

# Загальні питання

УДК 519.87

А.А. Адаменко

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ЗМІСТ МЕТОДИКИ КОГНІТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ СИТУАЦІЯМИ В ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ

*Розглядається задача управління ситуаціями у воєнних конфліктах на основі концепції самоорганізації. Для її розв'язання запропоновано методологічний підхід що базується на методології когнітивного моделювання. Сформовані основні визначення, викладено зміст етапів, а також перелік методів дослідження воєнних конфліктів, що можуть складати зміст методики когнітивного моделювання в задачах управління ситуаціями у воєнних конфліктах.*

**Ключові слова:** воєнний конфлікт, когнітивне моделювання, управління ситуаціями

### Вступ

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку світової воєнної науки найбільш обґрунтованими є рішення щодо планування та проведення операцій збройних сил у воєнних конфліктах на основі системного розгляду воєнної, політичної, економічної, соціальної, інфраструктурної та інформаційної систем сторін – учасників воєнного конфлікту.

При цьому, все більшої актуальності набуває задача управління ситуаціями у воєнних конфліктах на основі концепції самоорганізації, що зводиться до побудови структури комплексного впливу дипломатичними, інформаційними, воєнними, економічними тощо мірами на систему "критичних" об'єктів противника – елементів вище наведених систем з метою збурення чи стимулювання в системі-противника та зовнішньому середовищі процесів саморозвитку ситуації та її поетапного переведення із поточного стану в цільовий. Під побудовою структури комплексного впливу слід розуміти формування системи взаємопов'язаних дій в суміжних областях людської структури: у фізичній, інформаційній, когнітивній та соціальній, пошук відповідних засобів впливу і "налагодження" резонансного та синергетичного ефектів від їх комплексної дії.

Разом з тим, задача управління ситуацією у воєнному конфлікті 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.

Для підтримки прийняття рішення щодо управління ситуацією у воєнному конфлікті 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 альтернатив, є недостатнім.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Про необхідність розуміння суті механізму управління у сучасних воєнних конфліктах, структури зв'язків та функцій їх елементів, а також закономірностей їх функціонування та розвитку з точки зору сучасної - постнеокласичної (нелінійність, самоорганізація, взаємозв'язаність) парадигми мислення свідчать результати досліджень, що наведені авторами в [1, 2]. Віддаючи належне науковій та практичній значущості вище наведених праць, слід зауважити про незавершеність методики та методів дослідження функціонування та розвитку воєнних конфліктів, направлених на підтримку прийняття рішення щодо управління ситуаціями в них.

Разом з тим, в задачах управління слабо структурованими ситуаціями в складних соціально-економічних системах активно розвивається методологія когнітивного моделювання [3]. Зокрема, доцільність її використання в задачах управління ситуаціями у воєнних конфліктах обґрунтована в [4].

**Мета статті.** Стаття має на меті сформулювати зміст методики когнітивного моделювання в задачах управління ситуаціями у воєнних конфліктах.

### Розділ основного матеріалу

Згідно [5] управління – здійснення сукупності впливів, обраних з множини можливих на підставі наявної інформації та направлених на підтримку або покращення функціонування об'єкта управління згідно з наявною програмою або метою використання (алгоритмом функціонування).

В задачах управління ситуаціями у воєнних конфліктах об'єктом дослідження (далі – ОД) слід вважати воєнний конфлікт, а об'єктом управління

(далі – ОУ) – ситуацію, що розвивається в ході конфлікту.

Під ситуацією слід розуміти стан системи та зовнішнього середовища у конкретний момент часу.

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

У воєнному конфлікті, де взаємодіють декілька систем: системи сторін – учасників конфлікту та системи, що виступають в якості зовнішнього середовища по відношенню до них, будь-яка система з точки зору системного аналізу в конкретний момент часу може 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».

З цих позицій, під управлінням ситуацією у воєнному конфлікті слід розуміти здійснення сукупності впливів, обраних з множини можливих на підставі наявної інформації та направлених на підтримку або зміну протягом визначеного часу та відповідно до обраної мети параметрів систем, що розглядаються в операції.

При цьому, задачу підтримки прийняття рішення по управлінню ситуацією у воєнному конфлікті слід розглядати як задачу розробки пропозицій щодо стратегії переводу ситуації (тобто ОУ) з поточного стану в цільовий з використанням моделі воєнного конфлікту (тобто ОД).

