УДК 621.316

Н. О. Королюк, А. О. Романюк, О. М. Кулабухов

ПІДХІД ЩОДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ РОЗПІЗНАВАННЯ ДІЙ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ПУНКТАХ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Анотація. *У роботі пропонується підхід щодо формалізації знань для розпізнавання дій повітряного противника з метою автоматизації процесів оцінки повітряної обстановки на пунктах управління Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України з урахуванням невизначеності. Пропонується вдосконалення спеціального математичного та програмного забезпечення автоматизованих систем управління (АСУ) на основі використання інтелектуальних інформаційних технологій. В якості моделі представлення знань про процеси розпізнавання варіантів дій повітряного противника в умовах невизначеності пропонується використовувати нечіткі множини 1 та 2 порядку, засновані на них нечіткі логічні системи, що дозволяють в загальному випадку формалізувати задачі, які мають логіко-аналітичний характер.*

Ключові слова: *особа, рішення, нечітка логічна система, знання, формалізація знань.*

Abstract. *The article proposes an approach to the formalization of knowledge regarding the recognition of the actions of the aerial enemy in order to automate the processes of assessing the air situation at the control points of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine, taking into account uncertainty. It is proposed to improve the special mathematical and software of ACS based on the use of intelligent information technologies. As a model for presenting knowledge about the processes of recognizing options for the actions of an air enemy in conditions of uncertainty, it is proposed to use fuzzy sets of the 1st and 2nd order and fuzzy logical systems based on them, which allow in general to formalize problems of a logical and analytical nature. The rules are formed for each predicted variant of the air enemy's actions and are subsequently used as input data for the implementation of the logical conclusion of the fuzzy logic system.*

Keywords: *person, decision, fuzzy logic system, knowledge, knowledge formalization.*

Вступ

В умовах триваючої війни в Україні особливого значення набувають аналіз сучасних воєнних загроз та узагальнення досвіду протидії їм [1]. Підвищення ефективності бойового застосування сил і засобів ППО можливе за рахунок зменшення тривалості циклу бойового управління та за рахунок практичної організації єдиного бойового управління всіма військами і силами авіації і ППО [1-4]. Досвід бойових дій засвідчив здатність угруповань сил і засобів повітряного нападу (ЗПН) виконувати оперативно-тактичні та стратегічні завдання, що підвищує роль повітряного протиборства у досягненні успіху у війні. Використання ЗПН передбачає зростання вимог до процесу управління з пунктів управління (ПУ) підпорядкованими силами та засобами [3]. Однією з вимог щодо ефективної боротьби з повітряним противником (ПП) є своєчасна оцінка повітряної обстановки (ПО) та прийняття рішення щодо подальших дій підпорядкованими силами та засобами ППО. Швидкоплинність та зростаюча динамічність бойових дій, висока ступінь невизначеності обстановки, необхідність оперативного аналізу, жорсткі часові рамки та врахування значної кількості різнорідних факторів свідчать про необхідність підвищення рівня автоматизації процесів оцінки ПО, визначення задуму ПП та розпізнавання варіантів його дій. Розпізнавання замислу дій ПП є найбільш складною та слабо-структурованою задачею, яка стоїть перед особою, що приймає рішення (ОПР). Зараз її рішення лежить в площині емпіричних знань людини, що на основі отриманої різнорідної інформації, власного досвіду та інтелекту, викриває замисел його дій. Однак, розвиток методів штучного інтелекту для рішення слабо-структурованих задач дозволило реалізувати задачу розпізнавання замислу дій ПП у складі системи підтримки прийняття рішення (СППР). Отже перспективним напрямком автоматизації процесу вироблення рішень при оцінки ПО є вдосконалення

спеціального математичного і програмного забезпечення (СМПЗ) АСУ за рахунок використання інтелектуальних інформаційних технологій.

