

Н.О. Королук, О.В. Першин, Т.О. Грідньова, С.О. Шевченко, М.С. Агапов

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

ОБГРУНТУВАННЯ СУЧАСНОГО ПІДХОДУ ЩОДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПО УПРАВЛІННЮ АВІАЦІЄЮ

У статті пропонується сучасний підхід щодо автоматизації процесів прийняття рішень по управлінню винищувальною авіацією за допомогою використання новітніх інформаційних технологій та обґрунтована доцільність використання нечіткої логіки як засобу моделювання невизначеності природної мови при неоднорідній і нечіткій вхідній інформації. Запропонований підхід щодо формування правил визначення методу наведення, області можливих атак по повітряних цілях, що представляють собою логіко-аналітичні процедури по прийняттю рішень. Отримані результати дозволяють підвищити ефективність управління винищувальною авіацією.

Ключові слова: логіко-аналітичні задачі, формалізація, теорія нечітких множин, підмножина, лінгвістична модель.

Вступ

Постановка проблеми. Досвід локальних війн та конфліктів останнього десятиріччя свідчить, що угруповання сил та засобів повітряного нападу здатні виконувати як оперативно-тактичні, так і стратегічні завдання. Це обумовлює підвищення значення боротьби у повітряному просторі для досягнення успіху не лише в окремих операціях збройних сил, але й у війні в цілому [1–2]. Зростання ролі авіації у воєнній сфері підтверджується об'єктивними закономірностями, в основі яких лежить зростання обсягу завдань авіаційних угруповань в сучасних операціях (бойових діях) [3].

Також відмічається тенденція щодо зростання з кожним роком у світі кількості терористичних організацій, зміцнення їхньої структура і, як наслідок, поширення терористичної загрози для цивільного населення в багатьох країнах. Сьогодні боротьба з тероризмом стає глобальною міжнародною проблемою та потребує координації зусиль різних країн [1–4].

У складній системі боротьби з міжнародним тероризмом особливе місце посідає комплексна проблема протидії повітряному тероризму. Події 11 вересня 2001 року викликали широкий резонанс у світі. Після цієї трагедії на законодавчому рівні як у США, так і в інших державах було порушене питання про внесення змін до законодавчої бази стосовно умов, за якими дозволяється знищення цивільних літаків з пасажирами на борту, захоплених терористами. Сьогодні, за умов ведення на території України операції об'єднаних сил, нанесення Росією авіаційних ударів у Сирії не лише по військових об'єктах, а й по населених пунктах, небезпека по-

вітряного тероризму в Східній Європі значно зростає.

Саме тому авіації належить особлива роль при охороні державного кордону в повітряному просторі. Розробка раціональних форм і методів управління винищувальною авіацією повинна попередити загрози і виклики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений аналіз системи управління (СУ) авіацією країн НАТО показує, що на теперішній час автоматизація процесів управління в ній досягла 96-98%. Однак за поглядами провідних фахівців цих країн існуюча СУ має ряд недоліків [4; 6], які значною мірою впливають на ефективність управління під час ведення бойових дій. Основними з них є:

– наявність багаторівневої ієрархічної структури управління, яка не дозволяє швидко і гнучко реагувати на зміни умов роботи та своєчасно перебудувати структуру СУ в залежності від умов, які склалися, зміни завдань, що вирішуються, бойових умов;

– вищий рівень керівництва не має можливості безпосереднього управління частинами, підрозділами Повітряних Сил Збройних Сил, обмежуючись, як правило, загальним контролем за обстановкою і виконанням оперативного планування застосування авіації. На планування і розподіл авіаційного ресурсу витрачається в середньому від 16 до 24 годин і більше;

– система управління надзвичайно жорстко прив'язана як до джерел інформації так і до об'єктів управління і тому вразлива при вогневому та радіоелектронному впливі противника;

– дані про повітряні та наземні (морські) цілі надходять до активних засобів через багатоступене-

ву ієрархічну структуру, що призводить до запізнення інформації на 3–5 хвилин.

Однак, незважаючи на перелічені недоліки поряд з широким застосуванням літаків дальнього радіолокаційного виявлення і управління Е-ЗА та літаків Е-8, сил та засобів радіоелектронної боротьби, комплексного використання сил та засобів розвідки і в першу чергу космічної, існуюча в НАТО СУ дозволила ефективно вести бойові дії в ході повітряних операцій.

Аналіз особливостей виконання завдань в ході антитерористичної операції, операції об'єднаних сил в Україні, переконливо свідчить, що авіація залишалася практично єдиним засобом для знищення або придушення противника на максимально можливій відстані від своїх військ з метою запобігання невідповідного безпосереднього вогневого контакту з ним [7].

