

УДК 623.618.51

О.І. Тимочко

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## МЕТОД АВТОМАТИЗАЦІЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПО УПРАВЛІННЮ ДИНАМІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Ефективне застосування авіації ґрунтується на ретельній оцінці обстановки. Ключова роль при цьому належить оцінці повітряної компоненти. Але все більше значення приділяється оцінці наземної складової. Визначається за необхідне традиційні підходи щодо оцінки обстановки доповнити когнітивними методами. Розроблений метод автоматизації підтримки прийняття рішень на застосування динамічних об'єктів, який передбачає врахування особистого евристичного досвіду осіб, що приймають рішення.*

**Ключові слова:** оцінка обстановки, автоматизація, система управління, підтримка прийняття рішення, формалізація знань, динамічний об'єкт.

### Вступ

**Постановка проблеми.** В загальнодержавній системі боротьби з тероризмом і ліквідації наслідків техногенних катастроф важлива роль належить авіації Повітряних Сил Збройних Сил України, Міністерства з надзвичайних ситуацій, Державної прикордонної служби [1]. Авіаційні частини і підрозділи приймають участь в проведенні антитерористичних операцій на військових об'єктах, у повітряному просторі і територіальних водах країни. Як правило, немає альтернативи застосуванню авіації для ліквідації наслідків крупних пожегів, повеній, техногенних аварій.

В подальшому під динамічними об'єктами (ДО) розумітимемо окремі літальні апарати (ЛА), підрозділи і частини авіації, що належать до різних відомств. Аналіз сучасних загроз і викликів свідчить про необхідність зміни масштабів, змісту і методів управління ДО. В цьому зв'язку особлива роль належатиме оцінці обстановки, її повітряної і наземної складових [2, с. 30].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Обстановка оцінюється особами, що приймають рішення (ОПР). Мета – визначення можливостей, задуму, варіантів і тактики дій протилежної сторони, а

також умов, що впливають на характер цих дій. Шляхи – аналіз, узагальнення, прогнозування у реальному масштабі часу інформації, що поступає. Оцінка повітряної обстановки включає визначення: цілей і завдань, до вирішення яких прагне протилежна сторона; складу його сил і засобів, що приймають участь в дії; напрямків, маршрутів, висот повітряних цілей, призначення їх груп і ступеня важливості; типів літальних апаратів (ЛА); способів дій, що очікуються. Аналогічно при оцінці наземної складової важливо точно визначити координати об'єктів впливу динамічних об'єктів.

Ці обмеження зумовлюють застосування особистого евристичного досвіду ОПР та розробку нових способів обробки знань. Тобто оцінка обстановки є складним завданням, якому притаманні:

комплексність розв'язання розрахункових і логіко-аналітичних задач, складність математичної формалізації останніх;  
ієрархічність;  
врахування різнорідних факторів;  
неповнота, неточність початкових даних;  
часові обмеження;

застосування евристичних методів;  
необхідність врахування результатів роботи органів планування.

В існуючих АСУ вирішення цих завдань здійснюється на основі інформації про просторове положення цілі, її тип і пріоритет; про поточний стан і характеристики ДО; про координати і типи об'єктів наземної інфраструктури. Тип цілі при цьому визначається шляхом аналізу та узагальнення інформації від засобів спостереження повітряного простору й особистого досвіду ОПР. Пріоритети повітряним цілям (ПЦ) присвоюються за різними шкалами пріоритетів.

Вирішення завдань управління ДО здійснюється циклічно і в значному ступені залежить від досвіду ОПР. Існуючі АСУ не в змозі вирішувати завдання цього класу за таких причин [3]:

1. Логіко-аналітичні задачі засобами автоматизації не розв'язуються.
2. Алгоритми управління ДО реалізують фактично гарантуючу стратегію.
3. Неповнота моделей предметної області.
4. Слабке врахування результатів роботи органів планування.
5. Використання лише кількісних характеристик процесів, що аналізуються. Якісні оцінки, що базуються на нечітких та розмитих поняттях, не використовуються.

В АСУ лише ряд завдань вирішуються автоматизовано. Основна частина завдань, особливо логіко-аналітичного характеру, вирішуються неавтоматизовано.

Прийняття рішення на застосування ДО ґрун-

тується на результатах оцінки обстановки. Це зумовлено як високою динамікою процесів, так і обмеженими можливостями ОПР. Тобто розробка нових способів обробки знань для оцінки обстановки є актуальним науковим завданням. Одним з перспективних напрямків автоматизації цього процесу є вдосконалення математичного і програмного забезпечення АСУ на основі інтелектуальних інформаційних технологій (ІТ), а саме, когнітивних методів.

