

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 ОЗНАК ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИМИ СИСТЕМАМИ РОЗВІДКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЛОЖЕНЬ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Пропонується підхід до ідентифікації повітряних суден інформаційно-управляючими системами розвідки шляхом формалізації їх ознак.

**Ключові слова:** ідентифікація, повітряні судна, нечіткі множини, формалізація.

### Вступ

Для ефективної формалізації знань та даних про процеси прийняття рішень щодо повітряних суден [1 – 5] необхідне використання як класичних методів розпізнавання образів та теорії прийняття рішень, так і методів штучного інтелекту та теорії нечітких мнр и множин (тобто створення гібридних систем). В роботах [6, 7] розроблено пропозиції по формалізованому представленню знань та даних про процеси прийняття рішень щодо ідентифікації повітряних суден в ситуації загрози виконання терористичного акту з повітря.

**Метою даної статті** є деталізація формалізованого представлення знань, а саме – формалізація опису знань про ознаки повітряних суден інформаційно-управляючими системами розвідки за допомогою теорії нечітких множин.

### Основна частина

В основі представлення нечітких моделей є використання лінгвістичних та нечітких змінних. Формально лінгвістичну змінну (ЛЗ) нечіткої продукційної моделі  $M_{TAC}$  можна задати у вигляді набору

$$\langle \beta, T, X, G, M \rangle,$$

де  $\beta$  – назва лінгвістичної змінної;

$T$  – терм-множина змінної  $\beta$ , яка представляє собою найменування нечітких змінних, областю визначення яких є універсальна множина  $X$ ;

$G$  – синтаксична процедура, що породжує на множені  $T$  значення змінної  $\beta$ ;

$M$  – семантична процедура, яка відображає значення нечіткої змінної  $\alpha$  в нечітку підмножину  $M(\alpha)$  множини  $X$ .

Нечітку змінну (НЗ) нечіткої продукційної моделі  $M_{TAC}$  можна задати у вигляді наступного набору

$$\langle \alpha, X, R \rangle,$$

де  $\alpha$  – назва нечіткої змінної;

$X = \{x\}$  – область визначення нечіткої змінної;

$R$  – нечітка підмножина множини  $X$ , яка включає ті значення  $x$ , які обумовлені назвою нечіткої змінної  $\alpha$ .

Відповідно до ознак повітряних суден (ПС), визначених в [8], введемо попередню множину  $In = \{\delta_1^x, \delta_2^x, \dots, \delta_i^x\}$  вхідних змінних нечіткої продукційної моделі  $M_{TAC}$ .

Відповідно до множини класів ПС  $\{k_1, k_2, k_3\}$ , визначених в [8], де  $k_1$  = «повітряне судно – підозрювана загроза»,  $k_2$  = «повітряне судно – правдоподібна загроза»,  $k_3$  = «повітряне судно – підтверджена загроза» та введеного в даному дослідженні класі  $k_0$  = «повітряне судно – не загроза», і відповідно до вимог алгоритму нечіткого виведення Мамдані (який будемо використовувати як базовий алгоритм виведення) введемо наступну вихідну змінну нечіткої продукційної моделі  $M_{TAC}$ :

$\delta_y$  = «повітряне судно»;

$T_y = \{\xi_{y_0}, \xi_{y_1}, \xi_{y_2}, \xi_{y_3}\}$ , де  $\xi_{y_0} = k_0$ ,  $\xi_{y_1} = k_1$ ,  $\xi_{y_2} = k_2$ ,  $\xi_{y_3} = k_3$ .

Як зазначалося, всю сукупність ознак по властивостях множин їхніх припустимих значень прийнято ділити на кількісні і якісні ознаки.

В рамках даної роботи до кількісних ознак у рамках множини  $In$  будемо відносити ознаки, що становлять підмножину  $In_{num} \subset In$ , де

$In_{num} = \{\delta_1^x, \delta_2^x, \dots, \delta_i^x\}$ . Наприклад  $\delta_1^x$  – неповідомлення про виліт повітряного судна (ПС);  $\delta_2^x$  – непогодження зміни ПС параметрів та маршруту, зазначених у заявках;  $\delta_i^x$  – загроза входження ПС в повітряний простір, використання якого заборонено на постійній чи тимчасовій основі.

До якісних ознак у рамках множини  $In$  будемо відносити ознаки, що становлять підмножину  $In_{qual} \subset In$ , де  $In_{qual} = \{\delta_1^x, \delta_2^x, \dots, \delta_j^x\}$ .

Наприклад,  $\delta_j^x$  – надходження інформації про підтвердження використання ПС для вчинення терористичного акту.

При цьому, множини  $In_{qual}$  представимо як наступне об'єднання  $In_{qual} = In_{qual}^{TF} \cup In_{qual}^{Fuzzy}$ , де  $In_{qual}^{TF} = \{\delta_1^x, \delta_2^x, \delta_5^x, \dots, \delta_j^x\}$  – множина змінних, для яких базова множина значень  $X_i = \{0, 1\}$  (тобто безпосередньо відповідають поняттям «False» та «True»);  $In_{qual}^{Fuzzy} = \{\delta_{11}^x, \delta_{12}^x, \dots, \delta_{11}^x\}$  – множина змінних, для яких базова множина значень  $X_i$  знаходиться в діапазоні якісних понять, наприклад,  $\delta_{11}^x$  – застосування екіпажем лексики, що викликає підозру.

Ця класифікація змінних є достатньо умовною і може бути зміненою в залежності від підходів щодо формалізації ознак ПС з використанням апарату нечітких множин відповідно до кожної окремої ознаки.

При великій кількості вхідних змінних, що формалізують ознаки ПС, завдання побудови нечіткої продукційної моделі  $M_{TAC}$  є достатньо складним. З метою зменшення цієї складності та подолання такої проблеми як “прокляття розмірності” доцільно провести додаткову розширену класифікацію вхідних змінних шляхом виконання:

- 1) декомпозиції існуючих за нормативними документами ознак у вигляді вкладених одна в одну змінних меншої розмірності;
- 2) узагальнення існуючих за нормативними документами ознак у вигляді змінної вищого рівня ієрархії;
- 3) побудови відповідно до нової класифікації дерева виведення за рівнями ієрархії ознак в рамках процесу класифікації.

При цьому, доцільність подання знань за рівнями обумовлена не тільки природною ієрархічністю ознак та об'єктів класифікації, але й необхідністю обліку нових змінних по мірі надходження нових знань про відповідні об'єкти (їх ознаки).

## Висновки

Таким чином, запропонований підхід дає змогу формалізувати як кількісні, так і якісні ознаки ПС, формально представити ознаки повітряного судна – загрози, яким притаманна лінгвістична невизначеність, у вигляді ієрархічно зв'язаних лінгвістичних та нечітких змінних в рамках теорії нечітких множин, що в подальшому дасть змогу формалізувати сам процес прийняття рішення щодо ідентифікації ПС.

У подальшому передбачається продовжити формалізацію структури процесу прийняття рішень щодо ідентифікації повітряних суден з використанням положень теорії нечітких множин та представлення продукційних моделей.

## Список літератури

1. Куликов А.Н. Опознание требует консолидации усилий / А.Н. Куликов // ВКО. – 2010. – №6 [55]. – С. 42-49.
2. Антонович Г. Как искоренить “дружественный огонь” / Г. Антонович, А. Куликов // ВКО. – 2011. – №1 [56]. – С. 28-35.
3. Безкровний Д.В. Аналіз підходів до ідентифікації повітряних суден-загроз застосування терористичних атак в провідних країнах світу / Д.В. Безкровний, І.О. Ляшенко, І.М. Каркищенко, А.В. Козловський // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2011 – Вип. 1(27). – С. 250-252.
4. Куликов А.Н. Опознание как государственная боевая система / А.Н. Куликов // Воздушно-космическая оборона. – М., 2009. – № 6(49). – 34 с.
5. Куликов А.Н. Настоящее и будущее опознания / А.Н. Куликов // Воздушно-космическая оборона. – М., 2007. – № 1. – 41 с.
6. Ляшенко І.О. Прийняття рішення щодо ідентифікації повітряних суден, які можуть бути використані для терористичних атак / І.О. Ляшенко // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС, 2011. – № 2(26). – С. 205-207.
7. Ляшенко І.О. Оцінка ефективності прийняття рішення щодо ідентифікації повітряних суден – загроз терористичного акту // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2011. – Вип. 5(95). – С. 272-277.
8. 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”.

Надійшла до редакції 1.07.2013

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

### ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРИЗНАКОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИМИ СИСТЕМАМИ РАЗВЕДКИ ПРИ ПОМОЩИ ПОЛОЖЕНИЙ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

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

Предлагается подход к идентификации воздушных судов при помощи формализации их признаков.

**Ключевые слова:** идентификация, воздушные суда, нечеткие множества, формализация.

### FORMALIZATION FOR SIGNS OF AIR SHIPS OF RECONNAISSANCE'S INFORMATIC-MENEDGMENT SYSTEMS THROUGH STATUTES OF THEORY FUZZY SETS

I.A. Lyashenko, Ye.V. Tsvetkov, D.V. Bezkrorny

Offered approach to authentication air ships of reconnaissance's informatic-menedgment systems of assassinations by formalization of their signs.

**Keywords:** authentication, air ships, fuzzy sets, formalization.