В умовах ведення Росією неоголошеної війни проти України, питання готовності відбиття можливої агресії з повітря набувають вагомого значення, тому наявність потужного винищувального авіаційного угруповання Збройних Сил України і ефективного управління ним, є важливими чинниками стримування можливої відкритої агресії РФ проти нашої держави. Слід зауважити, що максимального рівня реалізації бойових можливостей винищувальної авіації, що приймає участь в ППО держави, можна досягти лише за умов відповідної організації управління та взаємодії.

Забезпечення вимогам ефективності управління літаками досягається автоматизацією процесів прийняття рішень [2; 5]. Ефективне управління авіацією обґрунтовує доцільність модифікації спеціального програмного забезпечення АСУ на принципово нових основах. Зокрема, визначення параметрів запланованого впливу винищувачем по повітряних цілях обумовлюють автоматизацію цього процесу з урахуванням логіки процесу виробки рішення. Виробка єдиних правил визначення методу наведення та області можливих атак по повітряних цілях являється складною логіко-аналітичною задачею через:

- особливості реалізації методів наведення в конкретних умовах;
- необхідність забезпечення мінімального часу перехвату повітряної цілі;
- складності математичної формалізації задачі;
- неможливість встановлення точних кількісних залежностей між параметрами, що впливають на процес, що розглядається, та дослідження евристичного досвіду.

Управління винищувачами характеризується впливом великої кількості факторів і загальної тенденції до ускладнення обстановки, в якій прийма-

ються рішення. Прийняття своєчасних і обґрунтованих рішень затрудняється великим об'ємом інформації, що обробляється.

Таким чином, динамічна зміна обстановки, жорсткі часові обмеження, значні об'єми, невизначеності і протиріччя інформації, що обробляється вимагає обґрунтованості і оперативності прийняття рішень по управлінню авіацією [1; 4]. Загальна проблема виробки і прийняття рішення з управління винищувальною авіацією в екстремальних ситуаціях свідчать про необхідність розробки нового формального апарату. Він повинен забезпечити представлення різної інформації для вирішення задачі управління винищувальною авіацією, узгодження в рамках єдиного формалізму. А механізм доступу до моделей повинен забезпечувати автоматизований пошук [3; 6].

Мета статті. Обґрунтувати необхідність автоматизації процесів прийняття рішень при управлінні авіацією з використанням новітніх інформаційних технологій.

Домінуючими напрямками формалізації процесів прийняття рішень з управління авіацією являється створення моделей, що передбачають формалізацію розумової діяльності осіб, що приймають рішення. Актуальним є розроблення відповідних теоретичних положень і удосконалення засобів формалізації, які використовуються в теорії управління.

Виклад основного матеріалу

Головним завданням управління є забезпечення найбільш ефективного використання сил та засобів для досягнення поставленої мети при найменших витратах матеріальних засобів та людських ресурсів. Організація управління авіаційними частинами (підрозділами) є одним із проблемних питань. Це зумовлено тим, що для участі в операції можуть залучатись військові частини різних видів ЗС України і їх дії повинні бути погоджені за часом, об'єктами і способами.

Виходячи із розглянутих функцій та принципів управління, до процесу управління винищувальною авіацією висуваються такі вимоги:

- управління повинно бути стійким, безперервним, оперативним, скритим, якісним;
- для забезпечення високої якості процесів управління, тобто забезпечення ефективного і якісного вирішення основних задач управління, необхідний високий рівень підготовки командирів, начальників штабів і інших органів військового управління, глибоке розуміння ними характеру сучасних збройних конфліктів та способів ведення бойових дій (знання бойових можливостей та основ застосування різного виду ОВТ своїх військ і військ противника);

– командири повинні вміти правильно та всебічно оцінювати обстановку та приймати обґрунтовані рішення, проявляти передбачуваність, розумну ініціативу та високу оперативність в роботі при прийнятті рішення, постановці (уточненні) задач, плануванні бойових дій, вміло застосовувати засоби управління військами та зброєю.

Для ефективного управління авіацією пропонується модифікація на принципово нових основах, а саме: автоматизація процесу визначення параметрів запланованого впливу винищувачем по повітряних цілях з урахуванням логіки процедури виробки рішення.

Призначення впливів винищувачів по повітряних цілях здійснюється відповідно з алгоритмами визначення і цілерозподілу для типових ситуацій. При цілерозподілі впливу винищувачів по повітряних цілях пропонується використовувати експертну інформацію тому, що можливості сучасних автоматизованих систем управління авіацією по рішенню логіко-аналітичних задач обмежені. Так кінцевий результат рішення задачі призначення впливів по цілі оцінюються якісно – по можливості виходу винищувача в задане тактично вигідне положення, що є недоліком при прийнятті рішень. Тому неспроможність розробки рекомендацій на основі неповної, неточної вихідної інформації негативно відображається на якості управління авіацією [6–9].

