Розвиток та застосування Повітряних Сил, інших видів Збройних Сил України, удосконалення їх системи управління

УДК 355.40

DOI: 10.30748/nitps.2020.40.01

І.В. Балик

Військова частина А1906, Київ

УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ВОЄННОЇ ЗАГРОЗИ

У статті викладено результати теоретичних досліджень щодо удосконалення математичного апарату для вирішення завдання визначення рівня воєнної загрози національній безпеці України. Запропоновано застосовувати метод “ k -найближчих сусідів”, який належить до метричних алгоритмів для автоматичної класифікації об’єктів. Особливість запропонованого математичного апарату полягає в тому, що він дає змогу: враховувати динаміку зміни рівня загрози застосування воєнної сили; забезпечити меншу похибку результатів оцінювання експертами рівня загрози застосування воєнної сили.

Ключові слова: рівень воєнної загрози, наміри та дії, показник наміру (дії), математичний апарат, сфера прояву намірів (дії).

Вступ

Постановка проблеми. Життєво важливі інтереси людини, суспільства і держави відображені в політиці національної безпеки. Безсумнівно, рішення щодо забезпечення національної безпеки вважаються виваженими і відповідають реальній обстановці лише за умови об’єктивного кількісного оцінювання процесів у різних сферах суспільного життя країни, виявлення причин і тенденцій їх зміни в часі та прогнозування можливих шляхів запобігання негативним явищам.

Безумовно, математичний опис таких систем є складним, оскільки процеси, які відбуваються в різних сферах суспільного життя країни, не піддаються аналітичному опису, швидко змінюються і мають складну взаємозалежність.

У теорії та практиці оцінювання рівня національної безпеки часто використовують методи: аналізу ієрархій, нечіткої міри, багатовимірного порівняльного аналізу, таксономії, експертних оцінок. Отримана за допомогою зазначених методів інформація має рекомендаційний характер для осіб, які приймають рішення у сфері забезпечення національної безпеки держави.

Тому виникає необхідність удосконалити математичний апарат оцінювання рівня воєнної загрози.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання оцінювання воєнних загроз національній без-

пеці України висвітлено в роботах багатьох вітчизняних науковців. Проте визначення (уточнення) і обґрунтування загроз викладено лише в декількох теоретичних працях.

Так, у [1] наведено науково-методичний апарат оцінювання і прогнозування рівня воєнної небезпеки і шляхів його деескалації. Воєнну загрозу державі розглянуто як стан, що виникає внаслідок загострення воєнно-політичної обстановки між державами за період часу. Оцінювання цього загострення запропоновано за допомогою комплексного показника небезпеки, що розраховується як відношення накопичених негативних експертних оцінок подій. Цей математичний апарат не враховує сучасних умов ведення війни, які суттєво ускладнюють його застосування на практиці, а саме: не передбачена можливість використання для оцінювання рівня воєнної загрози (загрози застосування воєнної сили) у разі розв’язання прикордонного конфлікту, терористичного акту та інших загроз, пов’язаних із поетапним наростанням міждержавного конфлікту і підготовкою до збройної агресії, коли поступове зростання загрози не спостерігається або має дуже вузькі часові рамки; складність визначення комплексного показника, що потребує досить громіздкої двоступінчастої процедури експертного оцінювання.

У [2] наведено кількісні методи та результати порівняльного оцінювання багатовимірних процесів із використанням методів: експертних оцінок, аналізу ієрархій, багатовимірного порівняльного аналізу.

