

УДК 004.827:519.876.2

А.В. Тристан

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## УРАХУВАННЯ НЕСТОХАСТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ДАНИХ ОБСТАНОВКИ В ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІЙ МОДЕЛІ ПІДГОТОВКИ І ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ

Розглянуто питання урахування нестохастичної невизначеності даних обстановки під час підготовки і прийняття рішення на бойові дії. Запропоновано для прийняття раціонального рішення використовувати як інструментальну так і цільову раціональність. Цільова раціональність в задачах прийняття рішення досягається при використанні логіко-лінгвістичного підходу та за допомогою математичного апарату теорії нечітких множин. Обґрунтована можливість урахування нестохастичної невизначеності даних на прикладі формування і формалізації мети та стратегії ведення бойових дій повітряним противником в інформаційно-аналітичній моделі підготовки і прийняття рішення на бойові дії.

**Ключові слова:** автоматизована система управління, бойові дії, задача прийняття рішення, інформаційні технології, інформаційно-аналітична модель, лінгвістична змінна, невизначеність даних, нечітка множина, раціональність, стратегія, функція належності.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Прийняття рішення складають основу управлінської діяльності в економічній, виробничій, військовій сфері життєдіяльності людини. Закономірності процесу прийняття рішення та питання оптимізації рішення є предметом наукових досліджень, які ведуться за двома напрямками. Перший напрямок найшов відображення у теорії прийняття рішень. Другий напрямок вивчає поведінкові аспекти прийняття рішення людиною та складає предмет психологічної теорії прийняття рішень [4].

Однак у класичному вигляді за принципом послідовності (який враховує впорядкування можливих альтернатив) та принципом максимізації (максимізації цільової функції) теорія прийняття рішень не завжди здатна виразити поняття «раціональності» рішення.

За допомогою даних принципів теорія прийняття рішень здатна відповісти на питання про оптимальні засоби досягнення мети (вирішити питання інструментальної раціональності), залишаючи відкритим питання аксіологічної (цільової) раціональності, тобто вибору самої мети прийняття рішення. Дана обмеженість теорії прийняття рішень витікає з намагання звести задачу прийняття рішення до математичних моделей, які спираються лише на використання кількісної міри, не враховуючи невизначеності як зовнішнього середовища (природна невизначеність), так і невизначеності у вчинках, поведінці людей, які впливають на процеси прийняття рішення (поведінкова невизначеність). В той же час дану проблему можна вирішити за допомогою нечітких підходів в описуванні вибору мети прийняття рішення, що дозволяє виразити саме поняття «раціональності» і зв'язати вибір цільової установки з ситуацією у зовнішньому середовищі [4].

**Аналіз досліджень та публікацій.** Розуміння необхідності розроблення ефективного математичного апарату для роботи з невизначеностями призвело до розвитку ряду нових наукових дисциплін, таких як теорія нечітких множин, теорія інтервальної математики, теорія можливостей [1, 2], які не заперечують, а доповнюють та розширюють в деяких питаннях традиційні уявлення теорії імовірності.

Математична теорія нечітких множин, запропонована Л. Заде, дозволяє описувати нечіткі поняття та знання, оперувати цими знаннями та робити нечіткі висновки [3]. В наукових працях [1, 5] запропоновано використовувати нечіткі множини у системах управління. Введені поняття *нечітке управління*, надані математичні методи роботи з нечіткими множинами.

Нечіткі множини активно застосовуються й у практиці роботи командирів і штабів Повітряних Сил при прогнозуванні дій повітряного противника. При цьому самим ефективним методом здійснення прогнозу є методи моделювання.

**Метою статті є:** на прикладі вирішення задачі формування і формалізації мети та стратегії ведення бойових дій повітряним противником сформулювати пропозиції та обґрунтувати можливість урахування нестохастичної невизначеності даних обстановки в інформаційно-аналітичній моделі підготовки і прийняття рішення на бойові дії.

### Основна частина

В інформаційно-аналітичній моделі підготовки та прийняття рішення на бойові дії задача *формування замислу дій* повітряного противника, пов'язана як з об'єктивною невизначеністю зовнішнього середовища – (природною) невизначеністю, так і з суб'єктивною невизначеністю в діях противника (поведінковою) невизначеністю.

Послідовність роботи органів військового управління для врахування невизначеності даних

обстановки при формуванні замислу бойових дій включає визначення стратегічної мети бойових дій, відповідно до якої визначається сукупність цілей оперативного рівня і відповідно їм – сукупність тактичних цілей ведення бойових дій.

За допомогою спеціального програмного забезпечення, яке входить до складу інформаційно-аналітичної моделі (за визначеними значеннями показника досягнення мети) здійснюється узгодження цілей на всіх рівнях управління.

Кожна мета бойових дій має перелік стратегій, реалізація яких (за думкою органів управління) дозволить з заданим ступенем достовірності за заданим критерієм досягати мету бойових дій. Сукупність цілей і стратегій з визначенням дій (поведінки) військ (сил) складає варіант замислу бойових дій однієї із сторін, який фізично зберігається в окремому файлі.

Для досягнення поставленої мети може використовуватися декілька стратегій, які також зберігаються як окремі варіанти.

Нехай  $M$  – лінгвістична змінна [3], яка виражає мету бойових дій. Так  $M$  задається кортежем [2] виду:

$$\langle \text{Мета бойових дій} \\ \langle \langle \text{завоювання переваги у повітрі} \rangle, \dots, \langle \text{мета} \\ n\text{-го типу} \rangle \rangle, \\ [k_1^1, \dots, k_n^1], \dots, [k_1^m, \dots, k_n^m], G, E \rangle,$$

де  $[k_1^1, \dots, k_n^1]$  – значення показника першого типу для кожної з  $n$  мети бойових дій,  $[k_1^m, \dots, k_n^m]$  – значення показника  $m$ -го типу для кожної з  $n$  мети бойових дій,  $G$  – процедура перебору елементів базової множини,  $E$  – процедура експертного формування елементів базової множини.

Для кожної мети бойових дій формуються стратегії ведення бойових дій, які включають практичні способи досягнення заданої мети (тактичні прийоми, послідовність тактичних дій). Тобто стратегія у даному розумінні визначає послідовність дій військ, порядок використання сил та засобів для досягнення поставленої мети.

Стратегія охоплює всі можливі ситуації і їх комбінації, які також ділять стратегії по варіантах застосування військ (сил). При цьому спектр варіантів повинен бути повним, але в той же час не збитковим. Для формалізації задачі формування замислу дій противника створюється чітка множина можливих стратегій ведення бойових дій противник  $S$  з урахуванням наявних сил та засобів, ресурсного забезпечення та обстановки, яка склалася, що має вигляд:  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_i\}$ .

Для визначення ступеня досягнення мети бойових дій, заданої лінгвістичною змінною  $M$ , формуються нечіткі множини виду:

$$S^j = \{p_1^j/s_1, p_2^j/s_2, \dots, p_k^j/s_k\}, \quad S^j \subseteq S, \quad (1)$$

де  $p_k^j$  – значення функції належності застосування  $s_k$  –  $i$  стратегії за критерієм досягнення  $m_j$  –  $i$  мети бойових дій.

Необхідно зауважити, що після побудови дерева цілей бойових дій, дерева стратегій по кожній цілі бойових дій, визначення проблем ресурсного забезпечення умовно закінчився етап формування замислу бойових дій, тепер зазначені стратегії повинні перетворитися у бойові завдання.

Для формалізації бойових завдань ЗПН противника введемо наступні припущення:

а) кожна стратегія ведення бойових дій противника включає нечітку множину оперативних цілей:

$$Q = \{ \mu_Q(q_1)/q_1, \dots, \mu_Q(q_i)/q_i \} \quad (2)$$

де  $\mu_Q(q_i)$  – значення функції належності включення  $i$  –  $i$  оперативної цілі до визначеної стратегії ведення бойових дій;

б) кожній оперативній цілі з множини  $Q$  у оперативному плані відповідає ешелон ЗПН противника (оперативне завдання);

в) кожна оперативна ціль з множини  $Q$  складається з нечіткої множини тактичних цілей (тактичних завдань):

$$T = \{ \mu_T(t_1)/t_1, \dots, \mu_T(t_j)/t_j \} \quad (3)$$

де  $\mu_T(q_j)$  – значення функції належності включення  $j$  –  $i$  тактичної мети до визначеної оперативної цілі;

г) кожній тактичній меті з множини  $T$  відповідає група ЗПН противника;

д) кожна група ЗПН діє за єдиним замислом та виконує єдине завдання;

Зберігати відповідні множини ведення бойових дій повітряним противником, оперативні та тактичні цілі можливо в інформаційно-аналітичній моделі за допомогою баз даних та баз знань.

Таким чином деревовидна структура представлення знань щодо мети та можливих стратегій ведення бойових дій противником (рис. 1) має вигляд.

Кожна стратегія ведення бойових дій противника характеризується значеннями нечітких параметрів. Дані параметри враховуються при побудові нечітких алгоритмів розпізнавання замислу дій повітряного противника під час ведення бойових дій [5]. На підставі розпізнаної стратегії дій противника органи управління здійснюють пошук у базі знань раціональної стратегії дій військ (сил) угруповання Повітряних Сил ЗС України та вирішують задачу прийняття рішення.

## Висновки

Теорія нечітких множин дозволяє відобразити невизначеності та неточності реальної обстановки. Нечітка логіка та нечітке управління більш схоже на логіку та мислення людини.