Пропонується розробка єдиних правил визначення методу наведення, області можливих атак по повітряних цілях, що представляють собою логіко-аналітичні процедури по прийняттю доцільних рішень, з застосуванням когнітивних методів автоматизації, що засновані на інженерії знань та дозволяють розширити склад задач, які вирішуються автоматизовано у процесі прийняття рішень. Моделі представлення знань діляться на два типи: логічні та евристичні [10].

Логічні моделі дозволяють представити знання про задачі логіко-аналітичного, розрахункового та пошукового характеру. Однак ряд істотних недоліків (немає строгої процедури підбора аксіом для організації логічного виводу; не завжди є можливість одержання результату рішення; наявність невизначеності вихідної інформації не дозволяє організувати логічний вивід на формалізованих структурах знань) обмежують їхнє застосування для представлення процесу виробки рекомендацій.

Евристичні моделі (мережні, фреймові та продукційні) мають більше різноманітний набір засобів, що передають специфічні особливості проблемної області.

Найбільше практичне застосування знайшли системи, засновані на нечіткій логіці, продукційних і нейронних моделях знань [3]. Штучні нейронні мережі мають обмеження в можливостях по одержанню пояс-

нень про процес виробки рішень, апарат формалізації є громіздким і модифікувати його важко [4]. Для природного опису логіки поведінки найбільше підходять продукційні моделі знань [8; 10]. Основним їхнім недоліком є розростання системи продукцій при описі складних динамічних систем.

Таким чином, доцільним є формалізація процесів прийняття рішень по визначенню методу наведення, області можливих атак по повітряних цілях з використанням продукційних моделей знань, що відповідає логіки міркувань офіцерів бойового управління та враховує ієрархічні зв'язки між властивостями параметрів, які визначаються.

Для задач, які не піддаються строгій формалізації та мають логіко-аналітичний характер, у тому числі виробці рекомендацій по визначенню параметрів перехвату, використовується нечітка логіка як засіб моделювання невизначеності природної мови [2].

У зв'язку з тим, вирішення задачі автоматизованої виробки рекомендацій по визначенню параметрів перехвату принципово неможливо без залучення кількісної і якісної інформації, то пропонується введення понять нечіткої множини та лінгвістичної змінної [1; 4]. Штучне введення однозначності означає огрубіння вихідних даних і може сприяти одержанню нехай чіткого, але невірному результату, явно суперечному здоровому глузду.

Традиційна теорія множин є особливим випадком теорії нечітких множин (підмножин). Нехай E – множина, A – підмножини множини E . Тоді приналежність деякого елемента $x \in A$ підмножини A представляється характеристичною функцією:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \in A, \\ 0, & \text{if } x \notin A. \end{cases} \quad (1)$$

Якщо функція (1) приналежності приймає деякі значення на інтервалі $[0, 1]$, то приналежність являється нечіткої. Нечіткою підмножиною \tilde{A} множини E називаються упорядковані пари

$$\{(x | \mu_{\tilde{A}}(x))\} \quad \forall x \in E, \quad (2)$$

де $\mu_{\tilde{A}}(x)$ – ступінь приналежності x в \tilde{A} .

Пропонується представлення задачі прийняття рішення по управлінню авіацією на основі функції приналежності. Ефективність нечітких систем визначається правилами побудови функції приналежності і забезпеченням їх коректності в практичних реалізаціях [10].

Аналіз методів побудови функції приналежності (прямого і зворотного оцінювання) показав, що оцінювання отриманих від декількох експертів результатів на основі унарних операторів потребує розробки спеціальних процедур. Доцільно визначи-

ти нечітке відношення на множині (2). Хай задані дві множини \tilde{E}_1, \tilde{E}_2 , причому $\tilde{x} \in \tilde{E}_1, y \in \tilde{E}_2$. Тоді нечітке відношення $\tilde{R} = \tilde{E}_1 \times \tilde{E}_2$ формалізуємо як:

$$\forall(\tilde{x}, \tilde{y}) \in \tilde{E}_1 \times \tilde{E}_2 \mid \mu_{\tilde{x} \times \tilde{y}}(\tilde{x}, \tilde{y}) \in \{\mu\}. \quad (3)$$

Під нечітким лінгвістичним представленням уявляємо формальну систему, реальних наслідків систем, реалізованих безпосередніми умовами ЯКЦО, ТО (if / then), в яких if – набір умов задоволений, then – набір послідовностей може бути виведений.

Поведінка об'єкта може бути представлено групою правил, об'єднаних зв'язків ELSE.

Група правил (4) формує нечіткий алгоритм досягнення об'єктом цілі. При цьому існують дві процедури нечіткого логічного висновку – прямий і зворотній, основа на загальному способі *modus ponens* (GMP) і *modus tollens* (GMT), відповідно, якщо *if x is \tilde{A} then y is \tilde{B}* , то:

$$\frac{x \text{ is } \tilde{A}'}{y \text{ is } \tilde{B}'}. \quad (4)$$

Якщо *if x is \tilde{A} then y is \tilde{B}* , то:

$$\frac{y \text{ is } \tilde{B}'}{x \text{ is } \tilde{A}'}, \quad (5)$$

де \tilde{A}' – антецедент, а \tilde{B}' – консеквент.

Процедури (4)– (5) реалізуються GMP і GMT способами відповідно:

$$\tilde{B}' = \tilde{A}' \circ \tilde{R}(x, y); \quad (6)$$

$$\tilde{A}' = \tilde{R}(x, y) \circ \tilde{B}'. \quad (7)$$

Для реалізації процедур (6–7) визначимо особливості визначення функції приналежності $\mu(x, y)$ для співвідношення $R(x, y)$:

$$\mu(x, y) = \psi(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)). \quad (8)$$

Так логічний висновок на основі нечітких множин і відносин в просторовому стані при управлінні динамічними об'єктами представимо відповідно як:

$$\mu_{\tilde{B}'}(y) = \vee_x (\mu_{\tilde{A}'}(x) \wedge \mu(x, y)), \quad (9)$$

$$\mu_{\tilde{A}'}(x) = \vee_y (\mu(x, y) \wedge \mu_{\tilde{B}'}(y)). \quad (10)$$

Корисно знаходження нечіткого рішення на основі деяких правил:

$$\begin{aligned} & \text{if } x \text{ is } \tilde{A} \text{ then } y \text{ is } \tilde{B}, \\ & \text{if } y \text{ is } \tilde{B} \text{ then } z \text{ is } \tilde{C}. \end{aligned} \quad (11)$$

По правилах силогізма отримуємо:

$$\text{if } x \text{ is } \tilde{A} \text{ then } z \text{ is } \tilde{C}. \quad (12)$$

При виконанні дефазикації в нечіткому логічному висновку важливо знайти конкретне рішення з урахуванням ступеню виконання правила, перетворити рішення в скаляр.

Таким чином, при виробці рекомендацій по визначенню параметрів перехвату, доцільно використовувати нечітку логіку як засіб моделювання невизначеності природної мови при неоднорідній і нечіткій вхідній інформації [5].

Існують декілька підходів опису процесу прийняття рішень у складних ситуаціях [6]. У класичній теорії елемент структури, що виконує елементарне завдання, не має право приймати рішення. Теорія поведінки виявляє зацікавленість до елементів структури, що мають неформальну організацію. У системно-орієнтованих підходах відсутнє чітке виділення елементів структури.

Для опису процесу прийняття та виконання рішення при неясності щодо наслідків різних дій найбільш доцільний ієрархічний підхід, суть якого полягає у визначенні сімейства проблем, їх вирішення послідовним шляхом так, що рішення проблеми із цієї послідовності визначає і фіксує параметри в наступній проблемі, так що остання стає повністю визначеною і можна приступитися до її рішення.

Запропоновано в якості математичної моделі визначення параметрів перехвату визначена логіко-лінгвістична продукційна ієрархічна модель.

Логіко-лінгвістична продукційна модель обумовлена наступними аксіомами.

1. Задано наступні множини:

– множина вхідних впливів $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$,

$x_i^* \in [\underline{x}_i, \overline{x}_i]$;

– множина станів $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, що пред-

ставляють собою лінгвістичні змінні, які характеризуються наборами $(x_i, S(x_i), X_i, G_i, M_i)$, $i = \overline{1, n}$ (x – назва лінгвістичної змінної, $S(x)$ – терм-множина змінної x , елементи якої $\alpha_j, j = \overline{1, n}$ – суть найменування не-

чітких змінних $\langle \alpha, X, \tilde{C}(\alpha) \rangle$ як лінгвістичних значень лінгвістичної змінної, де X – область визначення нечіткої змінної, $\tilde{C}(\alpha) = \{\mu_{\tilde{C}(\alpha)}(x) / x\}$, $x \in X$,

$\mu_{\tilde{C}(\alpha)}(x)$ – значення функції приналежності; G – синтаксичне правило, що породжує найменування змінної $\alpha \in S(x)$; M – синтаксичне правило, що ставить у відповідність кожної змінної $\alpha \in S(x)$ нечіт-

ку множину $\tilde{C}(\alpha)$;

– множина вихідних значень $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$,

які також представляють собою лінгвістичні змінні, що характеризуються наборами $(y_k, S(y_k), Y_k, G_k, M_k)$, $k = \overline{1, m}$, причому $S(y)$ – терм-множина змінної y ,

елементи якої $d_z, z = \overline{1, m}$ – суть найменування нечіткої змінної $\langle d, Y, \tilde{C}(d) \rangle$ як лінгвістичних значень лінгвістичної змінної, де Y – область визначення нечіткої змінної, $\tilde{C}(d) = \{ \mu_{\tilde{C}(d)}(y) / y \}, y \in Y, \mu_{\tilde{C}(d)}(y)$ – значення функції приналежності.

2. Задано відображення виходу $R: x(t) \rightarrow d$, що визначає вихідну величину $y = d_z, z = \overline{1, m}$. Відображення R визначається множиною наборів правил $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$, таких, що

$$R : \left\{ \begin{array}{l} \text{IF } x_1 = \alpha_1^1 \text{ AND } x_2 = \alpha_2^1 \dots [\text{AND } x_k = \alpha_k^1] \dots \\ \dots x_n = \alpha_n^1 \\ \text{THEN } y_1 = d_1, \\ \text{IF } x_1 = \alpha_1^2 \text{ AND } x_2 = \alpha_2^2 \dots [\text{AND } x_k = \alpha_k^2] \dots \\ \dots x_n = \alpha_n^2 \\ \text{THEN } y_2 = d_2, \\ \dots \dots \dots \\ \text{IF } x_1 = \alpha_1^m \text{ AND } x_2 = \alpha_2^m \dots [\text{AND } x_k = \alpha_k^m] \dots \\ \dots x_n = \alpha_n^m \\ \text{THEN } y_m = d_m, \end{array} \right.$$

де k_i – кількість правил у наборі $r_i, i = \overline{1, n}$ (елементи у квадратних дужках є необов'язковими).

Кількість правил набору перебуває в діапазоні $0 < k_i \leq \prod_{i=1}^n \text{card}(S(x_i))$, де $\text{card}(S(x_i))$ – потужність терм-множини змінної $x_i, i = \overline{1, n}$.

Виходячи з того, що будь-яка ієрархічно організована структура заснована на класифікаційних ознаках побудови дерева ієрархії для відображення взаємозв'язку частково впорядкованих множин, то в якості остова дерева використовується ієрархія задач, розв'язуваних при виробці рекомендацій по визначенню параметрів перехвату $L = \{L_0, L_1, \dots, L_m\}$.

Кожний рівень ієрархії визначає своя підмножина системи $L_r = \{l_1^r, \dots, l_k^r\}$ (рис. 1).

Тоді під логіко-лінгвістичною ієрархічною продукційною моделлю будемо розуміти логіко-лінгвістичну продукційну модель, що має вигляд:

$$\bigcup_{j=1}^{m_i} \text{conseq} R_{i-1, j}^k = \text{antec} R_i^k,$$

$$\text{де } R_1 : \bigcup_{j=1}^{m_{n0}} L_{0, j} \rightarrow L_1, \quad L_0 = \{l_1^0, l_2^0, \dots, l_{k_0}^0\};$$

$$R_2 : \bigcup_{j=1}^{m_{n1}} L_{1, j} \rightarrow L_2, \quad L_1 = \{l_1^1, l_2^1, \dots, l_{k_1}^1\};$$

.....

$$R_M : \bigcup_{j=1}^{m_{nm-1}} L_{m-1, j} \rightarrow L_m, \quad L_m = \{l_1^m, l_2^m, \dots, l_{k_n}^m\},$$

де l_{ij}^k – лінгвістичні змінні.

Отже, визначимо в якості базової математичної моделі процесу визначення параметрів перехвату в умовах невизначеності при неоднорідній і нечіткій вхідній інформації логіко-лінгвістичну продукційну модель, що відображає динамічні зв'язки між змінними слабоформалізованого процесу [8; 10].

Динаміку процесу опишемо за допомогою взаємозалежних таблиць лінгвістичних правил, що зв'язують поточні й майбутні стани процесу, який описується [8]:

$$Y = R(X_{k-1}, X_k),$$

де X_{k-1}, X_k – стани системи;
 R – відношення зв'язку;
 k – крок дискретизації моделі.

