки прийняття рішень, системи штучного інтелекту.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Система підтримки прийняття рішень (СППР) є інтерактивною системою, яка забезпечує користувачу доступ до моделей і даних для того, щоб на інформаційному рівні підтримати складний процес прийняття рішень стосовно слабоструктурованих і неструктурованих завдань.

Проте слід зауважити, що розмаїття пропонованих визначень систем підтримки прийняття рішень відбиває широкий діапазон різних форм, розмірів та типів СППР. Але практично всі види цих комп'ютерних систем характеризуються чіткою структурою, яка містить три головні компоненти: підсистему інтерфейсу користувача; підсистему керування базою даних і підсистему керування базою моделей. Вони утворюють основу класичної структури СППР, завдяки якій останні відрізняються від інших типів інформаційних систем.

На теперішній час, з розвитком методів штучного інтелекту і, що головне, із створенням технічних засобів, які мають високу обчислювальну продуктивність та здатність опрацьовувати великі об'єми інформації за певний час, зростає інтерес включення до складу СППР когнітивних технологій. Когнітивні технології добре зарекомендували себе у вирішенні задач прогнозу ситуацій, оскільки здатні відображати складові частини системи та зв'язки між ними, однак, на жаль, майже не застосовуються в перспективних СППР військового призначення.

Динаміка ведення бойових дій характеризується:

– багатоаспектністю взаємопов'язаних процесів, що протікають у поточному часі і мають відбуватися у перспективі;

– відсутністю потрібної інформації та невизначеністю досліджуваних ситуацій, що змушує переходити до якісного аналізу процесів;

– мінливістю процесів динаміки бойових дій.

Зазначені особливості не дозволяють командиру чітко описати процеси ведення бойових дій, ним вводиться суб'єктивна інформація, яку важко формалізувати із-за слабкої структурованості факторів, що її описують. Кількість таких взаємозалежних факторів може вимірюватися десятками, й всі вони вплетені в павутину мінливих у часі причин і наслідків. Передбачити та усвідомити логіку розвитку подій командир (людині, що приймає рішення) на такому багатфакторному полі вкрай важко. Але ж постійно доводиться відповідати (найчастіше – негайно) на питання типу: "Що потрібно зробити (на які фактори вплинути), щоб поліпшити стан ситуації?", "Що буде із ситуацією через деякий час, якщо нічого не вживати?", "Які із заходів, що вживаються, будуть ефективніше в плані досягнення поставленої мети?" та ін.

На такі запитання можна успішно відповісти, якщо використовувати методи пізнавального (когнітивного) моделювання ситуацій. Подібні когнітивні технології інтегровані до складу СППР допомагають людині приймати своєчасні вірні рішення.

**Аналіз літературних джерел** за тематикою статті показав значний інтерес до впровадження когнітивних технологій в різноманітних сферах суспільного життя [1, 2]. Даний напрямок є перспективним та динамічним, чому сприяє зростання обчислювальної потужності сучасних комп'ютерних засобів. В ході аналізу низки робіт [3, 4] за тематикою побудови СППР та моделювання у військовій справі можна відмітити недостатню увагу відносно про-

блем застосування когнітивних технологій в СППР військового призначення.

**Мета статті.** Виходячи з визначеної проблеми, мета статті полягає у визначенні принципів та механізму застосування когнітивних технологій в СППР військового призначення.

## Основна частина

Вихідним поняттям у когнітивному моделюванні складних ситуацій є поняття когнітивної карти командира.

Когнітивна карта є відбиттям суб'єктивних уявлень людини про зовнішнє середовище і явища у ньому. Когнітивна карта, як поняття, відноситься до пізнавальних процесів, пов'язаних із придбанням, репрезентацією<sup>1</sup> й переробкою інформації про навколишнє середовище, вона перетворює суб'єкта з пасивного спостерігача в суб'єкта, активно взаємодіючого із середовищем. Описувати когнітивну карту доцільно орієнтованим зваженим графом, у якому [1]:

– вершини відповідають базисним факторам ситуації, у термінах яких описуються певні процеси. Множина відібраних базисних факторів може бути верифіковано за допомогою технології data mining, яка дозволяє відкинути надлишкові фактори, слабко пов'язані з ядром базисних факторів;

– визначаються безпосередні взаємозв'язки між факторами шляхом розгляду причинно-наслідкових ланцюжків, що описують поширення впливів одного фактора на інші.

