

С.В. Осієвський, Д.О. Каліновський, Є.С. Воробйов

МЕТОД ФОРМАЛІЗАЦІЇ ЗНАНЬ ПРОЦЕСУ ОЦІНКИ ДІЙ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ

Анотація

На теперішній час велика частина управлінських рішень залишається неформалізованою, що спричинено недосконалістю апарату, який не призначений для опису і врахування усіх особливостей процесу управління. Висока динамічність бойових дій та значна невизначеність умов обстановки, приводить до значного ускладнення своєчасного і обґрунтованого прийняття управлінського рішення. Враховуючи велику кількість факторів та параметрів задача розпізнавання дій засобів повітряного нападу не може бути вирішена використанням звичайних методів оцінки, так як при великій кількості нечітких показників, які присутні в даній оцінці, неможливо отримати комплексну оцінку різномірних за змістом та природою величин. Тому при розробці методу використовується апарат нечіткої логіки, що дозволяє оперувати невизначеною інформацією та дозволяє з деякою точністю наблизити результати до гранично вірних. В результаті проведених досліджень було використано ієрархічну нечітку продукційну модель, за допомогою якої вдається визначити межі допустимих і оптимальних значень вхідних змінних. В процесі формалізації знань проведено аналіз вхідних параметрів які отримані з керівних документів, досвіду та методом експертних оцінок.

Ключові слова: засоби повітряного нападу, формалізовані знання, нечітка логіка, нечіткі множини.

Abstract

Currently, a large part of management decisions remains informal, which is caused by the imperfection of the apparatus, which is not designed to describe and take into account all the features of the management process. The high dynamism of hostilities and the significant uncertainty of the situation lead to significant complications in making a timely and well-founded management decision. Given the large number of factors and parameters, the task of recognizing the actions of air attack means cannot be solved using conventional assessment methods, since with a large number of unclear indicators that are present in this assessment, it is impossible to obtain a comprehensive assessment of values that are heterogeneous in content and nature. Therefore, in the development of the method, a fuzzy logic apparatus is used, which allows you to operate with uncertain information and allows you to approximate the results to the most accurate with some accuracy. Considering the factors and parameters that must be taken into account, various categories of information and ways of their presentation are taken into account. In accordance with the stages of logical deduction, it is proposed to use a drastic product at the stage of aggregation. In contrast to operations on fuzzy sets, which take into account the range of values of all variables, this operation allows you to form a filter that will evaluate the nature of actions with certain restrictions. As a result of the conducted research, a hierarchical fuzzy production model was used, with the help of which it is possible to determine the limits of admissible and optimal values of input variables. In most cases, input data are non-deterministic factors of a non-stochastic nature, which arise due to the vagueness of the purpose of hostilities and opposition from the enemy. In the process of formalization of knowledge, an analysis of input parameters obtained from guiding documents, experience and the method of expert evaluations was carried out. Differences in the assessment of experts affected the limits of permissible values. The proposed approach should be used for practical recommendations during hostilities.

Keywords: means of air attack, formalized knowledge, fuzzy logic, fuzzy sets

На теперішній час велика частина управлінських рішень залишається неформалізованою, що спричинено недосконалістю апарату, який не призначений для опису і врахування усіх особливостей процесу управління. Не враховується зміна організаційно-штатної структури органів військового управління і самого процесу прийняття рішення, в залежності від керівних документів і стрімкого розвитку сил і засобів збройної боротьби, які використовуються в ході останніх збройних конфліктів та воєнних дій. Окремо слід звернути увагу на угруповання сил та засобів повітряного нападу (ЗПН), які здатні виконувати тактичні, оперативні та стратегічні завдання, що вказує на підвищення значення боротьби в повітряному просторі.

На перший погляд тактичні і оперативні задачі подібні, проте вони суттєво відрізняються обсягом інформації, який необхідний для їх розв'язання. Найбільш складними та слабо структурованими задачами, які стоїть перед особою яка приймає рішення (ОПР), являються [1]: оцінка ситуації повітряної обстановки; оцінка дій ЗПН.

Одним із шляхів рішення зазначених задач може бути досягнуто, за рахунок врахування

сукупності емпіричних знань людини, що отримані на основі різномірної інформації, власного досвіду, та її інтелектуальних можливостей. Зазначену сукупність, для її використання в практичній складовій, необхідно формалізувати, у спеціальному математичному та програмному забезпеченні автоматизованих систем управління (АСУ).

Формалізації даних і знань з оцінки повітряної обстановки та дій ЗПН присвячений ряд робіт [2-6]. У роботі [2] пропонується використовувати інтервальні нечіткі множини 2 порядку; у роботі [3] запропоновано підхід до формалізації процесу розпізнавання повітряних ударів противника з використанням алгоритму нечіткого виведення Сугено нульового порядку; у роботі [4] запропоновано використовувати функціональну мережу для формалізації процесу відбору інформаційних ознак; у роботі [5] розроблений та обґрунтований склад формалізованих знань процесів розпізнавання варіантів дій ЗПН.

Метою роботи є розробка методу формалізації знань процесу оцінки дій засобів повітряного нападу з метою автоматизації процесу прийняття рішення на управління частинами винищувальної авіації та зенітних ракетних військ.

Незважаючи на те, що вхідні дані надають можливість ефективніше приймати рішення, вони вносять ряд факторів нестохастичної природи. Які виникають через нечіткість мети бойових дій та протидію з боку противника, а саме:

- множину маршрутів польоту;
- множину цілей які визначені для ураження;
- множину типів озброєння;
- множину напрямків удару.

