

УДК 007.355

І.О. Ляшенко<sup>1</sup>, Є.В. Цветков<sup>1</sup>, Д.В. Безкровний<sup>2</sup><sup>1</sup>Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ<sup>2</sup>Державний науково-випробувальний центр ЗС України, Феодосія

## ФОРМАЛІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИМИ СИСТЕМАМИ РОЗВІДКИ

*Розглянуто порядок формалізації структури процесу прийняття рішення щодо ідентифікації повітряних суден інформаційно-управляючими системами розвідки за допомогою теорії нечітких множин та представлення продукційних моделей.*

**Ключові слова:** ідентифікація, повітряні судна, нечіткі множини, продукційні моделі.

### Вступ

Трагічні події в США 11 вересня 2001 р. стали нагадуванням усьому світові - наскільки може бути небезпечним захоплення повітряного судна. В Україні офіційно визначено 34 важливих об'єктів держави, що підлягають прикриттю Повітряними Силами Збройних Сил України [1]. Насправді таких об'єктів значно більше (АЕС – 5, хімічно-небезпечних об'єктів різних ступенів загроз – 1806, вибухонебезпечних - 160, вибухово-пожежонебезпечних – 655, пожежонебезпечних – 424, об'єктів, які продовжують роботу на воєнний час – 5026, нафтопроводів – 7095,4 км., газопроводів - 16700 км., аміакопровід – 814 км.), у разі руйнування цих об'єктів може бути забруднено: по радіаційному показнику – до 35% та по хімічному показнику – до 20-25% території держави.

Це наочно підтверджує необхідність й актуальність достовірної ідентифікації повітряних об'єктів інформаційно-управляючими системами розвідки з метою достовірної оцінки ступеня їхньої безпеки та вживання адекватних заходів.

Питання достовірної та своєчасної ідентифікації повітряних суден обговорюється як в нашій країні, так і за рубежом [2 –7]. З метою своєчасної органі-

зації дій щодо виявлення повітряних суден (ПС) необхідно як можна швидше і достовірніше ідентифікувати його як відповідне судно на основі значної кількості різнорідних даних. Це можливо за рахунок застосування відповідних систем підтримки прийняття рішень (СППР), розроблених з використанням новітніх технологій.

**Метою** даної статті є обґрунтування порядку формалізації структури процесу прийняття рішення щодо ідентифікації повітряних суден за допомогою теорії нечітких множин та представлення продукційних моделей.

### Основна частина

Загальна структура та зміст процесу прийняття рішення щодо ідентифікації повітряних суден за допомогою теорії нечітких множин та представлення продукційних моделей представлені на рис. 1.

Процес складається з таких етапів:

розробка формалізованого опису знань про ознаки ПС в рамках відповідного алфавіту класів з використанням теорії нечітких множин;

розробка формалізованого опису знань про процеси ідентифікації ПС в рамках відповідного алфавіту класів з використанням дерева виведення на основі нечіткої продукційної моделі  $M_{TAC}$ ;

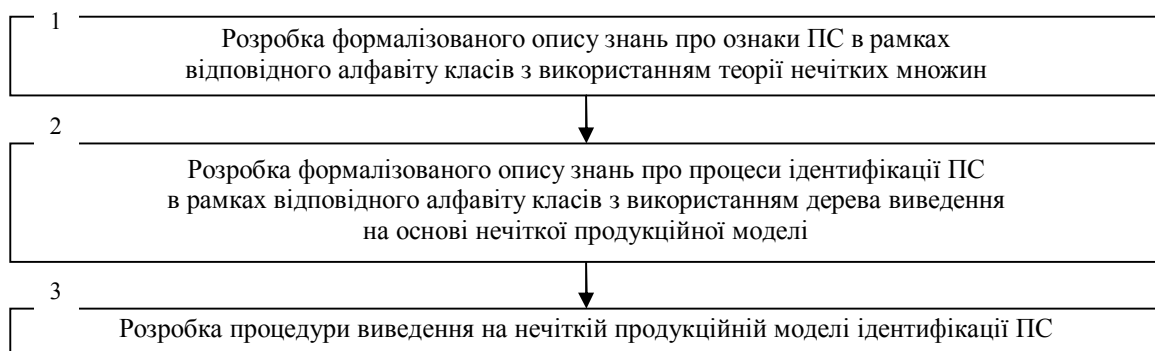


Рис. 1. Структура і зміст методики ідентифікації ПС

розробка процедури виведення на нечіткій продукційній моделі  $M_{TAC}$  класів ПС.

В даній роботі ми розглянемо етапи розробки формалізованого опису знань про процеси ідентифікації повітряних суден – загроз з використанням нечіткої продукційної моделі та процедури виведення на нечіткій продукційній моделі ідентифікації ПС.