Слід зазначити, що використання методу експертних оцінок із застосуванням математичного апарату середнього балу або штучного метричного виміру має ряд недоліків: введення коефіцієнтів відносної важливості; обмеження діапазону змін значень показників; відсутність впливу цих значень на коефіцієнти відносної важливості; невизначена кількість показників та експертів; узгодженість суджень експертів. Використання методу аналізу ієрархій також має обмеження: зростання кількості рівнів ієрархії та елементів на кожному з них підвищує вимоги до вхідної інформації та експертів, залучених до оцінювання [3]; під час оцінювання пропонується використовувати до 9 показників; послідовне формування експертами матриці взаємного впливу показників за рахунок попарних порівнянь; ускладнення задачі та зниження точності розрахунків при штучному групуванні показників або визначенні тенденції зміни узагальненого показника в часі за рахунок нестійкості значень показників і їх вагових коефіцієнтів у граничних областях. У свою чергу, запропонований метод таксономії не передбачає обмежень щодо показників та вихідних даних, що може призвести до зменшення інформативності даних, а також потребує узагальнюючого аналізу [2].

У [4] проведено розрахунок рівнів небезпеки загроз національним інтересам України у війсьній сфері за допомогою математичних апаратів, що ґрунтуються на методі аналізу ієрархії та моделі інтеграла нечіткої міри. Правилом вибору найнебезпечніших загроз є розрахунок порога розрізнення, на основі якого вибирається чи відкидається та чи інша загроза. Значення порога розрізнення залежить від кількості загроз, що оцінюється, і це зумовлює необхідність врахування їх кількості під час розрахунків математичними апаратами, які використовуються в процесі оцінювання небезпеки загроз національним інтересам України у війсьній сфері. Окрім

цього, у [3–4] запропоновано використовувати декілька методів розрахунків для мінімізації можливих помилок при отриманні кінцевих результатів.

Таким чином, постає актуальне питання розробки (удосконалення) математичного апарату, що використовувався для оцінювання не тільки рівня загроз національній безпеці державі, але й для визначення рівня воєнної загрози.

Мета статті – викладення результатів теоретичних досліджень щодо удосконалення математичного апарату визначення рівня воєнної загрози.

Виклад основного матеріалу

За основу досліджень взято метод експертних оцінок, а в якості запропонованого математичного апарату – метод “ k -найближчих сусідів”.

Метод “ k -найближчих сусідів” – метричний алгоритм для автоматичної класифікації об’єктів. Основним його принципом є те, що об’єкт присвоюється тому класу, який є найбільш поширеним серед сусідів цього елемента. Сусіди обираються виходячи з множини об’єктів, класи яких вже відомі. І за ключовим для цього методу значенням k вираховується найбільш численний із них клас. Кожний об’єкт має кінцеву кількість показників (індикаторів) [5].

Вихідними даними є показники, що характеризують наміри та дії іноземних країн (наприклад, за масштабом, тривалістю, об’єктом та наслідками), які можуть становити загрозу застосування воєнної сили. Зазначені показники оцінюються експертами (експертом), враховуючи вплив наміру (дії).

За результатами оцінювання намірів та дій воєнно-політичної сили формується матриця оцінок (1), де стовпці матриці характеризують перелік намірів (дій), а рядки – відповідно сфери прояву намірів (дій). Елементами матриці є числові оцінки показників, які надала намірам та діям група експертів.

$$XP = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{i1} & A_{i2} & A_{i3} & A_{i4} \end{bmatrix} & \dots & \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{i1} & A_{i2} & A_{i3} & A_{i4} \end{bmatrix} \\ \dots & \dots & \dots \\ \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{i1} & A_{i2} & A_{i3} & A_{i4} \end{bmatrix} & \dots & \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{i1} & A_{i2} & A_{i3} & A_{i4} \end{bmatrix} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де A_{11} – числове значення показника “масштаб”;

A_{12} – числове значення показника “тривалість”;

A_{13} – числове значення показника “об’єкт”;

A_{14} – числове значення показника “наслідки”;

i – кількість залучених експертів.

Для визначення показників, що відповідають наміру (дії), застосовується кластеризація за мето-

дом “ k -найближчих сусідів” [5–10]. Відповідно до алгоритму для розрахунку рівня однотипності оцінок експертів автори використовують відстань Мінковського четвертого порядку (2):

$$d_{ij} = \sqrt[4]{\sum_{k=1}^n (A_{jk} - A_{ik})^4}, \quad (2)$$

де d_{ij} – коефіцієнт рівня однотипності оцінок експертів;

i – індекс оціненого експертом показника наміру (дії);

j – індекс оціненого експертом показника наміру (дії), який оцінюється;

k – номер показника, за яким порівнюють;

n – загальна кількість показників, що характеризують намір (дію);

A_{jk} – числове значення показника експерта,

відносно якого оцінюються показники наміру (дії);

A_{ik} – числове значення оціненого експертом показника.

У результаті розрахунків будується матриця D (3), де стовпці є намірами (діями), а рядки – сферами їх прояву. Елементи матриці характеризують рівень однотипності оцінок експертів наміру (дії).

$$D = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1j} \\ d_{21} & 0 & \dots & d_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{i1} & d_{i2} & \dots & 0 \end{bmatrix} & \dots & \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1j} \\ d_{21} & 0 & \dots & d_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{i1} & d_{i2} & \dots & 0 \end{bmatrix} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1j} \\ d_{21} & 0 & \dots & d_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{i1} & d_{i2} & \dots & 0 \end{bmatrix} & \dots & \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1j} \\ d_{21} & 0 & \dots & d_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{i1} & d_{i2} & \dots & 0 \end{bmatrix} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

де d_{12} – рівень однотипності оцінок наміру (дії) експертів;

i, j – індекси порівнюваних оцінок експертів.

За (4), використовуючи елементи матриці D , розраховується комплексне значення оцінки кожного експерта. Відповідно до матриці (1), вектору $A = [A_1, A_2, A_3, A_4]$ присвоюються значення показників експерта, в якого найменша комплексна оцінка наміру (дії). Утворений вектор приймається за базовий, що характеризує оцінюваний намір (дію).

$$X_j = \sum_{i=1}^k d_{ij}, \quad (4)$$

де d_{ij} – елемент стовпчика матриці D для оцінюваного наміру (дії);

i – індекс стовпчика в матриці D ;

j – індекс рядка в матриці D (експерт);

k – кількість залучених експертів;

X_j – комплексна оцінка експертом наміру (дії).

Далі вектори A для всіх намірів та дій об'єднуються в матрицю (5), де стовпці матриці характеризують перелік намірів (дій), а рядки – сферу прояву.

$$X = \begin{bmatrix} [A_1, A_2, A_3, A_4] & \dots & [A_1, A_2, A_3, A_4] \\ \dots & \dots & \dots \\ [A_1, A_2, A_3, A_4] & \dots & [A_1, A_2, A_3, A_4] \end{bmatrix}, \quad (5)$$

де X – матриця показників оцінюваного наміру (дії);

i – індекс експерта, показники якого характеризують базову оцінку наміру (дії), отриману за (4).

За методом “ k -найближчих сусідів” виконується класифікація. Тобто на цьому етапі визначається приналежність наміру (дії) до ризику, виклику або загрози застосування воєнної сили (6):

$$L = \sqrt[4]{\sum_{k=1}^n (A_{jk} - A_{ik})^4}, \quad (6)$$

де L – коефіцієнт приналежності наміру (дії) до рівня загрози застосування воєнної сили;

i – індекс показника, що характеризує рівень загрози застосування воєнної сили;

j – кількість рівнів загрози застосування воєнної сили;

n – кількість показників оцінювання рівня загрози застосування воєнної сили;

k – індекс показника рівня загрози застосування воєнної сили;

A_{ik} – числове значення показника рівня загрози застосування воєнної сили (виклик, ризик, загроза);

A_k – числове значення показника оцінюваного наміру (дії) (5).

Розрахунок показує, що найменший коефіцієнт приналежності наміру (дії) до рівня загрози застосування воєнної сили відповідає рівню загрози національній безпеці, а числове значення характеризує ступінь зміни цієї загрози.

Для порівняння (оцінки) роботи методів визначення рівнів загрози застосування воєнної сили розглянуто [11–15], в яких досить повно розкрито динаміку подій, яка описує анексію Автономної Республіки (АР) Крим. Для розрахунків обрано період з 22 листопада 2013 року по 30 березня 2014 року.

Загальний графік динаміки зміни рівня загрози застосування воєнної сили відповідно до проведених розрахунків із використанням індикаторів намірів і дій країни-агресора у сферах життєдіяльності держави наведено на рис. 1.

Аналіз графіка свідчить, що результати розрахунків, проведених за запропонованим математичним апаратом, дають змогу точніше оцінити рівень загрози застосування воєнної сили. Крім того, враховуючи індикатори намірів та дій країни-агресора з різних сфер, можна комплексно (об'єктивно) оцінити обстановку та спрогнозувати динаміку зміни рівня загрози застосування воєнної сили.

Рис. 1. Загальний графік динаміки зміни рівня загрози застосування воєнної сили

Висновки

Описаний математичний апарат дає змогу:

1. Враховувати динаміку зміни рівня загрози застосування воєнної сили.
2. Забезпечити меншу похибку результатів оцінювання експертами рівня загрози застосування воєнної сили.

3. Усунути недоліки існуючої методики визначення рівня воєнної загрози державі.

4. На основі методу “ k -найближчих сусідів” вирішувати однотипні завдання.

Напрямом подальших досліджень слід вважати розробку програмного модуля оцінювання рівня воєнної загрози.

Список літератури

1. Богданович В.Ю. Теоретические основы анализа проблем национальной безопасности государства в военной сфере: монография / В.Ю. Богданович. – К.: Основа, 2006. – 296 с.

2. Основи стратегії безпеки та оборони держави / О.П. Дузь–Крятченко, Ю.В. Пунда, В.П. Грищенко та ін. – К.: НУОУ ім. І. Черняхівського, 2015. – 620 с.
3. Семенченко А.І. Методологія стратегічного планування у сфері державного управління забезпеченням національної безпеки України: монографія / А.І. Семенченко. – К.: Вид. НАДУ, 2008. – 428 с.
4. Шпура М.І. Методика врахування найнебезпечніших загроз національним інтересам України у воєнній сфері / М.І. Шпура, В.В. Троцько // Стратегія воєнної безпеки України: проблеми формування: тематичний збірник Національного науково-дослідного центру оборонних технологій та воєнної безпеки України. – 2007. – С. 44–48.
5. Рафгарден Тим Совершенный алгоритм. Жадные алгоритмы и динамическое программирование / Тим Рафгарден. – СПб.: Питер, 2020. – 256 с.
6. Рашка С. Python и машинное обучение: пер. с англ. / С. Рашка. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 418 с.
7. Анналин Ын. Теоретический минимум по Big Data. Всё что нужно знать о больших данных / Анналин Ын, Кеннет Су. – СПб.: ПИТЕР, 2019. – 208 с.
8. Таха Х. Введение в исследование операций: пер. с англ. / Х. Таха, А. Хемди. –7-е изд. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2015. – 302 с.
9. Parsian Mahmoud. Data Algorithms / Mahmoud Parsian. – O'Reilly Media, Inc., 2015. – 778 p.
10. Conway Drew. White Machine Learning for Hackers / Drew Conway, John Myles. – O'Reilly Media, Inc., 2012. – 322 p.
11. Збройний конфлікт в Україні: військова підтримка незаконних збройних формувань “ДНР” та “ЛНР” з боку Російської Федерації / О. Гарбар, А. Конопкін, О. Кореньков, С. Мовчан; Українська Гельсінська спілка з прав людини. – К., 2018. – 40 с.
12. Офіційний сайт проекту “Крик України”. Події в Криму. – Режим доступу: <https://ukrainecry.com/krim/ua>.
13. Офіційний сайт проекту “Крик України”. Події в Криму – після 21 лютого. – Режим доступу: https://ukrainecry.com/krim_after_february_21/ua.
14. Задорожний О.В. Анексія Криму – міжнародний злочин: монографія / О.В. Задорожний. – Київ: К.І.С., 2015. – 576 с.
15. Офіційний сайт “Крым Сегодня”. О проведении общекрымского референдума: Постановва ВР АРК від 6 березня 2014 року № 1702-6/14. – Режим доступу: <http://www.rada.crimea.ua/ua/act/11689>.