Суб'єктами управління в воєнних конфліктах можуть виступати особи, які приймають управлінські рішення (далі – ОПР) в інтересах будь-якої сторони – учасниці воєнного конфлікту, а також особи, які приймають управлінські рішення в інтересах зовнішніх сторін, що не приймають участь в конфлікті безпосередньо, але можуть здійснювати вплив на окремі фактори операції з власною метою.

В якості методологічного підходу щодо дослідження воєнного конфлікту з метою підтримки прийняття рішення на управління ситуацією, що в ньому розвивається, пропонується використовувати методологію когнітивного моделювання.

Методологія когнітивного моделювання є одним із напрямків штучного інтелекту, де ставиться та вирішується задача автоматизації окремих функцій, що реалізуються людиною в процесі пізнання.

Вона базується на інтеграції системного, синергетичного, когнітивного та сценарного підходів.

Системний підхід передбачає опис та вивчення об'єкту дослідження з позицій системного аналізу, в основу якого покладено поняття системи, якій власні синергетичні властивості. При цьому, збуджуючим впливом зовнішнього середовища протидіють не лише елементи системи, а й внутрішні зв'язки між ними.

Синергетичний підхід вніс переоцінку ролі випадкових факторів та відкрив нові можливості для аналізу впливу цих факторів. При цьому, велика увага приділяється феномену самоорганізації та внутрішнього розвитку систем.

Когнітивний підхід направлений на розробку формальних моделей та методів, що підтримують інтелектуальний процес розв'язання проблем завдяки врахуванню в цих моделях та методах когнітивних можливостей (сприйняття, уявлення, пізнання, розуміння, пояснення) суб'єктів дослідження та управління.

Сценарний підхід передбачає дослідження процесів, що протікають в слабко структурованих ситуаціях та системах, на основі побудови та вивчення різних сценаріїв їх розвитку.

З цього, методологія когнітивного моделювання в задачах управління слабко структурованими ситуаціями та системами направлена на дослідження функціонування та розвитку об'єкта управління за сценаріями саморозвитку та керованого розвитку шляхом побудови моделі об'єкту дослідження на основі когнітивної карти. Когнітивна карта відображає суб'єктивні уявлення (індивідуальні або колективні) проблеми, що пов'язана з функціонуванням та розвитком об'єкту дослідження.

Згідно [6] основними етапи управління є:

- постановка мети (Для чого? Навіщо?);
- ідентифікація того, чим управляти (об'єкту управління): збір та обробка інформації про ресурси та процеси (Що? Де? Коли?);
- аналіз, систематизація, синтез знань (Чому?);
- прийняття рішення щодо об'єктів та характеру впливу (Куди?);
- оптимізація етапів (швидкості) досягнення мети: визначення задач, способів та послідовності їх виконання (Як? Коли?);
- управляючий вплив – організація процесів виконання задач та забезпечення їх ресурсами;
- контроль та підтримка виконання задач (зворотній зв'язок – Що? Де? Коли?).

З цього можна виділити етапи когнітивного моделювання в задачах управління ситуаціями у воєнних конфліктах, що представляє собою циклічний процес (рис. 1), в ході якого знання про ОД поповнюються та уточнюються, а його початкова модель постійно удосконалюється (гомеостатична модель).

Перший етап – абстрагування об'єкту дослідження (ОД): постановка проблеми ( $\Pi$ ), ідентифікація сторін ( $U = \{U_i\}$ ), що втягнуті в проблему, формулювання їх мети ( $Z = \{Z_i\}$ ) та визначення їх можливої поведінки ( $P = \{P_i\}$ ). Цей етап проводиться з використанням методів пізнання ОД, що повинні дозволити отримати кортеж  $ОД = \langle \Pi, U, Z, P \rangle$ .



Рис. 1. Схема когнітивного моделювання

Другий етап – когнітивна структуризація знань про об'єкт дослідження, що полягає у формуванні та уточненні шляхом застосування методів та методик вилучення та формалізації знань гіпотези щодо складу, структури та умов функціонування ОД.