Вважається, що фактори, які входять у логічну послідовність "якщо..." ланцюжка "якщо..., то...", впливають на фактори наслідку "то..." цього ж ланцюжка, причому цей вплив може бути або з посилюючою (позитивним), або гальмуючою (негативним) дією, або змінного знака залежно від можливих додаткових умов в динаміці часу.

Когнітивна карта відображає лише факт наявності впливів факторів один на одного. У ній не відбивається ні детальний характер цих впливів, ні динаміка зміни впливів залежно від зміни ситуації, ні тимчасові зміни самих факторів. Урахування всіх цих обставин вимагає переходу на наступний рівень структуризації інформації, відображеної в когнітивній карті, тобто дозволяє побудувати когнітивну модель.

На цьому рівні кожний зв'язок між факторами когнітивної карти розкривається до відповідного рівняння, що може містити як кількісні (вимірювані) змінні, так і якісні (не вимірювані) змінні. При цьо-

му кількісні змінні входять у вигляді їхніх чисельних значень.

Кожній якісній змінній ставиться у відповідність сукупність лінгвістичних змінних, що відображають різні стани цієї якісної змінної (наприклад, артилерійський обстріл може бути "слабким", "помірним", "сильним" і т.п.), а кожній лінгвістичній змінній відповідає певний її числовий еквівалент у шкалі [0,1]. У міру накопичення знань про процеси, що відбуваються в досліджуваній ситуації, стає можливим більш детально розкривати характер зв'язків між факторами. У цьому істотну допомогу може зробити використання процедур data mining.

Формально когнітивна модель ситуації може бути, як і когнітивна карта, представлена графом, однак кожна дуга в цьому графі представляє вже якусь функціональну залежність між відповідними базисними факторами, тобто когнітивна модель ситуації представляється функціональним графом [2].

Розглянемо процес побудови когнітивної карти командира з погляду на процеси ведення бойових дій угрупованням Повітряних Сил.

Визначимо такі базисні фактори:

1) фактор цілеутворення, який має нечітке визначення параметру ( $x_1$ ) – повне дерево цілей; дерево цілей достатньої комплектації; обмеженої комплектації; малої комплектації;

2) фактор вибору бойового порядку угруповання військ (сил), який має нечітке визначення параметру ( $x_2$ ) – раціональний; менш раціональний; нераціональний;

3) фактор достатності кількісного складу сил та засобів, що визначається нечітким параметром ( $x_3$ ) – укомплектованість ресурсами у повному обсязі; достатня укомплектованість; мала укомплектованість;

4) фактор ефективності ведення бойових дій ( $x_4$ ) (нечітке визначення показника ефективності за результатами імітаційного моделювання на інтервалі [0,1]);

5) фактор ефективності матеріально-технічного забезпечення ( $x_5$ ) (нечітке визначення показника ефективності за результатами імітаційного моделювання на інтервалі [0,1]);

6) фактор втрат угруповання військ (сил), об'єктів прикриття ( $x_6$ ) (нечітке визначення показника ефективності за результатами імітаційного моделювання на інтервалі [0,1]).

Для встановлення причинно-наслідкових відносин здійснюється вибір шкали для оцінки характеру (позитивний або негативний) і сили зв'язку між базисними факторами. Значення відповідних змінних може задаватися, наприклад, в лінгвістичній шкалі [...]; кожній з них командиром (для якого складається когнітивна карта) визначається у відповідність число на інтервалі [-1;1] (табл. 1).

<sup>1</sup> Репрезентація (лат., *repraesentatio*, от *re*, и *praesetare* уявляти) — представленість, зображення, відображення одного в іншому або на інше, уявлення людини стосовно картини світу і в ній самого себе.

Таблиця 1  
Оцінка зв'язків між базисними факторами

Лінгвістичний опис	Чисельне значення ( $a_{ij}$ )
Не впливає	0
Дуже слабо підсилює (послаблює)	0,1; 0,2 (-0,1; -0,2)
Слабо підсилює (послаблює)	0,3; 0,4 (-0,3; -0,4)
Помірно підсилює (послаблює)	0,5; 0,6 (-0,5; -0,6)
Сильно підсилює (послаблює)	0,7; 0,8 (-0,7; -0,8)
Дуже сильно підсилює (послаблює)	0,9; 1,0 (-0,9; -1,0)

Кожна дуга, що зв'язує фактори  $x_i$  і  $x_j$  має вагу  $a_{ij}$ , яка відбиває характер і силу впливу фактора  $x_i$  на  $x_j$ . Якщо  $a_{ij}$  – має позитивне значення, то параметри факторів мають позитивну залежність, у протилежному випадку – негативну. Модуль величини  $a_{ij}$  характеризує силу впливу.