Приклад такого відображення представлений у табл. 1.

Таблиця 1

Таблиця лінгвістичних правил слабоформалізованого процесу $Y = X_{k-1} \circ X_k$

$X_{k-1} \backslash X_k$	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	NB	NB	NB	NS	ZE
NS	NB	NB	NS	ZE	PS
ZE	NB	NB	ZE	PB	PB
PS	NS	ZE	PS	PB	PB
PB	ZE	PS	B	B	PB

За допомогою таблиць лінгвістичних правил описується база знань об'єкта. Вершини дерева ієрархічної системи – таблиці лінгвістичних правил, а дуги – метаправила, на підставі яких відбувається вибір потрібної таблиці у випадку зміни поточної мети.

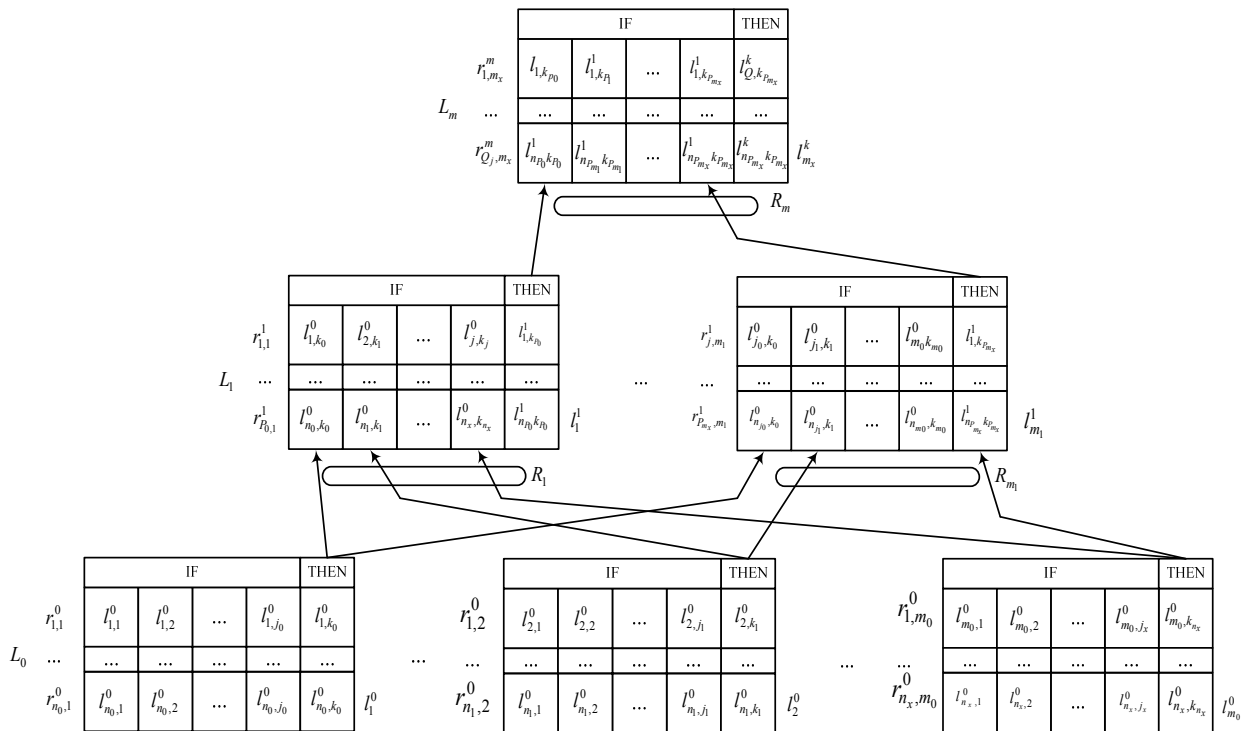


Рис. 1. Логіко-лінгвістична ієрархічна продукційна модель визначення параметрів перехвату

Висновки

Таким чином, загальна проблема виробки і прийняття рішення з управління винищувальною авіацією в екстремальних ситуаціях свідчать про необхідність розробки нового формального апарату. Він повинен забезпечити представлення різної інформації для вирішення задачі управління винищувальною авіацією, узгодження в рамках єдиного формалізму.

А механізм доступу до моделей повинен забезпечувати автоматизований пошук і прийняття рішення.

Загальна проблема виробки і прийняття рішення з управління винищувальною авіацією свідчать про необхідність розробки нового формального апарату. Він повинен забезпечити представлення різної інформації для вирішення задачі управління винищувальною авіацією, узгодження в рамках єдиного формалізму.

Обґрунтована необхідність автоматизації процесів прийняття рішень при управлінні авіацією з використанням новітніх інформаційних технологій та доцільність використання нечіткої логіки як засобу моделювання невизначеності природної мови при неоднорідній і нечіткій вхідній інформації.

Список літератури

1. Мажара І.П. Інформаційна модель допуску осіб групи керівництва польотами до управління повітряним рухом / І.П. Мажара, О.І. Тимочко, В.Г. Чернов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2018. – № 1(30). – С. 24-29. <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.30.04>.
2. Скрынникова Н.С. Зарубежный опыт борьбы с терроризмом: механизмы противодействия / Н.С. Скрынникова // Научный вестник Ужгородского национального университета. – 2014. – № 28. – Т. 3. – С. 37-40.
3. Saaty T. Structures in decision making: On the subjective geometry of hierarchies and networks / T. Saaty // European Journal of Operational Research. – № 199(3). – P. 867-872.
4. Камінський В.В. Борьба с повітряним тероризмом має починатися з землі / В.В. Камінський // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 1(14). – С. 16-23.
5. Зонов Ф. Международный терроризм и мировой опыт борьбы с ним [Електронний ресурс] / Ф. Зонов // Власть. – 2011. – № 12. – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnyy-terrorizm-i-mirovoy-opyt-borby-s-nim>.
6. Степанов Г.С. Погляди щодо проблемних питань застосування Повітряних Сил в протиповітряній обороні / Г.С. Степанов, В.В. Камінський, М.А. Павленко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2018. – № 1(30). – С. 18-23. <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.30.03>.

7. Королюк Н.О. Удосконалення програмного забезпечення комплексів засобів автоматизації при розпізнаванні типу повітряного об'єкта / Н.О. Королюк, В.В. Синявський, Д.О. Хаустов // Системи озброєння і військова техніка. – 2017. – № 1(49). – С. 67-80.

8. Королюк Н.О. Процедура формалізації даних, які використовуються при описі процесу управління рухом повітряних об'єктів / Н.О. Королюк, Р.В. Корольов, О.А. Коршець // Зв'язок, радіотехніка, акустика і навігація. – 2017. – С. 103-106.

9. Тимочко О.І. Метод оцінки ступеня небезпеки нештатних ситуацій у повітряному просторі / О.І. Тимочко, П.П. Зуєв // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 1(26). – С. 49-53. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.26.10>.

10. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления / В.Е. Ярушек, В.П. Прохоров, А.В. Мишин, Б.Н. Судаков. – Х.: ХУПС, 2011. – 355 с.

References

1. Mazhara, I.P., Timochko, O.I. and Chernov, V.G. (2018), "Informacijna model dopusku osib grupi kerivnictva polotami do upravlinnya povitryanim ruhom" [Information model of the admission of persons of group of the management of flights to air traffic control], *Science and technology of the Air Forces of Ukraine*, No. 1(30), pp. 24-29. <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.30.04>.

2. Skrynnykova, N.S. (2014), "Zarubezhnyj opyt bor'by s terrorizmom: mekhanizmy protivodejstviya" [Foreign Experience in Combating Terrorism: Mechanisms of Resistance], *Scientific Bulletin of Uzhgorod National University*, No. 28 (3), pp. 37-40.

3. Saaty, T. (2009), Structures in decision making: On the subjective geometry of hierarchies and networks, *European Journal of Operational Research*, No. 199(3), pp. 867-872.

4. Kaminsky, B.B. (2014), "Borotba z povitryanim terorizmom mae pochynatisya z zemli" [The fight against air terrorism must begin with land], *Science and Technology of the Air Forces of Ukraine*, No. 1(14), pp. 16-23.

5. Zonov, F. (2011), "Mezhdunarodnyj terrorizm i mirovoj opyt bor'by s nim" [International terrorism and world experience in combating it], *Power*, No. 12, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnyy-terrorizm-i-mirovoy-opyt-borby-s-nim>.

6. Stepanov, G.S., Kaminsky, V.V. and Pavlenko, M.A. (2018), "Poglyadi shchodo problemnih pitan' zastosuvannya Povitryanih Sil v protipovitryanij oboroni" [Opinions on the problem issues of the use of the Air Forces in air defense], *Science and Technology of the Air Forces of Ukraine*, No. 1(30), pp.18-23. <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.30.03>.

7. Korolyuk, N.O., Sinyavsky, V.V. and Haustov, D.O. (2017), "Udoskonalennya programnogo zabezpechennya kompleksiv zasobiv avtomatizacii pri rozpoznavanni tipu povitryanogo obyektu" [Improvement of software of complexes of automation means when recognizing the type of air object], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 1(49), pp. 67-80.