Відповідно до визначених множини лінгвістичних змінних (ЛЗ) та нечітких змінних (НЗ) і, відповідно до їх ієрархічної структури, яка визначається відповідним співвідношеннями, будується дерево виведення та визначається множина необхідних входних даних

$$X_{Bx} = \{x_1^{Bx}, \dots, x_i^{Bx}, \dots, x_{37}^{Bx}\}.$$

Ними можуть бути, наприклад:  $x_1^{Bx}$  - наявність перетину повітряним судном (ПС) державного кордону без відповідного дозволу;  $x_2^{Bx}$  - наявність згоди органу управління на зміну ПС параметрів польоту;  $x_3^{Bx}$  - висота польоту ПС; ...  $x_i^{Bx}$  - наявність позитивної реакції ПС на вказівки літаків-перехоплювачів і т. д.

Визначені рівні логічних вершин дерева виведення визначають відповідні бази правил виведення, які в наступному об'єднуються в ієрархічну (багаторівневу) структуру – загальну базу правил  $BP_{M_{TAC}}$  нечіткої продукційної моделі  $M_{TAC}$  в рамках наступного відношення

$$BP_{M_{TAC}} = BP_1 \cup BP_2 \cup BP_3 \cup BP_4$$

де  $BP_1$  - база правил, яка реалізує логічне виведення в рамках II-го рівня дерева виведення на рис. 2;

$BP_2$  - база правил, яка реалізує логічне виведення в рамках III-го рівня відповідно до дерева виведення;

$BP_3$  - база правил, яка реалізує логічне виведення в рамках IV-го рівня відповідно до дерева виведення;

$BP_4$  - база правил, яка реалізує логічне виведення в рамках V-го рівня відповідно до дерева виведення.

При цьому, вихід однієї бази правил є входом для іншої (рис. 3.).

Побудова структури загальної бази правил, з одного боку, дозволяє зменшити складність нечіткої продукційної моделі  $M_{TAC}$  за рахунок проведення декомпозиції, а з іншого боку, дозволяє застосувати різні типи продукційних правил (відповідно і алгоритмів виведення) згідно рівнів ієрархічної бази правил  $BP_{M_{TAC}}$ .

При побудові бази правил  $BP_{M_{TAC}}$  будемо використовувати [8, 9]:

1) тип нечітких лінгвістичних продукційних правил, в яких як передумови, так і висновки правил є нечіткими висловлюваннями (fuzzy proposition), а саме правила, передумови і висновки яких формуються на основі нечітких множин I-го типу;

2) структурно відповідні правила є складовими, де в передумовах нечіткі висловлювання, що з'єднуються нечіткими логічними операціями "ТА", "АБО", відносяться до різних входних змінних з множини  $X_{Bx} = \{x_1^{Bx}, \dots, x_i^{Bx}, \dots, x_{37}^{Bx}\}$  (рис. 2);

3) MISO-структуру бази правил, тобто багато входів – один вихід (Multi Inputs – Single Output).

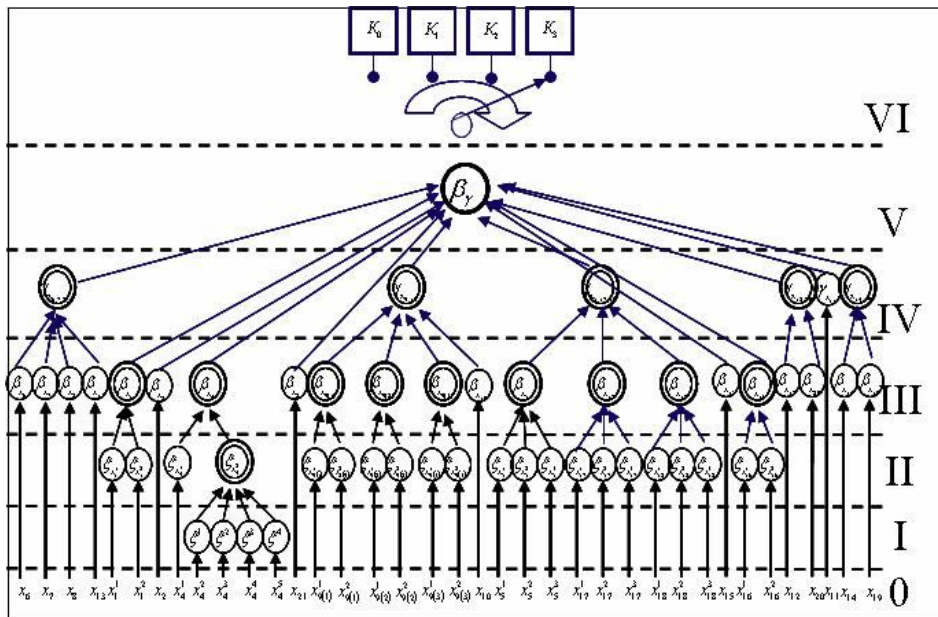


Рис. 2. Дерево виведення моделі процесу прийняття рішень щодо ідентифікації повітряних суден