Результати дослідження

Розробці та використанню інтелектуальних інформаційних технологій для автоматизації процесів управління та розпізнавання дій ПП присвячений цілий ряд робіт. У роботах [2-4] запропонований підхід до формалізації процесу виявлення ударів ПП з використанням евристичного методу нечіткої кластеризації Кутюрье-Фьолео, підхід до формалізації процесу розпізнавання повітряних ударів противника з використанням алгоритму нечіткого виведення Сугено 0-порядку, розроблений та обґрунтований склад формалізованих знань процесів розпізнавання варіантів дій ПП на командному пункті ПС ЗС України. Однак питання щодо розробки, використання методів формалізації, консолідації знань для процесів розпізнавання варіантів дій ПП при оцінці ПО в умовах невизначеності є недостатньо дослідженими. Одним із ключових етапів оцінювання ПО є оперативне та обґрунтоване розпізнавання варіантів дій ПП, що забезпечує своєчасне прийняття рішень щодо відбиття ударів. На етапі планування прогнозуються можливі дії ПП та визначаються способи протидії, на основі яких будується система ППО. Під час бойових дій шляхом зіставлення характеристик виявлених і прогнозованих ударів визначається варіант дій ПП. На основі запланованого варіанта відбиття удару ОПР визначає дії підлеглих сил і засобів. Підвищення оперативності прийняття рішень потребує автоматизації та алгоритмізації цього процесу шляхом удосконалення відповідного СМПЗ, формування рекомендацій на основі узагальнення даних, аналізу попередніх рішень та виявлення тенденцій розвитку обстановки. Основна складність розв'язання завдання зумовлена ініціативою противника у виборі способів дій, що потребує врахування замислу та цілей ПП, поточного положення ЗПН, розташування об'єктів оборони, стану власних сил і засобів, а також можливих способів ведення бойових дій. Автоматизацію розпізнавання варіантів дій ПП ускладнює необхідність формалізації знань і досвіду ОПР, які важко реалізувати засобами наявних інформаційних технологій. Використання когнітивного методу відкриває можливості щодо створення інтелектуальних систем, що відрізняються високим ступенем адаптивності до зовнішніх умов, здатністю до самонавчання, завдяки яким рішення задач оцінки ПО в цілому, і зокрема задач розпізнавання варіантів його дій, обмежується в основному технічними характеристиками обчислювальних засобів. Після прийняття на озброєння сучасних засобів автоматизації Повітряних Сил можливим стало автоматизоване вирішення задач розрахункового характеру, узагальнення інформації. У той же час, існуючі алгоритми розпізнавання варіантів дій ПП не забезпечують облік невизначеності знань про ці процеси, враховують деякі особливості процесу виявлення або процесу розпізнавання напрямків ударів без урахування комплексних знань про етапи визначення напрямків ударів [4]. Таким чином, з точки зору подальшої алгоритмізації, пропонується процес розпізнавання варіантів дій ПП представити як взаємозалежне послідовне виконання наступних основних етапів: прогнозування можливих варіантів дій повітряних об'єктів за результатами оцінки ПО в ході підготовки (етап планування); виявлення поточних напрямків польоту об'єктів в ході ведення бойових дій; розпізнавання варіантів дій повітряних об'єктів. Виходячи з математичної постановки задачі формалізації знань про прогнозовані варіанти дій ПП пропонується використовувати нечіткі множини 1 та 2 порядку. Сукупність нечітких продукційних правил при цьому представляє базу правил, яка в загальному випадку призначена для формального подання емпіричних знань або знань експертів та ОПР про предметну область. У загальному випадку, базу правил розрізняють за типом нечітких продукційних правил (нечіткі висловлювання; чіткі висловлювання; функції) і за структурою нечітких продукційних правил (SISO-структура реалізує один вхід і один вихід; MISO-структура реалізує багато входів і один вихід; MIMO-структура реалізує багато входів і багато виходів).