8. Korolyuk, N.O., Korolov, R.V. and Korshets, O.A. (2017), "Procedura formalizaciyi danih, yaki vikoristovuyut'sya pri opisi procesu upravlinnya ruhom povitryanih obyektiv" [Procedure for formalizing data used in describing the process of controlling the movement of air objects], *Communication, Radio Engineering, Acoustics and Navigation*, pp. 103-106.

9. Timochko, O.I. and Zuyev, P.P. (2017), "Metod ocinki stupenya nebezpeki neshtatnih situacij u povitryanomomu prostori" [Method of estimation of the degree of danger of abnormal situations in the air space], *Science and Technology of the Air Forces of Ukraine*, No. 1(26), pp. 49-53. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.26.10>.

10. Yarushek, V.E., Prokhorov, V.P., Mishin, A.V. and Sudacov, B.N. (2011), "Teoreticheskie osnovy avtomatizacii processov vyrabotki reshenij v sistemah upravleniya" [Theoretion bases of automation of decision-making processes in control systems], KNAFU, 355 p.

Надійшла до редколегії 29.11.2018

Схвалена до друку 12.12.2018

Відомості про авторів:

Королюк Наталія Олександрівна

кандидат технічних наук
доцент кафедри
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-2865-5899>

Першин Олександр Васильович

викладач кафедри
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<http://orcid.org/0000-0003-0022-8972>

Грідньова Тетяна Олександрівна

курсант
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<http://orcid.org/0000-0001-7120-5554>

Information about the authors:

Natalia Korolyuk

Candidate of Technical Sciences
Senior Lecturer
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-2865-5899>

Alexander Pershin

Instructor
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<http://orcid.org/0000-0003-0022-8972>

Tatyana Gridnyova

Cadet
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<http://orcid.org/0000-0001-7120-5554>

Шевченко Сергій Олегович

курсант
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<http://orcid.org/0000-0001-8816-8438>

Sergey Shevchenko

Cadet
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<http://http://orcid.org/0000-0001-8816-8438>

Агапов Михайло Сергійович

курсант
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<http://orcid.org/0000-0003-4393-2230>

Michail Agapov

Cadet
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
[http:// orcid.org/0000-0003-4393-2230](http://orcid.org/0000-0003-4393-2230)

ОБОСНОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ПОДХОДА ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ АВИАЦИЕЙ

Н.А. Королюк, А.В. Першин, Т.А. Гриднева, С.О. Шевченко, М.С.Агапов

В статье предлагается современный подход по автоматизации процессов принятия решений по управлению истребительной авиацией с помощью новейших информационных технологий и обоснована целесообразность использования нечеткой логики как средства моделирования неопределенности естественного языка при неоднородной и нечеткой входной информации. Предложенный подход по формированию правил определения метода наведения, области возможных атак воздушных целей, представляет логико-аналитическую процедуру по принятию решений. Полученные результаты позволяют повысить эффективность управления истребительной авиацией.

Ключевые слова: логико-аналитические задачи, формализация, теория нечетких множеств, подмножество, лингвистическая модель.

THE JUSTIFICATION OF MODERN APPROACHES TO PROCESSES AUTOMATION OF DECISION MAKING FOR AIRCRAFT CONTROL

N. Korolyuk, O. Pershin, T. Gridnyova, S. Shevchenko, M. Agapov

The article proposes a description of modern approaches to the automation of decision-making processes concerning the control of fighter aircraft using the approaches of fuzzy sets. The control of fighters is characterized by the influence of a large number of factors and the general tendency to complicate the situation, in which decisions are made. The Generalized rules' development for determining the method of guidance and the field of possible attacks on air targets is a complex logical and analytical task. Dynamic changes in the environment, hard time limitations, significant measurements, uncertainties and inconsistencies in the information being processed require substantiated and timely decision-making on aviation control. For the effective management of aviation, modification is proposed on fundamentally new bases, namely: automation of the process of determining the parameters of the projected impact of a fighter on air targets, taking into account the logic of the decision-making procedure. The final result of solving the problem of assumption the influences on the goal is evaluated qualitatively – by the capability of fighter's departure to a given tactical advantageous position, which is a drawback in making decisions. The general problem of developing and deciding on the fighter aviation control in extreme situations indicates the necessity to develop a new formal tool. It should guarantee the presentation of various information for the task of managing fighter aviation, harmonization within the framework of a single formalism. And the mechanism of access to models should provide automated search and decision making. The achieved results allow to increase the efficiency of fighter aviation control.

Keywords: logical-analytic problems, formalization, fuzzy set theory, subset, linguistic model.