Процеси оцінки повітряної обстановки з використанням когнітивних методів розглянуті в роботах [2, 3, 13 – 15]. Але визначення призначення ПЦ, виявлення напрямів, рубежів і часу зосередження зусиль протилежної сторони, характеру поведінки, задуму дій досліджені недостатньо. Аналогічно за рамками досліджень залишилися питання оцінки наземної складової.

**Мета статті** заключається у розробці методу автоматизації прийняття рішень на застосування ДО на основі знання орієнтованих технологій.

### Основний матеріал

Під представленням знань маємо на увазі сукупність методів і засобів опису, розміщення, зберігання і модифікації знань в інтелектуальних системах. Розрізняють декларативні і процедурні методи представлення знань (МПЗ) [4 – 11].

В теперішній час розробляються формалізми, що використовують змішане представлення.

Можливості декларативних МПЗ про процеси оцінки обстановки зведені у табл. 1.

В табл. 1 введені позначення: Н – не дозволяє; К – побічно дозволяє; П – явно дозволяє.

Таблиця 1

Характеристика МПЗ про процеси оцінки обстановки

Фактори, що характеризують початкову інформацію про обстановку	Методи представлення знань, що використовують				
	модальності	2-х значну логіку	4-х значну логіку	багатозначну логіку	положення теорії нечітких мн і множин
Неточність	К	К	К	К	П
Неповнота	К	К	К	К	П
Різномірність	К	К	К	К	П
Кількісні характеристики	Н	Н	Н	Н	Н

Кожен з процедурних МПЗ має свої позитивні риси і недоліки (табл. 2) [5, 7 – 11]. Позначення аналогічні наведеним у табл. 1.

Таким чином, необхідно в рамках єдиного формально-логічного апарату поєднати переваги МПЗ, заснованих на ММЦН, і тих, що використовують положення теорії нечітких множин.

Формалізоване представлення процесів оцінки обстановки з використанням ІТ припускає [12]:

1. Змістовний опис оцінки обстановки.
2. Формалізацію знань на базі вибраного ФЛА.
3. Організацію логічного виводу.

Найбільш складним є процес оцінки повітряної складової.

Основним при цьому є визначення у реальному масштабі часу завдання протилежної сторони і способу його виконання.

Завчасно визначається множина можливих варіантів дій ПЦ  $V_i^i$  для досягнення відповідних цілей:

$$\Omega^i = \{V_i^i\} \quad (1)$$

де  $i = \overline{1, N}$  – номер варіанта дії ПЦ, виробленого на етапі планування.

Таблиця 2

Характеристика методів представлення знань

Особливості процесу виробки рішень	Методи представлення знань, що використовують					
	логічні моделі	нейронні мережі	категорну логіку	фрейми	продукції	мережеву модель цільових настанов (ММЦН)
Динамічність	П	К	К	К	К	П
Альтернативність	П	К	П	К	П	П
Ієрархічність	П	К	К	К	П	П
Логіко-аналітичний характер	П	К	П	К	П	П
Розрахунковий і пошуковий характер	П	К	К	П	П	К
Необхідність гарантованого отримання рішення	К	К	К	П	П	П
Необхідність обґрунтування варіантів рішень	П	Н	К	К	П	П
Необхідність корегування рішень	П	К	К	К	К	П

Кожен варіант представляється деякою множиною подій  $S_j^{t_k}$ , що відбуваються у різні моменти часу  $t_k$  [5, 12]. Формально  $S_j^{t_k}$  характеризується деякою системою еталонних значень ознак  $X_j^y$ :

$$V_i^y = \{S_j^{t_k}\}, \quad S_j^{t_k} = \{X_j^y\}. \quad (2)$$

Множина частинних завдань оцінки ПЦ формально представляється множиною початкових умов (ПУ). Під ПУ маємо на увазі множину необхідних і достатніх умов для прийняття рішень на розподіл зусиль ДО. Кожна ПУ є формальним пред-

ставленням деякої події. Тоді множиною ПУ можна визначити один з варіантів дій ПЦ. При такому підході розпізнання подій є інтерпретація ПУ.

При поточній оцінці ПЦ множина подій інтерпретується на системі ознак  $\{X_j^0\}$ ,  $j = \overline{1, J}$  – номер поточної ознаки. При оцінці ПЦ фактично порівнюються події, представлені у вигляді (2), і події  $\hat{S}_j^{t_k}$ , що відображають поточну повітряну обстановку.

Таким чином, загальна структура методу автоматизованої оцінки повітряної обстановки представлена на рис. 1.