Дослідженню повинні підлягати як самі системи та їх елементи, що розглядаються в ОД, так і процеси, що в них протікають та впливають на їх стан. Джерелом знань на цьому етапі можуть виступати: емпіричні дані та теоретичні знання про ОД; нормативно-правові акти; знання, досвід та інтуїція ОПР; знання, досвід та інтуїція експертів.

Когнітивна структуризація знань про ОД передбачає його опис в двох аспектах: структурному та функціональному.

Для опису ОД в структурному аспекті використовується структурно-функціональна декомпозиція, що дозволяє відокремити його структурні елементи (множина  $O = \{O_\ell\}$ ) за обраними принципами декомпозиції.

Для опису ОД у функціональному аспекті для кожного його структурного елементу визначаються найбільш значимі (далі – базисні) фактори (множина  $X_\ell$ ) їх функціонування та взаємозв'язки між ними (множина  $D_\ell$ ).

Змістовно базисні фактори – це фактори, 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.

Проводиться параметризація отриманої системи базисних факторів та зв'язків, тобто обрання множини змінних (далі – факторних змінних) та шкал для оцінки їх значень, за допомогою яких будуть описуватися базисні фактори та вага (напрямок й сила) зв'язків між ними.

Значення факторних змінних в конкретний момент часу будуть визначати стани базисних факторів та стани зв'язків між ними на цей момент часу, сукупність яких, в свою чергу, будуть визначати ситуацію на цей момент часу.

Крім того, на цьому етапі встановлюється напрямок (позитивний чи негативний) зв'язку між базисними факторами.

За результатами вилучення та формалізації знань про ОД розробляється сукупність  $G$  когнітивних карт  $G_\ell = (X_\ell, D_\ell)$  елементів ОД, що були відокремлені в ході структурно-функціональної декомпозиції.

Формально когнітивна карта (далі – КК) представляється у виді орієнтованого графу, де вершини відповідають базисним факторам, а дуги інтерпретуються як прямі причино-наслідні зв'язки між ними.

Різні інтерпретації вершин, дуг та ваги на дугах графу, породжують різні типи когнітивних карт, розробка яких здійснюється за відповідними методами.

Між базисними факторами КК відокремлених елементів ОД  $G_\ell$  встановлюються причино-наслідні зв'язки (множина  $D_G$ ), проводиться їх параметризація та приймається рішення щодо їх напрямку. Когнітивні карти окремих елементів ОД та причино-наслідні зв'язки між ними утворюють когнітивну карту об'єкту дослідження  $G = (G_\ell, D_G)$ . Відповідно до обраного типу КК для кожного базисного фактора із застосуванням відповідних методів розробляється набір правил (множина  $R$ ), що визначають порядок зміни їх станів в залежності від стану інших факторів з урахуванням напрямку та станів зв'язків між ними (далі – ПрЗС).

Когнітивна карта ОД та набір правил (рівнянь), що визначають порядок зміни станів базисних факторів, складають когнітивну модель  $V$  (далі – КМ) об'єкта дослідження, тобто  $V = \langle G, R \rangle$ , представлення якої у формалізованому виді здійснюється за відповідними методами.

Третій етап – структурний аналіз когнітивної моделі об'єкта дослідження, що направлений на дослідження особливостей причино-наслідних взає-

мовідношень між базисними факторами та включає аналіз структурної стійкості ОД, аналіз впливів факторів та структурно-цільовий аналіз.

Методи аналізу структурної стійкості досліджують поведінку об'єкта дослідження при зміні його структури.

