

УДК 623.765:681.513.6

П.П. Зуєв<sup>1</sup>, О.О. Тімочко<sup>2</sup>, О.В. Дудко<sup>3</sup><sup>1</sup> *Повітряне командування «Південь», Одеса*<sup>2</sup> *Фірма Х1, Харків*<sup>3</sup> *Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ*

## ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ПОДАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ СИТУАЦІЙ ЧЕРГОВИМИ СИЛАМИ ОБ'ЄДНАННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ

*Проаналізовані основні особливості існуючої системи управління черговими силами і засобами протиповітряної оборони в об'єднанні Повітряних Сил. Запропоновані нові завдання, які необхідно вирішувати в процесі розпізнавання ситуацій у повітряному просторі. Обґрунтована необхідність розширення множини методів розпізнавання ситуацій у повітряному просторі. Показано, що повна автоматизація рішення задачі розпізнавання ситуацій у повітряному просторі можлива лише за умови використання нової інформаційної технології – технології експертних систем і систем ухвалення рішень у поєднанні з традиційними методами.*

**Ключові слова:** прийняття рішень, чергові сили, розпізнавання ситуацій, повітряний простір, подання інформації, знання, кількісні та якісні ознаки.

### Вступ

**Постановка проблеми і аналіз літератури.** Результати останніх військових конфліктів у світі показали, що збільшені можливості сил і засобів повітряного нападу противника (як пілотованих, так і безпілотних) приводять до скорочення часу, що мають у своєму розпорядженні чергові сили об'єднання Повітряних Сил (ПС) у секторі прикриття повітряного простору на прийняття рішення. Своєчасна постановка завдань в таких умовах стає можливою тільки у близькому до реального масштабі часу.

Так, показано, що час на оцінку обстановки, підготовку необхідних пропозицій і ухвалення рішення на дії чергових сил в цілому може скласти 10-40 с у підрозділі зенітних ракетних військ (ЗРВ), до 1 хв у частині ЗРВ і 4-6 хв у об'єднанні ПС [1, 2]. Загальновідомо, що темп оновлення інформації повинен складати приблизно третину від часу на прийняття рішення. У зв'язку з цим задовільною величиною періоду оновлення інформації про повітряну обстановку можна вважати 10-15 с для командного пункту (КП) (чергових сил) підрозділу ЗРВ, до 20 с – КП частини ЗРВ і 1,5-2 хв – КП об'єднання ПС.

Очевидно, що з урахуванням існуючого часу на передачу команд управління і особливостей прийняття рішення на дії чергових сил, чергові розрахунки повинні мати для відображення дані обстановки, що прогнозується на 2-3 цикли управління вперед.

Вказане визначає необхідну швидкість відтворення повітряної обстановки на засобах відображення і час екстраполяції даних, і свідчить про істотне посилення впливу обмежень зі швидкодії ЕОМ із зростанням складності оперативно-тактичної обстановки, що відображається.

У роботах [3-5] показана можливість забезпечення чергових бойових розрахунків КП необхідними даними оперативно-тактичної обстановки при створенні в об'єднанні ПС інформаційної системи, що складається з таких стандартизованих компонентів:

- а) засобів інформаційних технологій (наприклад, сучасні ЕОМ, планшети), використовуваних за автоматизовані робочі місця посадових осіб чергових бойових розрахунків;
- б) системи передачі даних по каналах зв'язку і лініях міжмашинного обміну;
- в) набору необхідних уніфікованих периферійних пристроїв;
- г) типового комплексу загальносистемних і спеціальних програмних засобів, що адаптуються під вирішувані завдання і рівень управління.

Таким чином, аналіз існуючої системи управління черговими силами і засобами об'єднання ПС і її можливостей з несення бойового чергування свідчить про таке:

- а) використання графоаналітичної методики при прийнятті рішень на застосування чергових сил характеризується великим запасом часу для оцінки обстановки, що значно впливає на оперативність;
- б) відсутність засобів автоматизації знижує якість процесів управління черговими силами і засобами протиповітряної оборони;
- в) необхідність об'єднанні ПС інформаційної системи на базі сучасних засобів інформаційних технологій, яка підвищить якість управління черговими силами.

**Метою статті** є обґрунтування пропозицій щодо удосконалення методів подання інформації при розпізнаванні ситуацій черговими силами об'єднання ПС.

## Основна частина

Одним з основних шляхів підвищення оперативності управління військами (силами) і бойовими засобами є комплексна автоматизація процесів збору, зберігання, обробки і передачі інформації. З числа завдань, вирішення яких через їх трудомісткість доцільно покласти на засоби автоматизації, основне місце належить розпізнаванню ситуацій. Вони полягають у формуванні узагальнених висновків про поточну або прогнозовану ситуацію шляхом аналізу часткових відомостей про обстановку і результатів вирішення інших завдань розпізнавання [6, 7].