References

1. Bogdanovich, V.Yu. (2006), “*Teoreticheskie osnovy analiza problem natsionalnoy bezopasnosti gosudarstva v voennoy sfere: monografiya*” [Theoretical bases of the analysis of problems of national security of the state in the military sphere: monograph], Osнова, Kyiv, 296 p.
2. Duz–Kryatchenko, O.P., Punda, Yu.V. and Grischenko, V.P. (2015), “*Osnovi strategiyi bezpeki ta oboroni derzhavi*” [Bases of strategy of safety and defense of the state], NUOU im. I. Cherniakhovskoho, Kyiv, 620 p.
3. Semenchenko, A.I. (2008), “*Metodolohiia stratehichnoho planuvannia u sferi derzhavnoho upravlinnia zabezpecheniam natsionalnoi bezpeky Ukrainy: monohrafiia*” [Methodology of strategic planning in the sphere of public administration by ensuring national security of Ukraine: monograph], NAGU, Kyiv, 428 p.
4. Shpura, M.I. and Trotsko, V.V. (2007), “*Metodyka vrakhuvannia nainebezpechnishykh zahroz natsionalnym interesam Ukrainy u voiennoi sferi*” [Metodik's shot of accounting of the most dangerous threats to the national interests of Ukraine in the military sphere], *Strategy of military safety of Ukraine: formation problems: thematic collection of National research center of defensive technologies and military safety of Ukraine*, pp. 44–48.
5. Rafgarden, Tim (2020), “*Sovershennyiy algoritm. Zhadnyie algoritmyi i dinamicheskoe programmirovaniye*” [The algorithm is ideal. Greedy algorithms and dynamic programming], St. Petersburg, 256 p.
6. Rashka, S. (2017), “*Python i mashinnoe obuchenie*” [Python and machine learning], DMK Press, Moscow, 418 p.
7. Annalin, Yin and Kennet, Su (2019), “*Teoreticheskiy minimum po Big Data. Vsyto chto nuzhno znat o bolshih dannyih*” [A theoretical minimum on Big Data. Everything that it is necessary to learn about big data], PITER, SPb., 208 p.
8. Taha, H. and Hemdi, A. (2015), “*Vvedenie v issledovanie operatsiy*” [Introduction to a research of operations], Vilyams, Moscow, 302 p.
9. Parsian, M. (2015), *Data Algorithms*, O'Reilly Media, Inc., 778 p.
10. Conway, D. and Myles, J. (2012), *White Machine Learning for Hackers*, O'Reilly Media, Inc., 322 p.
11. Garbar, O., Konopkin, A., Korenkov, O., and Movchan, S. (2018), “*Zbroyniy konflikt v Ukraini: viiskova pidtrymka nezakonnnykh zbroynykh formuvan “DNR” ta “LNR” z boku Rosiiskoi Federatsii*” [Armed conflict in Ukraine: Military support of DPR and LPR illegal armed groups from the Russian Federation], *Ukrainska Helsinska spilka z prav liudyny*, Kyiv, 40 p.
12. The official site of project “Ukraine cry” (2014), “*Podii v Krymu*” [Events in the Crimea], available at: <https://ukrainecry.com/krim>.
13. The official site of project “Ukraine cry” (2014), “*Podiji v Krymu – pislja 21 ljutogho*” [Events in the Crimea – after February 21], available at: https://ukrainecry.com/krim_after_february_21.
14. Zadorozhnyi, O.V. (2015), “*Aneksiia Krymu – mizhnarodnyi zlochyn: monohrafiia*” [Crimea Annexia – international crime: monograph], K.I.S., Kyiv, 576 p.
15. The official site “Crimea Today” (2014), “*O provedenii obshekrymskogo referenduma*” [On holding a general Crimean referendum], available at: www.rada.crimea.ua/ua/act/11689.