Граф причинно-наслідкових відносин факторів для органа управління може мати вигляд (рис. 1).

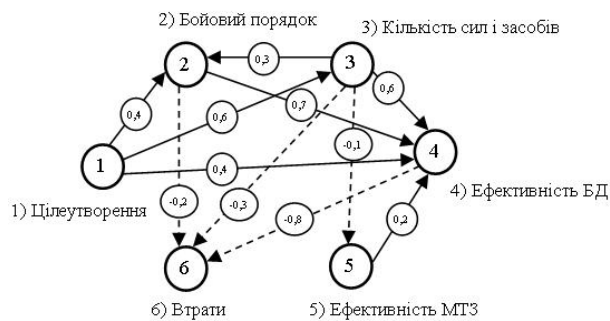


Рис. 1. Спрощений граф нечіткої когнітивної карти

З графом (рис. 1) асоціюється матриця суміжності  $\|a_{ij}\|$  (табл. 1), елементами якої є  $a_{ij}$ , що характеризує вплив фактора  $x_i$  на  $x_j$ .

Таблиця 2

Матриця суміжності орграфу

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
$x_1$	0	0,4	0,6	0,4	0	0
$x_2$	0	0	0	0,7	0	-0,2
$x_3$	0	0,3	0	0,6	-0,1	-0,3
$x_4$	0	0	0	0	0	-0,8
$x_5$	0	0	0	0,2	0	0
$x_6$	0	0	0	0	0	0

В результаті аналізу множини варіантів замислу бойових дій кожен з факторів має конкретні значення параметрів, що характеризують управляючі впливи. Через ці фактори командир має можливість оцінювати результати впливу на розвиток ситуацій обстановки в ході бойових дій і вибирати той варіант впливу (замислу рішення), який за ефективністю

бойових дій і рівнем втрат відповідає уявленням командира.

У такому випадку є можливість уточнити вагові коефіцієнти, що командиром визначені відповідно до його суб'єктивних уявлень.

Методика когнітивного аналізу ситуації, що пропонується до застосування у системах підтримки прийняття рішень військового призначення, може включати такі кроки.

1 крок. Проводиться когнітивний аналіз складної ситуації (занурення в проблему, ідентифікація проблеми):

- 1) формулювання завдання й мети дослідження;
- 2) вивчення процесів з позицій поставленої мети;
- 3) збір, систематизація, аналіз існуючої кількісної і якісної інформації;

4) обробка існуючої інформації, генерація нової інформації, зменшення невизначеності обстановки;

5) виділення основних характеристичних ознак досліджуваного процесу й взаємозв'язків, визначення дії основних об'єктивних законів розвитку досліджуваної ситуації, що дозволить виділити об'єктивні залежності, тенденції в процесах;

6) визначення властивих досліджуваній ситуації вимог, умов і обмежень;

7) визначення шляхів, механізмів дії, реалізації рішень, що дозволяє обирати стратегії запобігання небажаних наслідків розвитку ситуації та досягнення мети ведення бойових дій.

2 крок. Для рішення задач 5 – 7 проводиться когнітивне моделювання процесу в динаміці розвитку ситуації. Моделювання – це інструмент виявлення закономірностей попередження й запобігання негативних тенденцій, одержання теоретичних і практичних знань про проблему й формулювання на цій основі практичних висновків, що являє собою циклічний процес. Знання про досліджувану проблему розширюються й уточнюються, а вихідна модель постійно вдосконалюється.

Когнітивне моделювання повинно бути засноване на сценарному підході. Сценарій може моделюватися по трьох основних напрямках:

- 1) прогноз розвитку ситуації без впливу на процеси в ситуації – ситуація розвивається сама по собі;
- 2) прогноз розвитку ситуації з обраним комплексом заходів (управління) – пряме завдання;
- 3) синтез комплексу заходів для досягнення необхідної зміни стану ситуації – зворотне завдання.