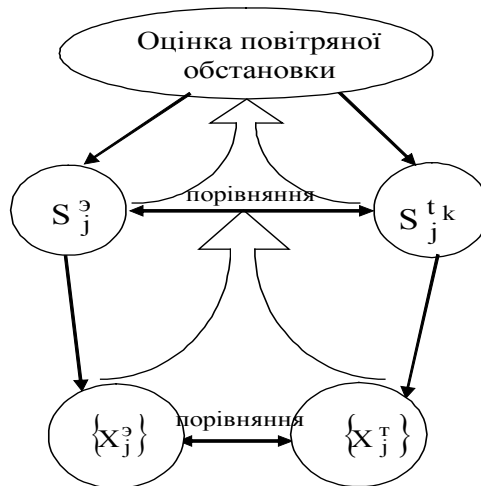


Рис. 1. Порядок оцінки повітряної обстановки

Аналогічно оцінюється наземна складова.

Ефективність виконання завдань підлеглими залежить від якості управління. Показник якості управління (ПЯУ) повністю відповідатиме меті, яку необхідно досягнути, та формалізувати завдання, що вирішує система управління. Фактори, що впливають на ефективність дій, поділяють на об'єктивні (параметри обстановки  $\check{I}_i$ ) і суб'єктивні (параметри управління  $\check{I}_o$ ) [13]. ПЯУ має складну функціональну залеж-

ність від  $\check{I}_i$  і  $\check{I}_o$ . Так, при вирішенні задач оцінки повітряної обстановки враховується важливість цілі  $\Omega_{\check{C}i}$ , яка є функцією від параметрів  $\check{D}_{Ai}$ ,  $\hat{E}_{NAi}^I$ ,  $\Omega_{i\hat{a}}$ ,  $\hat{O}_{\check{m}o}$ , що характеризують призначення цілі; тип цілі; важливість прикриваємого об'єкту на курсі цілі; можливість впливу по цілі відповідно.

Тоді метод автоматизації підтримки прийняття рішень на застосування динамічних об'єктів за до-

помогою автоматизованого аналізу й узагальнення поточної інформації про повітряну (наземну) обстановку, стан і можливості своїх засобів з використан-

ням результатів аналітичної роботи органів управління на етапі планування, включає до свого складу (рис. 2):



Рис. 2. Схема методу автоматизованого вироблення рекомендацій на застосування динамічних об'єктів на основі ІТ

1. Метод автоматизованої оцінки повітряної (наземної) обстановки, який припускає визначення його можливих завдань і способів їх вирішення, призначення і ступеня важливості ПЦ і наземних об'єктів на основі ІТ.

Вона передбачає формалізований опис знань і розробку моделі знань про поведінку об'єктів впливу.

2. Метод автоматизованого вироблення рекомендацій на застосування динамічних об'єктів на основі ІТ.

Вважаємо, що відомі:

результати планування дій;

склад експертних знань про процеси оцінки повітряної (наземної) обстановки;

склад, порядок і можливості ПЦ протидіючої сторони; місцезнаходження, важливість його об'єктів наземної інфраструктури;

склад і можливості наших динамічних об'єктів;

місцезнаходження і важливість об'єктів прикриття;

значення даних, що характеризують поточну повітряну обстановку за даними джерел інформації.

## Висновки

1. Сучасні умови характеризуються динамічністю і швидкоплинністю, високим ступенем невизначеності обстановки і необхідністю врахування при прийнятті рішень факторів, що відрізняються різноманітністю, неточністю та неповнотою. Ці особливості визначають підвищення вимог до оперативності й обґрунтованості рішень на застосування динамічних об'єктів, що приймаються. Одним з напрямів виконання таких вимог є підвищення рівня автоматизації процесів управління [3, 14].

2. В існуючих АСУ рівень автоматизації процесів управління ДО не відповідає сучасним вимогам. В основу побудови алгоритмів покладена гарантуюча стратегія рефлексивного управління нульового рангу. Методологія такого підходу не враховує поінформованість протилежної сторони про основні принципи управління, реалізовані в системі управління, модель поведінки, можливі цілі і задум противника. В структурі алгоритмів управління не враховуються результати роботи органів планування, отримані на етапі завчасної підготовки [3, 14].

3. Автоматизацію прийняття рішень на основі інформаційних технологій доцільно здійснювати з використанням когнітивних методів. Недостатні можливості опису апарату формалізації на основі мережевої моделі цільових настанов і відомих методів представлення знань для рішення завдань розглянутого класу визначають необхідність його удосконалення [15]. Причому за доцільно вважається поєднання у рамках єдиного формалізму переваг методів представлення знань, заснованих на ММЦН, і тих, що використовують положення теорії нечітких множин.