Підвищення оперативності обробки інформації в різних органах бойового управління за рахунок автоматизації вирішення завдань розпізнавання натрапляє при розробці автоматизованих систем управління (АСУ) військового призначення на ряд труднощів, обумовлених специфічними особливостями завдань цього класу.

Головною з них є так звана відкритість – неможливість складання вичерпної постановки завдання. Відкритий характер завдань розпізнавання обумовлений їх високою складністю і посилюється відсутністю адекватних засобів їх формалізації. Він виявляється в значній змінюваності постановок завдань розпізнавання впродовж циклу розробки програмних засобів, призначених для їх вирішення. Така змінюваність істотно утрудняє розробку автоматизованих систем, а в деяких випадках робить її взагалі неможливою.

Для того, щоб краще з'ясувати предмет завдання розпізнавання ситуацій, пропонуємо звернутися до абстрактної постановки завдання прийняття рішень при розпізнаванні ситуацій.

У процесі розпізнавання ситуацій повинні вирішуватися такі завдання:

- ототожнення (ідентифікація) повідомлень, що надходять від радіолокаційних джерел, з даними диспетчерського контролю про приналежність повітряних засобів;

- знаходження узагальнених оцінок координатних параметрів і некоординатних ознак повітряних засобів за ототожненими даними;

- класифікація ситуацій за об'єднаною інформацією.

У складі формалізованих повідомлень від джерел інформації присутня, як правило, координатна і некоординатна інформація.

Практично в усіх АСУ при ототожненні повідомлень використовуються, в основному, координатні дані, оскільки вони більш інформативні з погляду просторової ідентифікації окремих повітряних засобів. Ознакова інформація використовується лише для грубого ототожнення, а також для заборони ототожнення повідомлень з ознаками, що істотно

відрізняються (наприклад, «своїх» повітряних засобів з «чужими»).

Завдання знаходження узагальнених оцінок некоординатних ознак і класифікацій ситуацій у повітряному просторі традиційно вирішується особами бойових розрахунків з обмеженим використанням засобів автоматизації. При цьому прийняття важливих інформаційних рішень завжди є прерогативою чергових сил (людини).

Таким чином, відомі методи і алгоритми об'єднання інформації в АСУ не повною мірою використовують ознакову інформацію для ототожнення повідомлень. А при її узагальненні і прийнятті рішень про типи ситуацій, що виникають у повітряному просторі, використовують не всю сукупність ознак.

При вирішенні завдання розпізнавання фізичної невизначеності успішно враховувалися за допомогою методів теорії імовірності. Побудова організаційно-технічних систем, до яких відноситься і АСУ авіацією та ППО, привела до необхідності розширення множини методів розпізнавання, які дозволяли б обробляти інформацію, що надходить від людини на природній мові.

Інформація про деякі ознаки повітряних об'єктів може бути отримана за рахунок використання органів чуття, знання і досвіду людини, прямо або побічно, шляхом застосування експертних систем. Це вимушує, не дивлячись на властиві обмеження за точністю, розглядати людину і системи, що використовують знання, як спеціальні джерела інформації.

Об'єктивною реальністю, що існує при рішенні завдання розпізнавання ситуацій, є неповнота інформації про ознаки повітряних засобів. Це проявляється у відсутності значень частини ознак на даний момент часу; у багатозначності значень ознак; у невідповідності значень ознак реальності.

Таким чином, система об'єднання інформаційних потоків про повітряні засоби повинна мати і використовувати знання, які можна умовно розділити на дві групи:

- про властивості повітряних засобів і джерела інформації, що дозволяють визначати ці властивості;

- про внутрішню структуру ситуацій у повітряному просторі та їх взаємозв'язках.

Цим знанням, що отримуються від експертів, також можуть бути властиві неоднозначність, неповнота і суперечність.

Таким чином, дане завдання розпізнавання ситуацій є таким, що не формалізується за допомогою звичайних математичних методів, що спираються тільки на апарат теорії імовірності і математичної статистики.

Тому доцільно поєднувати статистичні методи рішення з методами, що дозволяють подавати й обробляти дані і знання спільно.

Наявність великої кількості чинників, що не формалізуються, впливає на результати рішень, що приймаються особами бойового розрахунку. Тому завдання побудови точної математичної моделі системи і пошуку оптимальних рішень стає практично нездійсненним. Вибір конкретної моделі може використовуватися лише як засіб отримання деякої додаткової інформації про повітряну обстановку. Людині зазвичай важко охопити всі кількісні характеристики повітряного засобу. Тому необхідно застосовувати методи якісного аналізу, що дозволяють проводити узагальнення кількісних характеристик повітряної обстановки, полегшують людині аналіз ситуацій, що виникають у процесі бойової роботи.