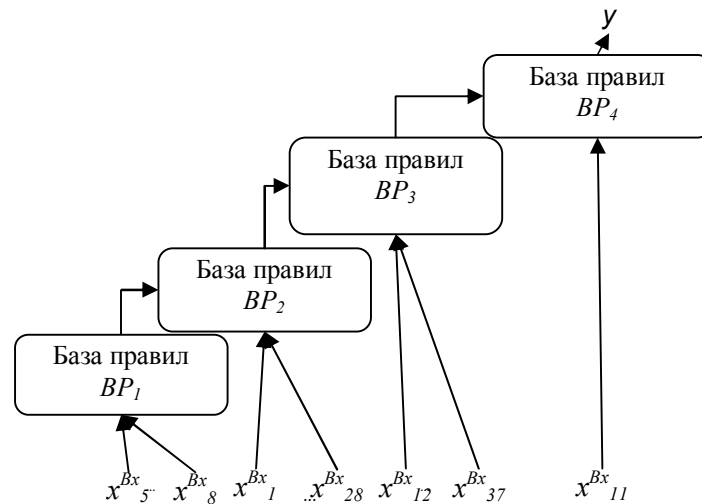


Рис. 3. Ієрархічна структура загальної бази правил виведення класу повітряного судна

## Висновок

Розроблена методика дозволяє формально представити процес прийняття рішення з ідентифікації повітряного судна у вигляді нечітких логічних рівнянь, аргументами яких є значення функцій приналежності нечітких множин.

В результаті формалізації процесу прийняття рішень щодо ідентифікації повітряних суден можна зробити висновок, що для ефективної формалізації знань та даних про процеси прийняття рішень щодо повітряних суден в ситуації загрози необхідно застосування як класичних методів розпізнавання образів та теорії прийняття рішень, так і методів штучного інтелекту та теорії нечітких мір і множин (тобто створення гібридних систем).

## Список літератури

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22.12.04 р. № 945-рп "Про затвердження переліку важливих об'єктів держави, що підлягають прикриттю Повітряними Силами Збройних Сил України"
2. Куликов А.Н. Опознавание требует консолидации усилий / А. Куликов // ВКО. – 2010. – №6 [55]. – С. 42-49.
3. Антонович Г. Как искоренить "дружественный огонь" / Г. Антонович, А. Куликов // ВКО. – 2011. – №1 [56]. – С. 28-35.

4. Куликов А.Н. Система идентификации вместо системы опознавания / А. Куликов // Воздушно-космическая оборона. – М., 2009. – № 3. – С. 70-78.

5. Безкровний Д.В. Аналіз підходів до ідентифікації повітряних суден-загроз застосування терористичних атак в провідних країнах світу / Безкровний Д.В., Ляшенко І.О., Каркищенко І. М., Козловський А.В. // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2011. – Вип. 1(27). – С. 250-252.

6. Куликов А. Опознавание как государственная боевая система / А.Н. Куликов // Воздушно-космическая оборона. – М., 2009. – № 6(49). – 34 с.

7. Куликов А.Н. Настоящее и будущее опознавания / А.Н. Куликов // Воздушно-космическая оборона. – М., 2007. – № 1. – 41 с

8. Искусственный интеллект: В 3 кн. Кн. 1. Системы общения и экспертные системы: Справочник / Под ред. Э.В. Попова. – М.: Радио и связь, 1990. – 464 с.

9. Ярушкіна Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем / Н.Г. Ярушкіна : Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 320 с.

Надійшла до редколегії 24.07.2013

Рецензент: д-р техн. наук проф. Ю.В. Кравченко, Національний університет оборони України ім. І. Черняховського, Київ.

## ФОРМАЛИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО ИДЕНТИФИКАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИМИ СИСТЕМАМИ РАЗВЕДКИ

И.А. Ляшенко, Е.В. Цветков, Д.В. Безкровный

Рассмотрен порядок формализации структуры процесса принятия решения по идентификации воздушных судов информационно-управляющими системами разведки с помощью теории нечетких множеств и продукционных моделей.

**Ключевые слова:** идентификация, воздушные суда, нечеткие множества, продукционные модели.

## FORMALIZATION OF STRUCTURE PROCESA DECISION-MAKING ON AUTHENTICATION AIR COURTS OF RECONNAISSANCE'S INFORMATIC-MENEDGMENT SYSTEMS

I.O. Lyashenko, E.V. Cvetkov, D.V. Beakrovny

The order of formalization structure of process decision-making on authentication air ships of reconnaissance's informatic-menedgment systems is considered by the theory of fuzzy sets and models of products.

**Keywords:** authentication, air ships, fuzzy sets, models of products.