4. Розроблений метод відрізняється від відомих врахуванням даних не лише про повітряну, але й про наземну обстановку, застосуванням стратегії рефлексивного управління і виробленням рекомендацій на застосування динамічних об'єктів.

5. Подальші зусилля необхідно спрямовувати на розробку формально-логічного апарату для рішення задач вказаного класу.

### Список літератури

1. Серветник Ю.С. Роль, місце та завдання сил спеціальних операцій Збройних Сил України у загальнодержавній системі боротьби з тероризмом / Ю.С. Серветник, В.Б. Бзот, І.Г. Дзверін // Системи озброєння і військова техніка: наук. ж. – Х.: ХУПС, 2009. – № 2(18). – С. 151-155.
2. Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торопчин, І.О. Романенко, Ю.Г. Даник, Р.Е. Пащенко та ін. – К.: МО України, Х.: ХВУ, 2003. – 368 с.
3. Романенко І.А. Метод автоматизованої оцінки повітряного противника на командному пункті групування ЗРВ з використанням стратегії рефлексивного управління другого ранга / І.А. Романенко, А.В. Александров. – Х.: ХУПС, 2006. – Вип. 3(9). – С. 28-31.
4. Ивлев Ю.В. Содержательная семантика модальной логики / Ю.В. Ивлев. – М.: МГУ, 1985. – 170 с.
5. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления /

В.Е. Ярушек, В.П. Прохоров, Б.Н. Судаков, А.В. Мишин. – Х.: ХВУ, 1993. – 446 с.

6. Дюбуа Д. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике: пер. с фр. / Д. Дюбуа, А. Прад. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.

7. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности / под ред. Б.М. Герасимова – Севастополь: МОУ НИЦ "Государственный океанариум", 2004. – 320 с.

8. Герасимов Б.М. Нечеткие множества в задачах проектирования, управления и обработки информации / Б.М. Герасимов, Г.Г. Грабовский, Н.А. Рюшин. – К.: Техніка, 2002. – 140 с.

9. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта / Н. Нильсон. – М.: Радио и связь, 1985. – 373 с.

10. Чень Ч. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем: пер. с англ. / Ч.Чень, Р. Ли. – М.: Наука, 1983. – 358 с.

11. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2001. – 382 с.

12. Поспелов Д.А. Ситуационное управление, теория и практика / Д.А. Поспелов. – М.: Наука, 1986. – 284 с.

13. Выбор метода решения задачи распознавания воздушных объектов в экспертной системе реального времени / В.А. Затхей, А.В. Александров, М.А. Павленко, А.В. Першин // Моделирование та інформаційні технології. – К.: НАНУ, ІПМЕ. – 2004. – Вип. 26. – С. 67-74.

14. Руководство ЗРВ ПВО. Боевая работа на командном пункте зенитной ракетной бригады оснащенного АСУ "Поляна - Д4".

15. Низиенко Б.И. Методика автоматизированного синтеза формализованных описаний знаний для распознавания воздушных объектов / Б.И. Низиенко, О.В. Шевченко, А.В. Александров. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 4 (32). – С. 109-115.

Надійшла до редколегії 27.08.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.Ю. Соколов, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків.

### МЕТОД АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.И. Тимочко

Эффективное применение авиации базируется на тщательной оценке обстановки. Ключевая роль при этом принадлежит оценке воздушной компоненты. Но все большее значение придается оценке наземной составляющей. Считается необходимым традиционные подходы к оценке обстановки дополнить когнитивными методами. Разработан метод автоматизации поддержки принятия решений на применение динамических объектов, учитывающий личный эвристический опыт лиц, принимающих решения.

**Ключевые слова:** оценка обстановки, автоматизация, система управления, поддержки принятия решения, формализация знаний, динамический объект.

### METHOD OF AUTOMATION OF SUPPORT OF MAKING A DECISION ON A MANAGEMENT DYNAMIC OBJECTS ON THE BASIS OF INTELLECTUAL INFORMATION TECHNOLOGIES

O.I. Tymochko

Effective application of aviation is based on the careful estimation of situation. A key role here belongs to the estimation of air components. But all of greater value is given the estimation of surface constituent. Considered necessary traditional going near the estimation of situation to complement cognitive methods. The method of automation of support of making a decision is developed on application of dynamic objects, taking into account the personal heuristic experience of persons, decisionmaking.

**Keywords:** estimation of situation, automation, control the system, supports of decision-making, formalization of knowledges, dynamic object.