Принципова відмінність нового етапу розвитку інформаційно-керуючих систем полягає у використанні методів штучного інтелекту [6] і технології експертних систем [7].

Прогрес комп'ютерної технології спільно з досягненнями в області моделювання розумової діяльності людини дали нові методологічні можливості в області автоматизації управління. З'явилася принципово нова можливість оперувати в ЕОМ не тільки з кількісними даними, але й зі знаннями, отриманими, зокрема, від експертів.

З проведеного аналізу виходить, що повна автоматизація вирішення завдання розпізнавання ситуацій у повітряному просторі можлива лише на основі використання нової інформаційної технології – технології експертних систем і систем прийняття рішень у поєднанні з традиційними методами розв'язання часткових задач. Такий підхід дозволяє використовувати:

- досвід і можливості осіб бойового розрахунку у вирішенні даного класу завдань;
- знання висококваліфікованих експертів (фахівців) у проблемній області;
- алгоритми розв'язання часткових задач, засновані на традиційній технології і добре відпрацьовані на практиці.

Сучасні інформаційні технології дозволяють на більш високому рівні автоматизувати вирішення таких завдань:

- об'єднання різнорідних даних, що надходять від джерел різнотипних інформацій;
- виявлення нештатних ситуацій у повітряному просторі;
- класифікація ситуацій у повітряному просторі за ступенем небезпеки для об'єктів оборони об'єднання ПС.

Відомі статистичні моделі розпізнавання дозволяють обробляти лише дані із стохастичною невизначеністю. Системи розпізнавання, побудовані на основі подібних моделей, повинні використовувати дані від джерел інформації, що реалізують статистичні методи обробки сигналів.

У роботі [3] запропонована ідея сумісного вирішення завдань виявлення, супроводу і класифікації повітряних засобів з використанням координатної і некоординатної інформації. Для об'єднання даних від різнотипних джерел введена багаторівнева система алфавітів класів, формалізована у вигляді ієрархічного багаторівневого графа.

Розпізнавання із застосуванням методів теорії статистичних рішень дозволяють використовувати ознаки з імовірнісною мірою невизначеності.

Структурні моделі розпізнавання були розвинені з необхідністю вирішення завдань розпізнавання зображень. Специфіка області використання даних моделей не дозволяє їх застосовувати для вирішення розглянутого завдання.

У логічних системах розпізнавання [2] класи і ознаки розглядаються за логічні змінні, а всі відомості апріорного характеру про класи подаються у вигляді булевих співвідношень. Методи вирішення завдання розпізнавання в логічних системах засновані на побудові скороченого базису – таблиці зі всілякими комбінаціями значень істинності набору логічних елементів. Через значні обчислювальні витрати дані методи не можуть бути використані для вирішення даного завдання.

Розширенням логічних моделей розпізнавання з'явився алгебраїчний підхід [6] і розроблені на його основі алгоритми обчислення оцінок. Метою алгебраїчного підходу до завдань розпізнавання є отримання алгоритму, що забезпечує виділення з представлених даних всієї корисної інформації й отримання рішення, повністю відповідного його інформативності.

Недоліком таких систем розпізнавання є необхідність роботи з багатовимірними матрицями, покладеними в основу формалізованого опису класу. Для сучасних інтелектуальних систем через значну обчислювальну складність такий алгоритм побудувати неможливо.

Для обробки якісної інформації з нестохастичною невизначеністю в роботі [7] були розроблені способи об'єднання в єдину систему кінцевої множини автоматів, що розпізнають. Основна увага при цьому приділяється методам об'єднання інформації розпізнавання окремих кінцевих автоматів на рівні часткових рішень про класи об'єктів (процедури голосування). Обмеженість даних процедур тільки якісною інформацією також не дозволяє їх використовувати для вирішення поставленого завдання.

Для оцінки ступеня істинності розпізнаваного класу за кількісними ознаками запропоновано використання нечіткої логіки. Визначення ступеня істинності класів проводилося з використанням мір можливості і необхідності тверджень, інтерпретацією яких є апріорний і поточний розподіли значень відповідної ознаки. Проте для адекватності

опису класів розпізнаваних об'єктів переважнішим виявляється сумісне використання кількісних і якісних ознак.

Таким чином, для вирішення завдання розпізнавання ситуацій у повітряному просторі в умовах різномірності, неповноти даних про ознаки існує ряд окремих методів. Жодна з існуючих систем розпізнавання не враховує всіх особливостей вирішувального завдання, що породжує необхідність проведення додаткових досліджень.