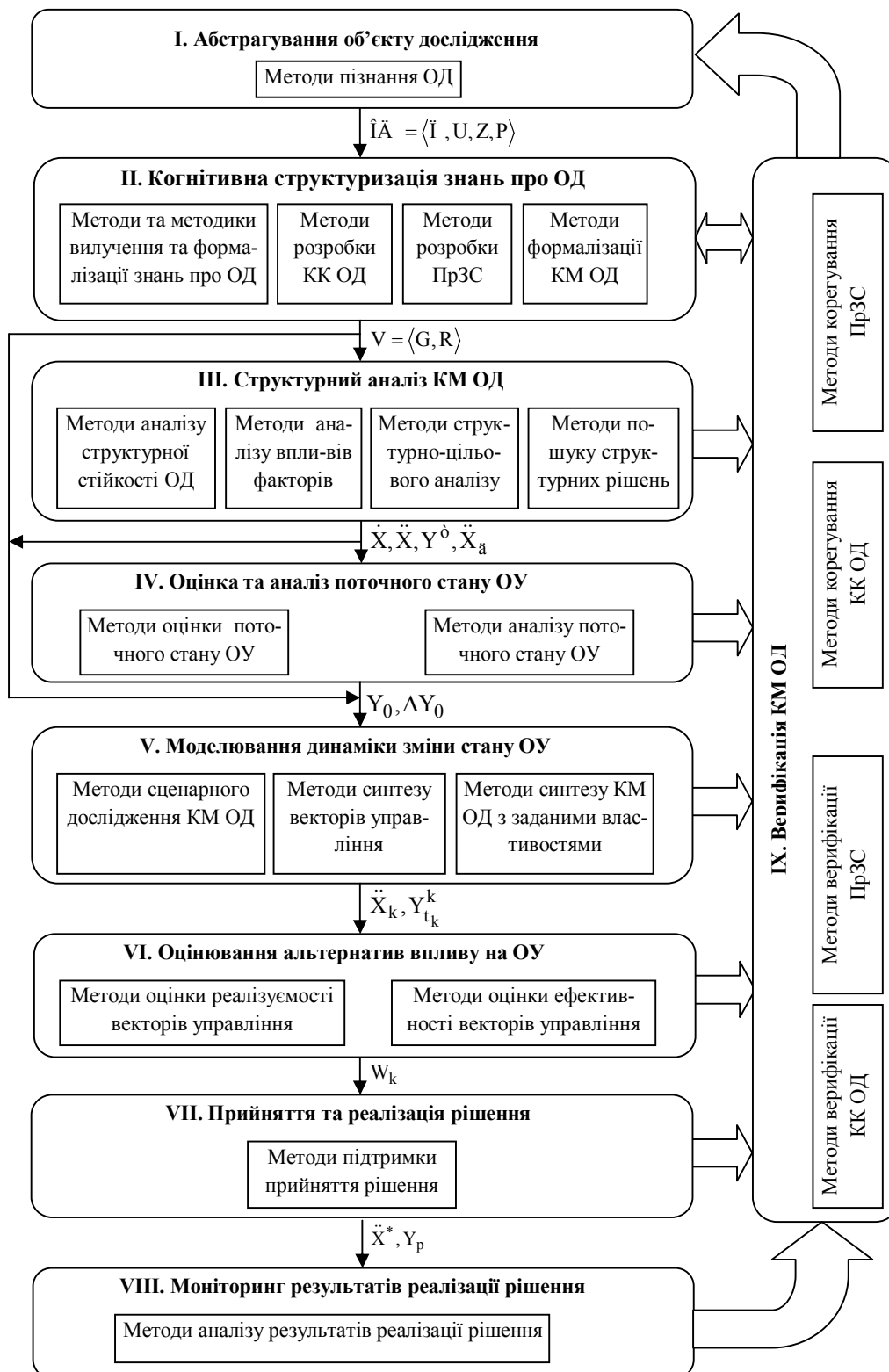


Рис. 2. Зміст методики когнітивного моделювання в задачах управління ситуаціями у воєнних конфліктах

Методи аналізу впливів факторів направлені на визначення характеру (позитивний чи негативний) та сили непрямого та сумарного впливу між будь-

якою парою факторів, а також на характер та силу впливу кожного фактора на ОД в цілому. При цьому, прямим впливом називається вплив

на фактор-вершину з боку суміжних вершин, що задається матрицею суміжності (тобто через шлях, довжина якого дорівнює 1).

Непрямий вплив – це вплив одного фактора на інший через шлях, довжина якого більше 1.

Сумарний вплив – це результуючий вплив на фактор по усім шляхам, що до нього ведуть.

За результатами структурної стійкості та аналізу впливів факторів з множини базисних факторів для кожного  $i$ -го суб'єкта управління відокремлюються керовані ним фактори (множина  $\ddot{X} = \{\ddot{X}_i\}$ ), а для кожної  $j$ -ої сторони – учасниці воєнного конфлікту – цільові фактори (множина  $\dot{X} = \{\dot{X}_j\}$ ).