Відомості про автора:**Балик Іван Васильович**науковий співробітник
військової частини А1906,
Київ, Україна<https://orcid.org/0000-0003-4180-1448>**Information about the author:****Ivan Balyk**Research Associate
of Military Unit A1906,
Kyiv, Ukraine<https://orcid.org/0000-0003-4180-1448>**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА
ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ВОЕННОЙ УГРОЗЫ**

И.В. Балык

В современных условиях подготовки и ведения вооруженной борьбы традиционные подходы к оцениванию уровня военной угрозы национальной безопасности государства требуют существенного пересмотра. Несовершенным является не только существующий методический аппарат оценивания уровня военной угрозы национальной безопасности государства, который не учитывает скрытые этапы подготовки страны-агрессора к применению военной силы, но и математический аппарат, который применяется.

В теории и практике оценивания уровня национальной безопасности часто используют методы: анализа иерархий, нечеткой меры, многомерного сравнительного анализа, таксономии, экспертных оценок. Полученная с помощью указанных методов информация имеет рекомендательный характер для лиц, которые принимают решения в сфере обеспечения национальной безопасности государства.

В статье изложены результаты теоретических исследований относительно усовершенствования математического аппарата для решения задачи определения уровня военной угрозы национальной безопасности Украины. Предложено применять метод "k-ближайших соседей", который принадлежит к метрическим алгоритмам для автоматической классификации объектов. Особенность предложенного математического аппарата заключается в том, что он позволяет: учитывать динамику изменения уровня угрозы применения военной силы; обеспечить меньшую погрешность результатов оценивания экспертами уровня угрозы применения военной силы.

Изложенные в статье свидетельства свидетельствуют, что предложенный математический аппарат позволяет точнее оценить уровень угрозы применения военной силы и обеспечить объективное оценивание обстановки и прогнозирования динамики изменения уровня угрозы применения военной силы.

Ключевые слова: уровень военной угрозы, намерения и действия, показатель намерения (действия), математический аппарат, сфера проявления намерений (действия).

**IMPROVEMENT OF THE MATHEMATICAL APPARATUS
FOR THE MILITARY THREAT ASSESSMENT**

I. Balyk

In modern conditions of the armed warfare preparation and conduction the traditional approaches to the military threat assessment to the state national security require a substantial review.

There is not only the methodology of military threat assessment which needs improvement, but also the used mathematical apparatus. The first one doesn't address the covert stages of the aggressor nation preparation for military force employment.

In the theory and practice of the national security threat assessment the following methods are used: a hierarchy analysis, a fuzzy logic, a comprehensive comparative analysis, a taxonomy, an expert analysis. Received information is recommendatory for all people to take decisions in the sphere of national security.

In the article were presented results of theoretical studies for mathematical apparatus improvement on assessment of military threat to the national security of Ukraine. The method 'k- the nearest neighbors algorithm' is recommended to use. It belongs to the metrical algorithms for an automatic object classification. The speciality of the proposed method lies down in taking into account the dynamics of changing the threat of the military force usage; providing less faults in the experts' assessments.

The presented statements in the article explain, the proposed mathematical apparatus allows to assess the level of threat of using military force more accurately and will provide an objective assessment of the situation and prediction for calculations of changing dynamics in domain of military force employment level threat.

Keywords: level of military threat, intentions and actions, indicator of intention (action), mathematical apparatus; sphere of manifestation of intentions (action).