Висновки

Таким чином, перспективним напрямом автоматизації розпізнавання дій ПП є вдосконалення СПМЗ АСУ із застосуванням інтелектуальних інформаційних технологій.

Недостатня розробленість методів формалізації знань зумовлює необхідність їх удосконалення для автоматизації оцінювання ПО на ПУ ПС в умовах невизначеності. В якості моделі представлення знань про процеси розпізнавання варіантів дій ПП в умовах невизначеності пропонується використовувати нечіткі множини 1 та 2 порядку і засновані на них нечіткі логічні системи, що дозволяють в загальному випадку формалізувати задачі, що мають логіко-аналітичний характер. Правила формуються для кожного прогнозованого варіанта дій ПП і використовуються в подальшому в якості вхідних даних для реалізації логічного виводу нечіткої логічної системи. Процес зіставлення значень параметрів ударів ПП, спрогнозованих в ході підготовки до ведення бойових дій, зі значеннями параметрів поточних ударів ПП, виявлених в ході ведення бойових дій, подальшого віднесення виявленого удару до одного з прогнозованих і вибір варіанту дій ПП, з максимальним значенням ступеня відповідності прогнозованих ударів з виявленими забезпечує автоматизацію розпізнавання варіантів дій ПП і оцінку ПО.

Список використаних джерел:

1. Качинський А. Б., Стремецька М. С. Операційна аналітика як інструмент моніторингу даних та управління подіями систем забезпечення кібербезпеки. *Доповіді Національної академії наук України*. 2021. № 1. С. 9–16.

2. Korolyuk N. Ground of modern method in relation to the ав-томатизації processes of making decision for by the aviation. *Collection of scientific works*. 2019. №1 (59). P.32–39.

3. Степанов Г. С., Камінський В. В. Погляди щодо проблемних питань застосування Повітряних Сил в протиповітряній обороні. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2018. № 1(30). С. 18–23. https://doi.org/10.30748/nitps.2018.30.03.

4. Королюк Н. О., Першин О. В., Грідньова Т. О., Шевченко С. О. Обґрунтування сучасного підходу щодо автоматизації процесів прийняття рішень по управлінню авіацією. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2019. № 1(59). С. 32–39. https://doi.org/10.30748/ zhups.2019.59.04.

Королюк Наталія Олександрівна – кандидат технічних наук, професор кафедри бойового застосування АСУ факультету автоматизованих систем управління та наземного забезпечення польотів авіації Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: natali-kor@ukr.com. ORCID https://orcid.org/0000-0002-2865-5899.

Романюк Алла Олександрівна – старший науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: Rainbow_kh@ukr.net. ORCID https://orcid.org/0000-0001-5882-6962.

Кулабухов Олександр Михайлович – старший викладач кафедри бойового застосування АСУ факультету автоматизованих систем управління та наземного забезпечення польотів авіації Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: O.Kulabukhov@m.hnups.mil.gov.ua. ORCID https://orcid.org/0000-0002-9836-6646.

Natalia Oleksandrivna Korolyuk – Candidate of Technical Sciences, Professor at the department of combat employment of automated command and control systems of the faculty of automated control systems and ground support of aviation of the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska St., Building 77/79, Ind. 61023, e-mail: natali-kor@ukr.com. ORCID https://orcid.org/0000-0002-2865-5899.

Alla Oleksandrivna Romaniuk – Senior Researcher of the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska St., Building 77/79, Ind. 61023, e-mail: Rainbow_kh@ukr.net. ORCID https://orcid.org/0000-0001-5882-6962.

Oleksandr Mykhailovych Kulabukhov – Senior Lecturer at the department of combat employment of automated command and control systems of the faculty of automated control

systems and ground support of aviation of the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska St., Building 77/79, Ind. 61023, e-mail: O.Kulabukhov@m.hnups.mil.gov.ua ORCID https://orcid.org/0000-0002-9836-6646.