Керовані фактори – фактори, на які суб'єкти управління мають можливість подавати управляючі впливи.

Цільові фактори – фактори, що для суб'єкту управління сторони – учасниці воєнного конфлікту представляють найбільший інтерес з точки зору досягнення її кінцевої мети, зміна у бажаному напрямку або стабілізація яких є для нього метою управління.

Методи структурно-цільового аналізу направлені на визначення цільового стану об'єкту управління  $Y^T$  та фазового простору вектору управління  $\ddot{X}_d$  за результатами синтезу векторів цілей сторін, аналізу узгодженості цілей в векторі цілей та аналізу узгодженості вектора цілей та векторів управління. Робиться висновок щодо потенційної можливості вирішення проблеми при існуючій структурі ОД.

Вектор цілей задає цільовий стан ОУ шляхом визначення або бажаних значень факторних змінних цільових факторів (далі – фіксовані цілі) або бажаних напрямків (збільшення, зменшення) зміни значень факторних змінних цільових факторів (далі – нефіксовані цілі).

Вектор управління задає комплекс впливів, здатних привести до зміни стану ОУ, шляхом визначення або значень факторних змінних керованих факторів (далі – фіксоване управління) або напрямків (збільшення, зменшення) зміни значень факторних змінних керованих факторів (далі – нефіксоване управління).

Мета управління вважається коректно поставленою, якщо бажані зміни стану одних цільових факторів не приводять до небажаних змін стану інших цільових факторів.

Керуючий вплив вважається узгодженим з метою, якщо він приводить до бажаних змін стану цільових факторів.

При цьому, можуть накладатися обмеження на стан інших факторів, а у разі потенційної неможливості вирішення проблеми при існуючій структурі

ОД застосовуються методи пошуку структурних рішень.

Четвертий етап – оцінка та аналіз поточного стану  $Y_0$  об'єкту управління на момент часу  $t = 0$ , що відповідає моменту початку дослідження. На цьому етапі застосовуються методи, що забезпечують підтримку прийняття рішення щодо можливих значень змінних, що описують базисні фактори та вагу зв'язків між ними, на момент часу  $t = 0$ , а також аналіз поточного стану ОУ на предмет його наближеності до цільового (визначається  $\Delta Y_0$ ).

П'ятий етап – моделювання динаміки зміни стану об'єкту управління.

Методи моделювання динаміки зміни ОУ повинні дозволяти досліджувати ОУ в режимах його саморозвитку та керованого розвитку з метою:

- аналізу динаміки зміни ОУ за сценарієм саморозвитку (вектор управління не обирається);

- аналізу динаміки зміни стану ОУ за сценаріями керованого розвитку з одним або більше явними суб'єктами управління (за обраним вектором управління) – пряма задача;

- синтезу вектора управління для досягнення цільового стану ОУ – зворотна задача;

- синтезу КМ ОД з заданими властивостями – задача когнітивного синтезу.

Результат реалізації будь-якого сценарію оцінюється станом  $Y_{t_k}^k$  об'єкту управління, якого він досягає на бажаний момент часу  $t_k$ . Крім того, момент часу  $t_k$  може визначати час, за який ОУ досягає цільового стану при реалізації певного вектору управління  $\ddot{X}_k$ .

Шостий етап – оцінювання альтернатив впливу на об'єкт управління. На цьому етапі застосовуються методи, що здійснюють оцінювання реалізуємісті синтезованих векторів управління  $\ddot{X}_k$  та їх ефективності  $W_k$ . Приймається рішення щодо можливості вирішення проблеми при існуючій структурі ОД та існуючому стані ОУ.

Сьомий етап – прийняття та реалізація рішення щодо раціонального вектору управління  $\ddot{X}^*$ . На цьому етапі приймається рішення ОПР із використанням методів підтримки прийняття рішень, що, в основному, направлені на пояснення, оцінку та інтерпретацію результатів дослідження КМ ОД. Здійснюється реалізація прийнятого рішення.

Восьмий етап – моніторинг результатів реалізації рішення здійснюється з використанням методів аналізу реального стану  $Y_p$  об'єкту управління після реалізації рішення та його порівняння з станом ОУ, що очікувався відповідно до результатів моделювання. В основному, цей етап направлений на

верифікацію та, у випадку необхідності, корегування КМ ОД відповідно до нових знань, що отримані за результатами моніторингу, та адаптації вектору управління до ситуації, що склалася.