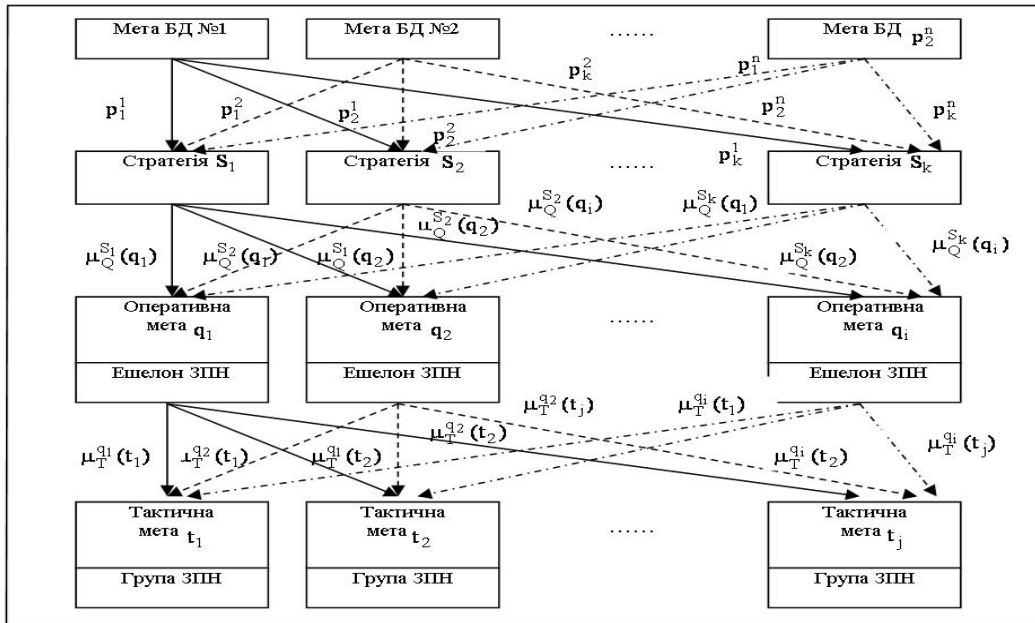


Рис. 1. Деревовидна структура представлення знань щодо мети та можливих стратегій дій повітряного противника

Тому використання математичного апарату теорії нечітких множин у процесі прийняття рішення дозволить будувати моделі, адекватні реальності, розширити можливості системи управління для використання елементів штучного інтелекту при побудові перспективних систем управління складними об'єктами та системами в тому числі і у військовій справі.

### Список літератури

1. Алтунин А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: монография / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
2. Борисов А.Н. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев,

О.А. Крумберг и др. – Рига: Зинатне, 1982. – 256 с.

3. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л.А. Заде. – М.: Мир, 1976. – 165 с.

4. Ярушек В.Е. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в войсках ПВО / В.Е. Ярушек. – Х.: Издательство ВИРТА, 1987. – 324 с.

5. Тристан А.В. Використання теорії нечітких множин у процесі управління складними системами / В.І. Ткаченко, Є.Б. Смірнов, А.В. Тристан // Системи обробки інформації. – Х.: XV ІС, 2008. – Вип. 2(69). – С. 112-115.

Надійшла до редколегії 12.02.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Л.С. Сорока, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків.

### УЧЕТ НЕСТОХАСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДАННЫХ ОБСТАНОВКИ В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОДГОТОВКИ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

А.В. Тристан

Рассмотрен вопрос учета нестохастической неопределенности данных обстановки во время подготовки и принятия решения на боевые действия. Предложено для принятия рационального решения использовать как инструментальную, так и целевую рациональности. Целевая рациональность в задачах принятия решения достигается при использовании логико-лингвистического подхода и с помощью математического аппарата теории нечетких множеств. Обоснована возможность учета нестохастической неопределенности данных на примере формирования и формализации цели и стратегии ведения боевых действий воздушным противником в информационно-аналитической модели подготовки и принятия решения на боевые действия

**Ключевые слова:** автоматизирована система управления, боевые действия, задача принятия решения, информационные технологии, информационно-аналитическая модель, лингвистическая переменная, неопределенность данных, нечеткое множественное число, рациональность, стратегия, функция принадлежности.

### AN ACCOUNT OF UNSTOCHASTIC VAGUENESS OF INFORMATION OF SITUATION IS IN THE INFORMATIONAL-ANALYTIC MODEL OF PREPARATION AND DECISION-MAKING

A.V.. Tristan

The question of account of unstoochastic vagueness of information of situation is considered during preparation and decision-making on battle actions. It is offered for acceptance of rational decision to utilize both instrumental and having a special purpose rationality. Having a special purpose rationality in direction-finding problems is arrived at at the use of logical-linguistic approach and by the mathematical vehicle of theory of fuzzy sets. Possibility of account of unstoochastic vagueness of information is grounded on the example of forming and formalization of purpose and strategy of conduct of battle actions an air opponent in the informational-analytic model of preparation and decision-making on battle actions

**Keywords:** control the system, battle actions, direction-finding problem, information technologies, informational-analytic model, linguistic variable, vagueness of information, unclear plural, rationality, strategy, function of belonging is automated.