Враховуючи велику кількість факторів та параметрів задача розпізнавання дій ЗПН не може бути вирішена використанням звичайних методів оцінки, так як при такій кількості нечітких показників, які присутні в даній оцінці, неможливо отримати комплексну оцінку різномірних за змістом та природою величин. Тому при розробці методу використовується апарат нечіткої логіки, що дозволить оперувати невизначеною інформацією та дозволить з деякою точністю наблизити результати до гранично вірних.

Структурно нечітка продукційна модель має вигляд рис. 1.

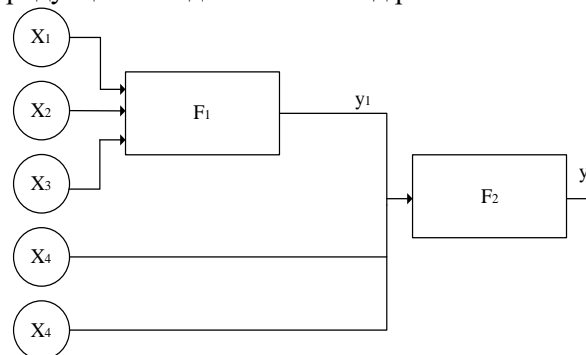


Рис. 1. Структура нечіткої продукційної моделі визначення параметру характеру дій ЗПН

Методи теорії нечітких множин дозволяють отримати форму функції належності узагальненої оцінки при умові об'єднання часткових оцінок за принципом "or-or" та "end-end". Для визначення функції належності узагальненої оцінки використаємо принцип "end-end" для врахування максимумів вхідних значень. Де вихідною змінною буде $y_1=0$ при "мала інтенсивність", $y_1=1$ "висока інтенсивність".

Для визначення функції належності узагальненої оцінки використано на етапі агрегування драстичний добуток який представлений у вигляді:

$$M\Delta = \begin{cases} \mu_a(x), & \text{if } \mu_b(x) = 1 \\ \mu_b(x), & \text{if } \mu_a(x) = 1 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

Даний тип агрегування виступає свого роду фільтром, який в разі виявлення повітряних об'єктів, у напрямку, який не є ймовірним або критичним і з малою інтенсивністю не буде розцінювати їх як засіб повітряного нападу. Натомість всі об'єкти які здійснили пуск або зліт у загрозливому напрямку або з великою інтенсивністю буде розцінюватись як складний характер

дій.

В результаті проведених досліджень було використано ієрархічну нечітку продукційну модель, за допомогою якої вдається визначити межі допустимих і оптимальних значень вхідних змінних. Вхідні данні в більшості випадків являються, не-визначеними факторами нестохастичної природи, які виникають через нечіткість мети бойових дій та протидію з боку противника.

В процесі формалізації знань проведено аналіз вхідних параметрів які отримані з керівних документів, досвіду та методом експертних оцінок. Розбіжності в оцінці експертів, вплинули на межі допустимих значень. Тому під час повторно-го проведення моделювання необхідно провести оцінку експертів для зменшення області.

В роботі запропоновано використовувати на етапі агрегування драстичний добуток. На відмін-ну від операцій над нечіткими множинами, які враховують область значення всіх змінних наведена операція дозволяє сформувати фільтр який буде оцінювати характер дій з певними обмеженнями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методи підтримки прийняття рішень при ситуаційному аналізі повітряної обстановки: монографія / О. М. Дмитрієв, І. О. Борозенець, В. С. Мажаров, М. Г. Мельничук, М. А. Павленко, О. І. Тимочко, С. Г. Шило, Г. В. Щер-бак. Кропивницький : ПП "Ексклюзив-Систем", 2021. 271 с.

2. Королюк, Н.О, Леонов, А.В, Будков, М.Р, Литвин, Д.А. (2020). Особливості автоматизації процесів вироб-лення рішень при оцінці повітряної обстановки на пунктах управління Повітряних Сил Збройних Сил України. Сис-теми озброєння і військова техніка. 106-112. 10.30748/soivt.2020.61.12.

3. Олизаренко С.А. Интервальные нечеткие множества типа 2. Терминология, представление, операции /

С.А. Олизаренко, А.В. Перепелица, В.А. Капранов // Системи обробки інформації. – 2011. – No 2(92). – С. 39-45.

4. Полонський, Ю. І., Борозенець, І. О., Шило, С. Г., Литвиненко, М. І. (2016). Формалізований опис процесу відбору інформаційних ознак для формування моделі повітряної обстановки. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, (2), 115-117.

5. Носик А.М. Метод формализации знаний о возможных вариантах действий воздушного противника, спрогнозированных в ходе подготовки к ведению боевых действий / А.М. Носик, А.В. Перепелица, О.С. Бодяк // Системи озброєння та військова техніка – 2013. – No 1(108). – С. 133-137.

6. Методика оцінки повітряного противника: методичний посібник. К.: НУОУ, 2016. 32 с.

Осієвський Сергій Валерійович — кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 0677596282, stiv161272@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0861-9417>

Каліновський Дмитро Олександрович – ад'юнкт Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 0961839606, kalinovskiydmytro@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3184-6458>

Воробйов Євген Сергійович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 0954166157, vo.evgen.se@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1828-0069>

Kalinovskiy Dmytro – adjunct of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, 0961839606, kalinovskiydmytro@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3184-6458>

Serhii Osievskiy – Candidate of Technical Sciences, docent, the head of the department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, 0677596282, stiv161272@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0861-9417>

Evgen Vorobyov – Candidate of Technical Sciences, Senior Research Officer of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, 0954166157, vo.evgen.se@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1828-0069>