Слід зауважити, що верифікація КМ ОД та її складових (КК та ПрЗС) ведеться постійно починаючи з другого етапу. Процес верифікації КМ ОД можна виділити в окремий (дев'ятий) етап когнітивного моделювання в задачах управління ситуаціями у воєнних конфліктах.

Метою верифікації КМ ОД є раннє виявлення та блокування ризиків для достовірності результатів дослідження, зокрема "ризик людського фактору", що має місце в реальних системах та ситуаціях при прийнятті рішень, а також в процесі їх моделювання людиною. Методи верифікації направлені на:

– верифікацію теоретичної моделі ОД, в основу якої покладено той чи інший тип формальних КК (контроль адекватності обраного типу КК);

– верифікацію конкретної КМ ОД (контроль адекватності побудованої КМ ОД).

В цілому проблеми верифікації та адекватності КМ ОД не можуть бути до кінця вирішені формальними методами. Велику роль відіграють досвід та компетентність суб'єкту управління й експертів, специфіка об'єкту дослідження та, зокрема, об'єкту управління. Багато помилок та неадекватностей можна виявити лише в процесі експлуатації КМ ОД при розв'язанні реальних задач.

## Висновки

В статті розглянута задача управління ситуаціями у воєнних конфліктах на основі концепції самоорганізації. Для її розв'язання запропоновано методологічний підхід що базується на методології когнітивного моделювання.

Сформовані основні визначення, викладено зміст етапів, а також перелік методів дослідження воєнних конфліктів, що можуть складати зміст методики когнітивного моделювання в задачах управління ситуаціями у воєнних конфліктах. Подальші дослідження доцільно зосередити на розробці запропонованого переліку методів дослідження воєнних конфліктів, направлених на підтримку прийняття рішення щодо управління ситуаціями в воєнних конфліктах на базі концепції самоорганізації.

## Список літератури

1. Новосельцев В.И. Теоретические основы системного анализа / В.И. Новосельцев [и др.]; под ред. В.И. Новосельцева. – М.: Майор, 2006. – 592 с.

2. Пермяков О.Ю. Информационные технологии и современная збройна боротьба / О.Ю. Пермяков, А.І. Сбітнев. – Луганськ: Знання, 2008. – 204 с.

3. Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites / R. Axelrod. – Princeton. University Press, 1976.

4. Адаменко А.А. Модель прийняття рішення щодо структури комплексного впливу на критичні об'єкти противника / А.А. Адаменко // Труды университета: зб. наук. пр. – К.: Національний університет оборони України, 2010. – № 4(97). – С. 146-154.

5. Автоматизация производства и промышленная электроника; под ред. А.И. Берга и В.А. Трапезникова. – М.: Советская энциклопедия, 1962. – 158 с.

Надійшла до редколегії 4.01.2011

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

## СОДЕРЖАНИЕ МЕТОДИКИ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ СИТУАЦИЯМИ В ВОЕННЫХ КОНФЛИКТАХ

А.А. Адаменко

*Рассматривается задача управления ситуациями в военных конфликтах на основе концепции самоорганизации. Для ее решения предложен методологический подход, что базируется на методологии когнитивного моделирования. Сформированы основные определения, изложено содержание этапов, а также перечень методов исследования военных конфликтов, которые могут составлять содержание методики когнитивного моделирования в задачах управления ситуациями в военных конфликтах.*

**Ключевые слова:** военный конфликт, когнитивное моделирование, управление ситуациями.

## TABLE OF CONTENTS OF METHOD OF COGNITIVE DESIGN IN TASKS OF MANAGEMENT SITUATIONS IN MILITARY CONFLICTS

A.A. Adamenko

*The task of management situations is examined in military conflicts on the basis of concept of self-organization. For its decision a methodological hike is offered, that is based on methodology of cognitive design. Basic determinations are formed, maintenance of the stages, and also list of methods of research of military conflicts which can make maintenance of method of cognitive design in the tasks of management situations in military conflicts, is expounded.*

**Keywords:** military conflict, cognitive design, management situations.