Етапами когнітивного моделювання є:

– визначення початкових умов, тенденцій, що характеризують розвиток ситуації на даному етапі, що необхідно для дотримання адекватності модельного сценарію реальної ситуації, що підсилює довіру до результатів моделювання;

– завдання цільових, бажаних напрямків (збільшення, зменшення) і сили (слабко, сильно) зміни тенденцій процесів у ситуації;

– вибір комплексу заходів (сукупності керуючих факторів), визначення їх можливої та бажаної сили і спрямованості впливу на ситуацію;

– вибір комплексу можливих впливів (заходів, факторів) на ситуацію, силу та спрямованість яких необхідно визначити;

– вибір спостережуваних факторів (індикаторів), що характеризують розвиток ситуації, здійснюється залежно від цілей аналізу й бажання користувача.

Проведення моделювання ведення бойових дій у групуванням Повітряних Сил можливо за допомогою розробленої інформаційно-аналітичної моделі підготовки і прийняття рішень органами військового управління «Ешелон-Inf».

## Висновки

Таким чином, в статті показано принципи та механізм застосування когнітивних технологій в СППР військового призначення. Слід відзначити, що мета застосування когнітивних підходів у військовій справі полягає у виявленні механізмів мислення людини та визначенні структури категорій,

у побудові такої моделі та алгоритмів прийняття рішень, які дозволять командирі приймати обгрунтовані та своєчасні рішення в складній динаміці ведення бойових дій.

## Список літератури

1. Горелова Г.В. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход / Г.В. Горелова, Е.Н. Захарова, С.А. Радченко. – Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 2006. – 332 с.

2. Максимов В.И. Когнитивные технологии – от незнания к пониманию / В.И. Максимов // Сб. трудов 1-й Международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций», (CASC'2001). – М.: ИПУ РАН, 2001. – Т. 1. – С. 4-18.

3. Теорія прийняття рішень органами військового управління: монографія / В.І. Ткаченко, Г.А. Дробаха, Є.Б. Смірнов, Тристан А.В. та ін.; за ред. В.І. Ткаченка, Є.Б. Смірнова. – Х.: ХУПС, 2008. – 545 с.

4. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними: моногр. / Г.А. Дробаха, В.І. Ткаченко, Є.Б. Смірнов та ін. – К.: МОУ, Х.: ХВУ, 2004. – 410 с.

5. George Lakoff. Women, Fire, and Dangerous Things. What Categories Reveal about the Mind. 1987.

Надійшла до редколегії 10.08.2013

**Рецензент:** д-р військ. наук, доц. Є.Б. Смірнов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПОДХОДОВ В СЛАБОСТРУКТУРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

А.В. Тристан

При принятии решений в ситуациях с анализом слабоструктурированных данных у командира (эксперта) возникает необходимость использования модели проблемной области, с помощью которой он пытается объяснить процессы, которые происходят в реальности. При этом объективные закономерности реальной среды представляются субъективными оценками. В результате образ ситуации отбывает не только законы и закономерности ситуации, но и мировоззрение субъекта, его систему убеждений, ценностей, уровень образования, опыт и так далее. Когнитивные подходы в системах поддержки принятия решений ориентированы на то, чтобы активизировать интеллектуальные процессы субъекта и помочь ему зафиксировать свое видение проблемной ситуации в виде формальной модели. Обычно используется так называемая когнитивная карта представлений командира, который представляет известные субъекту основные оценки ситуации в виде ориентированного знакового графа. Исследование когнитивных карт командира с оценкой возможных ситуаций, моделирования сценариев развития является важным направлением развития систем поддержки принятия решений по военному делу.

**Ключевые слова:** когнитивная карта, когнитивные подходы, моделирования, система поддержки принятия решений, системы искусственного интеллекта.

## APPLICATION OF COGNITIVE APPROACHES IN SEMISTRUCTURED SYSTEMS OF DECISION MAKING A SUPPORT

A.V. Tristan

At making a decision in situations with the analysis of semistructured of information a commander (expert) has a necessity of the use of model of problem area, by which he tries to explain processes which take a place in reality. Thus objective conformities to the law of the real environment appear subjective estimations. As a result appearance of situation removes not only laws and conformities to the law of situation but also world view of subject, his system of persuasions, values, level of education, experience et cetera cognitive approaches in the systems of support of making a decision are oriented to that, to activate the intellectual processes of subject and help him to fix the vision of problem situation as a formal model. The so-called cognitive card of presentations of commander which presents known a subject basic estimations of situation as the oriented sign count is usually utilized. Research of cognitive cards of commander with the estimation of possible situations, designs of scenarios of development is important direction of development of the systems of support of making a decision in military business.

**Keywords:** cognitive card, cognitive approaches, designs, system of support of making a decision, intelligence systems.