Проте окремі методи і прийоми можуть бути використані для вирішення часткових завдань. До них відносяться:

- методи формалізації даних про поточні і ап'ріорні значення кількісних і якісних ознак;
- подавання знань про опис класів ознаками в диз'юнктивно-кон'юнктивній формі подібно до логічних систем розпізнавання.

### Висновки

Аналіз особливостей завдання розпізнавання ситуацій у повітряному просторі дозволяє зробити такі висновки.

1. Завдання може бути вирішене тільки на основі сумісної обробки поточних даних і розрахунково-планової інформації про повітряний засіб і знань у даній області.
2. Завдання вирішується, як правило, в умовах неповноти, невизначеності і суперечності вхідних даних і використовуваних знань.
3. Завдання, як правило, не підлягає строгій формалізації на основі традиційних математичних методів. При цьому з погляду постановки завдання воно є відкритим.
4. Завдання відрізняється складністю рішення, великою кількістю чинників, що впливають на рішення, і багатоваріантністю можливих рішень.

### ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДОВ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ СИТУАЦИЙ ДЕЖУРНЫМИ СИЛАМИ ОБЪЕДИНЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СИЛ

П.П. Зуев, А.А. Тимочко, А.В. Дудко

*Проанализированы основные особенности существующей системы управления дежурными силами и средствами противовоздушной обороны в объединении Воздушных Сил. Предложены новые задачи, которые необходимо решать в процессе распознавания ситуаций в воздушном пространстве. Обоснована необходимость расширения множества методов распознавания ситуаций в воздушном пространстве. Показано, что полная автоматизация решения задачи распознавания ситуаций в воздушном пространстве возможна лишь на основе использования новой информационной технологии – технологии экспертных систем и систем принятия решений в сочетании с традиционными методами.*

**Ключевые слова:** *принятие решений, дежурные силы, распознавание ситуаций, воздушное пространство, представление информации, знания, количественные и качественные признаки*

### SUGGESTION ON IMPROVEMENT OF METHODS OF PRESENTATION OF INFORMATION AT RECOGNITION OF SITUATIONS BY DUTY FORCES OF AIR COMMAND

P.P. Zuev, O.O. Timochko, O.V. Dudko

*The basic features of the existent system of control by duty forces and facilities of air defense in the Air command are analyzed. New tasks which must be decided in the process of recognition of situations in air space are offered. The necessity of expansion of great number of methods of recognition of situations in air space is grounded. It is shown that complete automation of task decision of situations recognition in air space is possible only on the basis of the use of new information technology. Those technologies are technologies of consulting models systems and decision making systems in combination with traditional methods.*

**Keywords:** *decision making, duty forces, recognition of situations, air space, presentation of information, knowledge, quantitative and high-quality signs.*

Тому пропонується для вирішення завдань розпізнавання ситуацій у повітряному просторі використовувати комбіновані методи – застосування методів експертних оцінок і теорії логіки у поєднанні з традиційними методами розв'язання часткових завдань розпізнавання.

### Список літератури

1. *Авиация ПВО России и научно-технический прогресс: боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра: Монография / В.К. Бабич, Л.Е. Баханов, Г.П. Герасимов и др.; под ред. Е.А. Федосова. – М.: Дрофа, 2005. – 815 с.*
2. *Харук А. И. Боевая авиация XXI века: Военная энциклопедия XXI / А.И. Харук. – М., 2011. – 304 с.*
3. *Красовский А.А. Системы автоматического управления летательных аппаратов / А.А. Красовский, Ю.А. Вавилов, А.И. Сучков. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1986. – 286 с.*
4. *Тарасов В.Г. Основы теории автоматизированных систем управления / В.Г. Тарасов. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1988. – 364 с.*
5. *Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский: Пер. с польск. И. Рудинского. – М.: 2006. – 385 с.*
6. *Разработка метода многоэтапной формализации знаний о процессе распознавания оперативно-тактических ситуаций / М.А. Павленко, П.Г. Бердник, С.В. Кукобко, Ю.В. Данюк // Системи обробки інформації. – Вип. 5(103). – Х.: ХУПС, 2012. – С. 60–64.*
7. *Королюк Н.О. Особливості формалізації лінгвістичних змінних, які використовуються при описі процесу вибору параметрів запланованого перехвату при призначенні впливів винищувачами на повітряні цілі / Н.О. Королюк, О.І. Тимочко, О.А. Коршець // Системи озброєння і військова техніка. Вип. 3(7). – Х.: ХУПС, 2006. – С. 36–39.*

Поступила до редколегії 10.08.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, доцент М.А. Павленко, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків.