

# Обробка інформації в складних технічних системах

УДК 623.4.021.2

А.М. Артеменко<sup>1</sup>, Г.Г. Камалтинов<sup>2</sup>, О.С. Маляренко<sup>2</sup>, С.В. Кукобко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця

<sup>2</sup> Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## АВТОМАТИЗОВАНІ ПРОЦЕДУРИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ НА КОМАНДНИХ ПУНКТАХ ПОВІТРЯНИХ СИЛ

*Запропонована уточнена класифікація, перелік та визначення індексів належності повітряних об'єктів (ПО) для Збройних Сил України, визначені джерела, за якими може бути отримана інформація про належність ПО. Розроблені пропозиції щодо автоматизації процедур підтримки прийняття рішення особами бойової обслуги на командних пунктах Повітряних Сил при ідентифікації повітряних об'єктів із використанням інформації від засобів вторинної радіолокації та інформації взаємодії з органами організації повітряного руху, суміжними країнами.*

**Ключові слова:** ідентифікація повітряних об'єктів, підтримка прийняття рішень.

### Вступ

**Постановка проблеми і аналіз літератури.** Своєчасне і достовірне розпізнавання ситуацій у повітрі на підставі класифікації повітряних об'єктів (ПО) є умовою для припинення протиправних дій повітряних суден, у тому числі таких, що використовуються з метою здійснення терористичного акту у повітряному просторі.

У роботі [1] розглянуті питання класифікації ПО, але вони обмежено охоплюють можливі ситуації у повітрі.

У [2] запропонована детальна чотирирівнева класифікація ПО, але для її реалізації на автоматизованих командних пунктах (КП) Повітряних Сил (ПС) необхідним є визначення переліку ознак класифікації та вибір методів автоматизації процедур класифікації.

Основні методи розпізнавання ситуацій, об'єктів та явищ, питання системотехнічного характеру з цієї проблеми, побудова оптимального простору ознак класифікації, оптимізації процесу розпізнавання і оцінки ефективності систем розпізнавання викладені в [3, 4], де запропонована класифікація моделей розпізнавання. В якості основних виділені: статистичні, структурні, логічні моделі розпізнавання, основані на методах обрахунку оцінок.

Статистичні моделі розпізнавання дозволяють обробляти тільки дані зі стохастичною невизначеністю. У логічних системах розпізнавання класи та ознаки розглядають як логічні змінні, а всі відомості апріорного характеру про класи представляються у вигляді булевих співвідношень.

Внаслідок значних розрахункових витрат ці методи не можуть бути використані для вирішення задачі, що розглядається.

В роботі [5] розроблена методика сумісного використання ознакової інформації при розпізнаванні повітряного об'єкту на підставі неklasичного багатозначного логічного числення – логіки присутності, апарату теорії нечітких мір (міри Цукамото) та теорії можливостей [6 – 8].

Таким чином, для вирішення задачі розпізнавання ситуацій у повітряному просторі в умовах різномірності, неповноти даних про ознаки існує ряд окремих методів, які не враховують всіх особливостей задачі, яка вирішується.

**Мета статті** – розробка пропозицій щодо автоматизації процедур підтримки прийняття рішення особами бойової обслуги на автоматизованих КП ПС при ідентифікації повітряних об'єктів із використанням інформації від вторинних засобів радіолокації та інформації взаємодії на міжвідомчому та міждержавному рівнях.

### Основний матеріал

**Інформаційні ознаки ідентифікації повітряних об'єктів.** Ознаки (як початкова інформація для класифікації повітряних об'єктів), за допомогою яких може бути описана поведінка ПО при прийнятті рішення щодо присвоєння йому індексу приналежності на КП ПС, можуть бути здобуті різними шляхами:

– отримані в автоматичному режимі безпосередньо від систем розвідки повітряного простору та

обміну інформацією з органами організації повітряного руху (ОПР), з системою обміну даними про повітряну обстановку НАТО (air situation data exchange (ASDE)), з іншими державами;

– одержані по лініях зв'язку у вигляді доповідей, повідомлень і введені вручну (півавтоматично);

– сформовані за результатами аналізу місцезнаходження та поведінки ПО, наприклад, обчислення відстані ПО до певних зон, об'єктів, ліній, рубежів та курсу руху ПО.

Саме на підставі цих ознак пропонується розробляти математичний опис процедур класифікації ПО та ситуацій у повітрі для підтримки рішень особами бойової обслуги на КП ПС.

При цьому для наочності математичний опис доцільно представляти у вигляді графу, у якому ознаки позначимо як  $\alpha_{i,j}$ , а клас ПО –  $\beta_{m,n}$ , де  $i$  – група ознаки,  $j$  – черговий номер ознаки у групі,  $m$  – рівень класифікації,  $n$  – черговий номер класу на цьому рівні.

Позначення та опис ознак наведені в табл. 1. Ознаки  $\alpha_{i,j}$  зібрані у групи за типом або джерелом ознак. Поєднує одиночні ознаки  $\alpha_{i,j}$  групова ознака  $A_i$ .

Розглянемо джерела інформації і можливі методи формування ознак  $\alpha_{i,j}$ . У табл. 1 ознаки  $\alpha_{1,j}$  формуються по результатах обчислення відстані до відповідних зон, лінії кордону і порівняння з граничними значеннями.

Ознаки  $\alpha_{2,j}$  можуть бути введені вручну, сформовані по результатах порівняння введеної планової інформації з кодами відповіді у системі RBS (наприклад, ознака  $\alpha_{2,1}$ ) або порівняння планової інформації з поточною радіолокаційною (наприклад, ознака  $\alpha_{2,3}$ ).

Ознаки  $\alpha_{3,j}$  можуть бути введені лише вручну за даними осіб, що керують військовою авіацією або за даними оповіщення органів ОПР. Тільки ознака  $\alpha_{3,3}$  у відповідному випадку формується автоматично за умови надходження ознаки  $\alpha_{7,6}$  – аварійного коду 7776 у системі RBS, яким повідомляється про втрату радіозв'язку.

Ознаки  $\alpha_{4,j}$  формуються автоматично за результатами аналізу параметрів руху за даними радіолокаційного спостереження.

Ознака  $\alpha_{5,1}$  вводиться вручну або автоматично, якщо постановник завад супроводжується, наприклад, триангуляційним методом.

Очевидно, що ознаки  $\alpha_{6,j}$  формуються автоматично по результатах запиту у системі державного радіолокаційного впізнавання (ДРЛВ), ознаки  $\alpha_{7,1}$ ,  $\alpha_{7,2}$ ,  $\alpha_{7,5}$  –  $\alpha_{7,7}$ ,  $\alpha_{7,9}$  – за даними запиту в системі RBS або обміну радіолокаційної інформацією з органами ОПР, ознаки  $\alpha_{7,3}$ ,  $\alpha_{7,4}$ ,  $\alpha_{7,8}$ ,  $\alpha_{7,10}$  – лише за даними запиту в системі Mk XA.

Ознаки  $\alpha_{8,j}$  отримуються по лініях обміну інформацією з системою ASDE.

Таблиця 1

Інформаційні ознаки, що описують поведінку повітряного об'єкта

Ознаки	Семантичний опис ознак
<b>A<sub>1</sub></b>	<b>Просторове положення</b>
$\alpha_{1,1}$	На маршруті ОПР
$\alpha_{1,2}$	Поблизу кордону або забороненої зони
$\alpha_{1,3}$	У забороненій зоні
$\alpha_{1,4}$	У не перелічених вище зонах
<b>A<sub>2</sub></b>	<b>Планова-диспетчерська інформація</b>
$\alpha_{2,1}$	Є планова інформація про ПО
$\alpha_{2,2}$	Немає планової інформації про ПО
$\alpha_{2,3}$	Є планова інформація з порушенням
$\alpha_{2,4}$	Є планова інформація від військового диспетчера
<b>A<sub>3</sub></b>	<b>Керованість за командами з землі</b>
$\alpha_{3,1}$	Є зв'язок, екіпаж виконує команди
$\alpha_{3,2}$	Є зв'язок, екіпаж не виконує команди
$\alpha_{3,3}$	Немає зв'язку
<b>A<sub>4</sub></b>	<b>Траскторні ознаки</b>
$\alpha_{4,1}$	Швидкісний ПО
$\alpha_{4,2}$	Малошвидкісний ПО
$\alpha_{4,3}$	Маневруючий ПО
$\alpha_{4,4}$	З постійними параметрами руху
$\alpha_{4,5}$	ПО на малій висоті
$\alpha_{4,6}$	Висотний ПО
<b>A<sub>5</sub></b>	<b>Ознаки постановки завад</b>
$\alpha_{5,1}$	ПО ставить завади
<b>A<sub>6</sub></b>	<b>Відповідає у системі ДРЛВ</b>
$\alpha_{6,1}$	Відповідає у I режимі
$\alpha_{6,2}$	Відповідає у II режимі
$\alpha_{6,3}$	Відповідає у III режимі
$\alpha_{6,4}$	Відповідає у IV режимі
$\alpha_{6,5}$	Має сигнал "Біда"
$\alpha_{6,6}$	Не відповідає у системі ДРЛВ
<b>A<sub>7</sub></b>	<b>Відповідає у системі RBS або Mk XA</b>
$\alpha_{7,1}$	Відповідає у режимі А
$\alpha_{7,2}$	Відповідає у режимі С
$\alpha_{7,3}$	Відповідає у 1 режимі
$\alpha_{7,4}$	Відповідає у 2 режимі
$\alpha_{7,5}$	Код відповіді 7500
$\alpha_{7,6}$	Код відповіді 7600
$\alpha_{7,7}$	Код відповіді 7700
$\alpha_{7,8}$	Відповідає у системі Mk XA сигналом аварії (режими 1, 2, 3/A)
$\alpha_{7,9}$	Відповідає кодами 7711-7717, 7721-7727
$\alpha_{7,10}$	Не відповідає у системах RBS та Mk XA
<b>A<sub>8</sub></b>	<b>Інформація, яка отримана у системі ASDE</b>
$\alpha_{8,1}$	PENDING – рішення неприйняте
$\alpha_{8,2}$	UNKNOWN – невідомий
$\alpha_{8,3}$	INTERCEPTOR – перехоплювач
$\alpha_{8,4}$	KILO – особливі важності
$\alpha_{8,5}$	FRIEND – свій
$\alpha_{8,6}$	FAKER – умовний противник
$\alpha_{8,7}$	FAKER JAMMER – постановник завад умовного противника
$\alpha_{8,8}$	HOSTILE – ворог
$\alpha_{8,9}$	HOSTILE JAMMER – постановник завад противника
$\alpha_{8,10}$	ZOMBIE – підозрілий літак, що не порушує порядку використання повітряного простору

**Пропозиції щодо рівнів класифікації повітряних об'єктів та переліку класів по рівнях.** Існуюча система класифікації ПО має обмежену кількість індексів належності, що далеко не в повній мірі охоплює можливі ситуації у ході контролю стану та поведінки ПО. До того ж, за наявної неповної інформації про ПО (яка і так достатньо обмежена, див. табл. 1), ці індекси не завжди можуть бути надані. Таким чином, існує потреба в розширенні переліку індексів і дослідження питань можливості автоматизації процесу прийняття відповідних рішень на підставі наявної інформації.

З урахуванням діючих керівних документів пропонується наступна ієрархічна система ступенів (рівнів) класифікації повітряних об'єктів.

На першому рівні, виходячи з необхідності швидкого відпрацювання рішення черговими силами щодо вжиття заходів відносно повітряного об'єкта, – "За ступенем загрози, необхідності дій обслуг КП Повітряних Сил". На цьому рівні пропонується ввести такі класи:

а) "Повітряна ціль", до цього класу пропонується відносити повітряні об'єкти (ПО), які здійснюють порушення вимог щодо порядку перетинання державного кордону та виконання польоту в зоні з особливим режимом використання повітряного простору, виконання повітряним судном польоту через зону обмеження польотів, небезпечну зону та зону, що належить до тимчасово зарезервованого повітряного простору, без відповідного дозволу під час її використання. Цей клас відповідає індексу належності "Повітряний противник".

Відносно таких ПО необхідно негайно виконати відповідний комплекс не тільки адміністративних, але й "силових" заходів щодо припинення порушень;

б) "ПО – повітряна небезпека", до цього класу пропонується відносити ПО з сигналом "Біда", аварійними сигналами (кодами) по системах Mk XA (RBS), повітряні судна, які є порушниками порядку використання повітряного простору.

Відносно таких ПО необхідно негайно виконати відповідний комплекс заходів, який передбачає втручання Украероцентру або інших компетентних органів.

ПО з відповіддю сигналом "Біда" у системі ДРЛВ потребує відповідних заходів із боку особових посад КП Повітряних Сил, тому також має бути віднесений до цього класу.

в) "ПО, що потребує уваги", до цього класу ПО можна віднести літерні літаки, контрольні цілі, літаки, які здійснюють польоти для проведення пошуково-рятувальних робіт, військові та інші літаки, що підлягають радіолокаційному контролю, літаки, які за своєю поведінкою не можуть бути віднесені до класу загрозованих, але можуть бути підозрілими,

літаки, що відповідають у системі Mk XA (військова авіація НАТО), або ПО, які не відповідають в жодній із систем ВРЛ, за винятком таких, що не обладнані відповідачами (малорозмірна, легка, сільськогосподарська та інша авіація), але діють за заявкою.

Відносно цих ПО необхідно виконати відповідний комплекс заходів, що не потребує втручання з боку Украероцентру або інших компетентних органів, тобто відносно такого ПО необхідні лише додаткова увага або отримання додаткової інформації з боку обслуги КП;

г) "Звичайний ПО", згідно діючих керівних документів до цього класу відносяться ПО, які виконують політ за планом, належність яких встановлена та вони не порушують порядок використання повітряного простору. До цього класу відносяться також такі ПО, що не обладнані відповідачами (малорозмірна, легка, сільськогосподарська та інша авіація), але діють згідно із заявкою.

Ніякі додаткові дії з боку осіб бойової обслуги розвідувально-інформаційного центру (РІЦ) відносно такого ПО не потрібні (штатна ситуація);

д) "Невизначений ПО" – це повітряний об'єкт, який ще не запитувався в II режимі, або не запитувався в I (III, IV/VI) режимі системи ДРЛВ за відсутності відповіді в II режимі, а також ціль після відповіді в системі RBS до з'ясування відповідності планово-диспетчерській інформації.

Для зручності користування подамо запропоновані класи у вигляді табл. 2.

На другому рівні пропонується проводити ідентифікацію ПО "За належністю" (див. табл. 2).

На третьому рівні пропонується ідентифікувати ПО "За основними ознаками" (відповідає сучасним індексам належності). На цьому рівні для ПО "Повітряне судно з сигналом впізнавання", наявність відповіді у II режимі є однозначною ознакою присвоєння індексу належності. Наявність відповіді у I режимі за умови відсутності відповіді у II режимі потребує уточнення. Індекс присвоюється літакам України і СНД.

На четвертому рівні пропонується ідентифікувати ПО "За підсилюючими ознаками". На цьому рівні цей індекс належності "Свій винищувач", може бути присвоєний лише за результатами впізнавання за умови відповідності індексу належності "Повітряне судно з сигналом розпізнавання", наявності відповіді в IV (або III) режимах і відповідності бортового номера (кодів запиту і відповіді). Цей індекс має присвоюватись лише літакам України.

Індекс належності "Свій України", зарезервовано на перспективу, буде задіяний за умови введення своїх кодів упізнавання Україною.

З указанного бачимо, що деякі класи ПО є одночасно позначенням (класом) ситуації у повітрі.

Таблиця 2

## Опис класів ПО

Класи	Семантичний опис класів
<b>I рівень</b>	<b>За ступенем загрози, необхідності дій об-слуг КП ПС</b>
$\beta_{1.1}$	Повітряна ціль
$\beta_{1.2}$	ПО - повітряна небезпека
$\beta_{1.3}$	ПО, що потребує уваги
$\beta_{1.4}$	Звичайний ПО
$\beta_{1.5}$	Невизначений ПО
<b>II рівень</b>	<b>За належністю</b>
$\beta_{2.1}$	Свій
$\beta_{2.2}$	Чужий
$\beta_{2.3}$	Нейтральний
$\beta_{2.4}$	Військовий
$\beta_{2.5}$	Цивільний
$\beta_{2.6}$	Не визначений
<b>III рівень</b>	<b>За основними ознаками</b>
$\beta_{3.1}$	Повітряне судно з сигналом розпізнавання
$\beta_{3.2}$	Іноземне повітряне судно - порушник державного кордону
$\beta_{3.3}$	Повітряне судно за заявкою
$\beta_{3.4}$	Своє повітряне судно - порушник порядку використання повітряного простору
$\beta_{3.5}$	Повітряний противник
$\beta_{3.6}$	Повітряний об'єкт (ціль) без сигналу розпізнавання
<b>IV рівень</b>	<b>За підсилюючими ознаками</b>
$\beta_{4.1}$	Свій винищувач
$\beta_{4.2}$	Наявність відповіді в III режимі
$\beta_{4.3}$	Бортовий номер у системі ДРЛВ
$\beta_{4.4}$	Наявність відповіді в системі Mk XA
$\beta_{4.5}$	Наявність відповіді в системі RBS
$\beta_{4.6}$	Постановник завад
$\beta_{4.7}$	Навчальна ціль
$\beta_{4.8}$	Контрольна ціль
$\beta_{4.9}$	Наявність відповіді "Свій України"
$\beta_{4.10}$	Повітряне судно - правдоподібна загроза
$\beta_{4.11}$	Повітряне судно - підтверджена загроза
$\beta_{4.12}$	Національна належність

Частина класів  $\beta_{m,n}$  табл. 2 може бути визначеною автоматично на підставі детермінованих ознак і чітких логічних процедур із ними і мати чітко виражену вірогідність, частина може мати ймовірнісний характер і сформованою за методами нечіткої логіки, частина – лише людиною-оператором на підставі інформації, що не може бути формалізованою та обробленою обчислювальними засобами.

**Загальні принципи опису прийняття рішень.** Зв'язки між інформаційними ознаками та рішенням R, яке приймається, можуть бути описані природ-

ною мовою, а потім формалізовані у вигляді сукупності логічних висловлювань типу «ЯКЩО ... ТО ... ІНАКШЕ». Для подання такого роду знань зазвичай використовується модель даних, яка ґрунтується на продукціях [1]. Знання в таких системах подаються у вигляді правил (продукцій) «ЯКЩО (умова) – ТО (вираз)». У якості даних використовуються інформаційні ознаки.

Символічно продукції записують так:

$$\text{Якщо } (\alpha) \text{ то } (\beta) \text{ або } (\alpha) \rightarrow (\beta).$$

Умови  $\alpha$  можуть приймати значення 0 або 1 ( $\alpha = \{0, 1\}$ ), а також можуть бути складними (побудовані на операціях кон'юнкції  $\alpha_1 \vee \alpha_2 \rightarrow \beta$  та диз'юнкції  $\alpha_1 \wedge \alpha_2 \rightarrow \beta$ ). Розглянемо приклад опису класифікації ПО.

**Математичний опис прийняття рішень щодо ПО класу "ПО, що потребує уваги".** До цього класу слід віднести перш за все такий ПО, що не відповідає в жодній системі ВРЛ, стосовно нього відсутня планова інформація і відсутній зв'язок. Цей ПО відноситься одночасно до класу "Не визначений" другого рівня і потребує лише додаткової уваги, тому що не знаходиться у забороненій зоні або поблизу кордону, не знаходиться на маршруті ОПР, інакше було б потрібним втручання з боку органів ОПР або військових диспетчерів для з'ясування причин відсутності відповіді. Опис класифікації такого ПО має вигляд:

$$(\bar{\alpha}_{2.1} \wedge \bar{\alpha}_{2.4}) \wedge \alpha_{6.6} \wedge \alpha_{1.4} \wedge \alpha_{7.10} \wedge \alpha_{3.3} \rightarrow \beta_{1.3}, \quad (1)$$

де  $\alpha_{7.10} = \bar{\alpha}_{7.1} \wedge \bar{\alpha}_{7.3} \wedge \bar{\alpha}_{7.4}$  – ознака відсутності відповіді в системах RBS і Mk XA.

Уваги потребують будь-які військові ПО, ознаками чого є наявність відповіді в системі ДРЛВ і планової інформації стосовно цього ПО

$$(\alpha_{6.2} \vee (\bar{\alpha}_{6.2} \wedge \alpha_{6.1})) \wedge \alpha_{2.4} \rightarrow \beta_{1.3} \quad (2)$$

або у військових режимах 1 чи 2 системи Mk XA

$$\alpha_{7.3} \vee \alpha_{7.4} \rightarrow \beta_{1.3}. \quad (3)$$

До цього класу відносяться також такі, що є висотними ( $\alpha_{4.6}=1$ ), або швидкісними ( $\alpha_{4.1}=1$ ), такі, що є джерелом завад ( $\alpha_{5.1}=1$ ) і такі, що приймають участь у пошуково-рятувальних роботах ( $\alpha_{7.9}=1$ ):

$$\alpha_{4.1} \vee \alpha_{4.6} \vee \alpha_{5.1} \vee \alpha_{7.9} \rightarrow \beta_{1.3}. \quad (4)$$

Як звичайний ПО має бути класифікований військовий ПО, що відповідно до плану не відповідатиме в системі ДРЛВ (навчальний літак або інші заплановані обставини польоту):

$$\alpha_{2.4} \wedge (\bar{\alpha}_{6.2} \wedge \bar{\alpha}_{6.1}) \rightarrow \beta_{1.3}. \quad (5)$$

За наявністю вказаних ознак (2) – (5) до класу "ПО, що потребує уваги" переходить ПО, що був класифікований як "Невизначений" або "Звичайний ПО":

$$\begin{aligned}
 P_{15-13} : & ((\alpha_{6.2} \vee (\bar{\alpha}_{6.2} \wedge \alpha_{6.1})) \wedge \alpha_{2.4}) \vee \\
 & \vee (\bar{\alpha}_{6.2} \wedge \bar{\alpha}_{6.1} \wedge \alpha_{2.4}) \vee (\alpha_{7.3} \vee \alpha_{7.4}) \vee \\
 & \vee (\bar{\alpha}_{2.4} \wedge \bar{\alpha}_{2.1} \wedge \alpha_{6.6} \wedge \alpha_{1.4} \wedge \alpha_{7.10} \wedge \alpha_{3.3}) \vee \\
 & \vee \alpha_{4.1} \vee \alpha_{4.6} \vee \alpha_{5.1} \vee \alpha_{7.9}) \wedge \beta_{1.4} \rightarrow \beta_{1.3}.
 \end{aligned} \quad (6)$$

Тут подвійне позначення  $P_{15-13}$  показує перехід від класу  $\beta_{1.5}$  першого рівня до класу  $\beta_{1.3}$ .

Графічне зображення опису наведено на рис. 1.

$$P_{13-14} : \beta_{3.3} \wedge \alpha_{1.2} \rightarrow \beta_{1.3} \quad (7)$$

У разі віддалення від державного кордону ПО повертається до класу "Звичайний ПО" за умови того, що це була єдина причина підвищення класу до  $\beta_{1.3}$  згідно з (20):

$$\begin{aligned}
 P_{21} : & ((\bar{\alpha}_{6.2} \wedge \alpha_{6.1}) \vee \alpha_{6.2}) \wedge \alpha_{2.4} \vee \\
 & \vee (\bar{\alpha}_{6.2} \wedge \bar{\alpha}_{6.1}) \wedge \alpha_{2.4} \rightarrow \beta_{2.1}.
 \end{aligned} \quad (10)$$

Умови віднесення ПО до класу "Військовий" визначені у (2), (3), однак у (2) присутня операція кон'юнкції з ознакою "Є планова інформація військового диспетчера". Ця операція виходить з таких міркувань: цивільні ПО не обладнані відповідачами системи ДРЛВ, в той же час, якщо у повітряному просторі України виявлений військовий ПО, про який відсутня планова інформація, необхідні деякі дії обслуговування КП щодо з'ясування ситуації у повітрі, тобто ПО має бути класифікований як "ПО – повітряна небезпека". Отже з (2), (3):

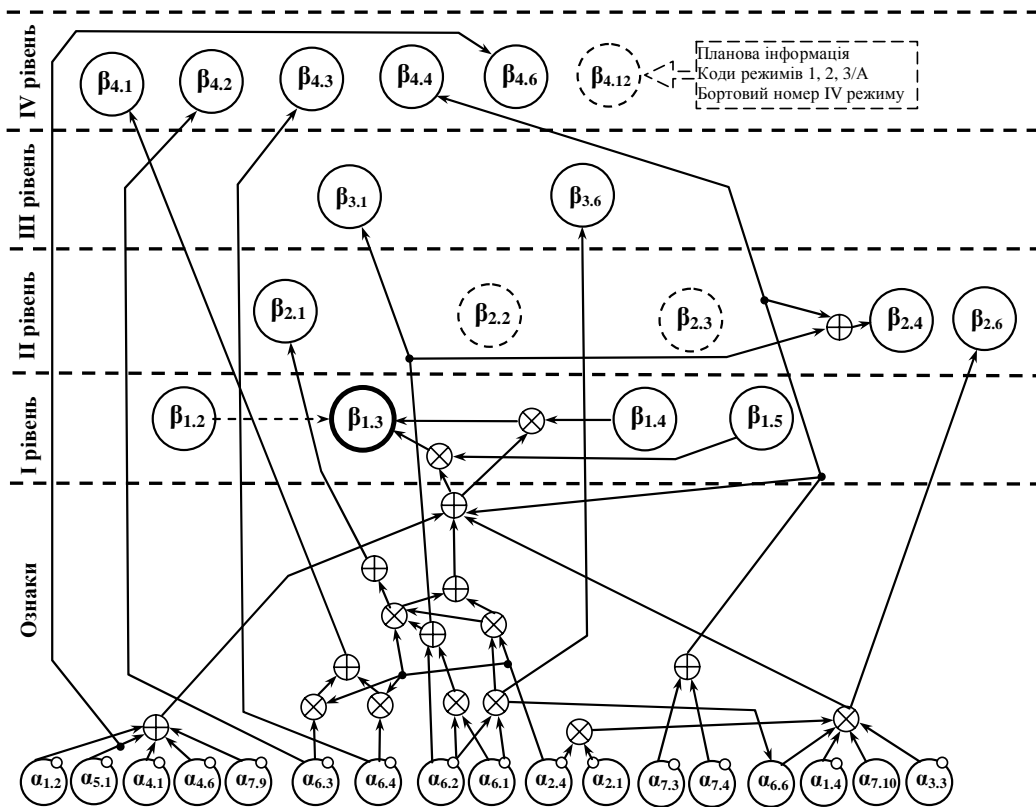


Рис. 1. Графічне зображення опису класу "ПО, що потребує уваги"

$$P_{14-13} : (\beta_{1.3} \{\beta_{3.3} \wedge \alpha_{1.2}\}) \wedge \bar{\alpha}_{1.2} \rightarrow \beta_{1.4}. \quad (8)$$

Визначимо описи прийняття рішень стосовно класів другого – четвертого рівнів.

У разі наявності сигналу відповіді загального впізнавання в системі ДРЛВ має бути позначений клас 3-го рівня "Повітряне судно з сигналом впізнавання":

$$P_{31} : (\bar{\alpha}_{6.2} \wedge \alpha_{6.1}) \vee \alpha_{6.2} \rightarrow \beta_{3.1}, \quad (9)$$

однак до класу "Свій"  $\beta_{2.1}$  повітряний об'єкт може бути віднесений або лише за наявності відповіді у системі ДРЛВ або за умови відповідності цього ПО планової інформації військового управління авіацією  $\alpha_{2.4}$ . До цього класу може бути віднесений військовий літак без сигналу впізнавання, якщо це передбачено планом (заявкою), див. також (5). Звідси

$$P_{24} : (\alpha_{6.2} \vee (\bar{\alpha}_{6.2} \wedge \alpha_{6.1})) \vee (\alpha_{7.3} \vee \alpha_{7.4}) \rightarrow \beta_{2.4}, \quad (11)$$

$$P_{44} : \alpha_{7.3} \vee \alpha_{7.4} \rightarrow \beta_{4.4}. \quad (12)$$

З (1) маємо:

$$\begin{aligned}
 P_{26} : & (\bar{\alpha}_{2.1} \wedge \bar{\alpha}_{2.4}) \wedge \alpha_{6.6} \wedge \alpha_{1.4} \wedge \\
 & \wedge \alpha_{7.10} \wedge \alpha_{3.3} \rightarrow \beta_{2.6}.
 \end{aligned} \quad (13)$$

"Антиподом" класу  $\beta_{3.1}$  є клас 3-го рівня "ПО без сигналу впізнавання":

$$P_{36} : \bar{\alpha}_{6.2} \wedge \bar{\alpha}_{6.1} \rightarrow \beta_{3.6}. \quad (14)$$

Автоматичне присвоєння класу "Свій винищувач" може бути здійснено за умови наявності у плановій інформації номеру IV режиму та (або) кодів запиту й відповіді III режиму, із якими є збіг результатів упізнавання:

$$P_{41} : (\alpha_{6.3} \wedge \alpha_{2.4}) \vee (\alpha_{6.4} \wedge \alpha_{2.4}) \rightarrow \beta_{4.1}. \quad (15)$$

Опис визначення інших класів 4 рівня є очевидним:

$$P_{42} : \alpha_{6,3} \rightarrow \beta_{4,2}, \quad (16)$$

$$P_{43} : \alpha_{6,4} \rightarrow \beta_{4,3}, \quad (17)$$

$$P_{44} : \alpha_{7,3} \vee \alpha_{7,4} \rightarrow \beta_{4,4}, \quad (18)$$

$$P_{46} : \alpha_{5,1} \rightarrow \beta_{4,6}. \quad (19)$$

Існуючі системи вторинної радіолокації на теперішній час не дозволяють проводити однозначну ідентифікацію за принципом національної належності повітряного судна, буде дійсним стосовно цивільних ПО за умови повноцінного впровадження в системі RBS режиму S. Належність конкретній державі, може бути визначеною на підставі аналізу людино-оператором (особами бойової обслуги КП) різноманітної інформації (планова ОПП, коди відповіді, дані радіо- і радіотехнічної розвідки) і введено вручну. Національна належність військового ПО може бути визначеною аналізом кодів відповіді режимів 1, 2, 3/А системи Мк ХА або бортового номера IV режиму системи ДРЛВ.

## ВИСНОВОК

В роботі визначені ознаки ПО, які можуть бути використані при ідентифікації ПО. Запропонована ієрархічна система ступенів (рівнів) класифікації повітряних об'єктів, що в більшій мірі відповідає сучасному стану організації та контролю повітряного руху.

Для автоматизація процедур обробки інформації про ПО розроблено математичний опис прийняття рішень, показаний фрагмент розробленого опису на прикладі класу "Звичайний ПО".

## Список літератури

1. Олізаренко С.А. Побудова методики формалізації процесу прийняття рішень з класифікації повітряних суден – загроз здійснення терористичних актів / С.А. Олізаренко, О.В. Шевченко, С.А. Бідний // Системи озброєння і військова техніка. – 2007. – № 3(11). – С. 56-59.
2. Артеменко А.М. Методика прийняття рішень під час розпізнавання загрозових ситуацій у повітрі / А.М. Артеменко, Г.В. Левцов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2011. – № 1(5). – С. 15-20.
3. Горелик А.Л. Методы распознавания. – 2 изд. / А.Л. Горелик, В.А. Скрипкин. – К.: Вища школа, 1984. – 208 с.
4. Васильев В.Н. Распознающие системы: Справочник / В.Н. Васильев. – К.: Наукова думка, 1969. – 292 с.
5. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А.П. Ротштейн. – Винница: Универсум Винница, 1999. – 320 с.
6. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2001. – 382 с.
7. Робототехника и гибкие автоматизированные производства. Книга 6. Техническая имитация интеллекта / Под ред. И.М. Макарова. – М.: Высшая школа, 1986. – 144 с.
8. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы / Под ред. Н.М. Амосова. – К.: Наукова думка, 1991. – 272 с.

Надійшла до редколегії 7.07.2011

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. В.О. Василець, Харківський університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба, Харків.

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ИДЕНТИФИКАЦИИ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ НА КОМАНДНЫХ ПУНКТАХ ВОЗДУШНЫХ СИЛ

А.Н. Артеменко, Г.Г. Камалтынов, А.С. Маляренко, С.В. Кукобко

*Предложена уточненная классификация, перечень и содержание индексов принадлежности воздушных объектов (ВО) для Вооруженных Сил Украины, определены источники, по которым может быть получена информация о принадлежности ВО. Разработаны предложения по автоматизации процедур поддержки принятия решения лицами боевого расчета на командных пунктах Воздушных Сил при идентификации воздушных объектов с использованием информации от средств вторичной радиолокации, информации взаимодействия с органами организации воздушного движения, сопредельными странами.*

**Ключевые слова:** идентификация воздушных объектов, поддержка принятия решений.

## AUTOMATED PROCEDURES OF SUPPORT OF MAKING A DECISION ON AUTHENTICATION OF AIR OBJECTS ON COMMAND POSTS OF AIRCRAFTS

A.M. Artemenko, G.G. Kamaltnynov, O.S. Malyarenko, S.V. Kukobko

*Specified classification, list and matter of belonging indexes of air objects (In) for Armed Forces of Ukraine, sources from which information can be got about belonging In were certain. Suggestion on automation of procedures for support of decision-making by personnel of the command posts of Air Forces during authentication of air objects with using information from the secondary radar facilities and information of co-operating with the organs of air traffic management, contiguous countries were developed.*

**Keywords:** authentication of air objects, support of decision-making.