

POLITICAL PROCESSES IN INTERNATIONAL CONTEXT

DOI: 10.46340/eppd.2022.9.6.3

Valeriy Korniyenko, ScD in Political Science

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6285-5707>

Vinnitsia National Technical University, Ukraine

Oleksandr Rothstein, ScD in Technical Science

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4048-3014>

Donetsk National University named after V. Stus, (Vinnitsia), Ukraine

Tatyana Neskorocheva, ScD in Technical Science

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2474-7697>

Donetsk National University named after V. Stus (Vinnitsia), Ukraine

Denis Katelnikov, PhD in Technical Science

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4150-9650>

Vinnitsia National Technical University, Ukraine

UKRAINE – RUSSIA: FUZZY COGNITIVE MODELING OF AN ASYMMETRICAL CONFLICT

Валерій Корнієнко, д. політ. н.

Вінницький національний технічний університет, Україна

Олександр Ротштейн, д. техн. н.

Донецький національний університет імені В. Стуса (м. Вінниця), Україна

Тетяна Нескородева, д. техн. н.

Донецький національний університет імені В. Стуса (м. Вінниця), Україна

Денис Кательніков, к. техн. н.

Вінницький національний технічний університет, Україна

УКРАЇНА – РОСІЯ: НЕЧІТКЕ КОГНІТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АСИМЕТРИЧНОГО КОНФЛІКТУ

Using the example of the modern military conflict between the Russian Federation and Ukraine, the article reveals the essence of the concept of "asymmetric conflict" as an ideal type, which allows building a network of concepts for the purpose of further studying the phenomenon of hostilities, as well as building forecasts of the development of the military-political situation. The conceptual provisions of the organization of asymmetric countermeasures against the aggression of a "more powerful" state in military terms by the "victim state" regarding the protection of its fundamental vital national interests are substantiated.

The specific focus is the application of mathematical modeling in the framework of the military confrontation between the Russian Federation and Ukraine. The possibilities of introducing the principles of mathematical modeling into the methodology of political science are analyzed and outlined.

The article puts forward a hypothesis regarding which the range of application of fuzzy models and methods is quite suitable for the subject of the proposed study, given that the unpredictability of the result should be attributed to the peculiarities of asymmetric conflicts in the event of a clear discrepancy in the power capabilities of the opposing sides ("indirect" tactics, non-standard military actions applied by the weak side, as well as the inability of the strong side to defend its positions and finally suppress the weaker opponent).

On the basis of expert evaluations, using the example of the Russian-Ukrainian conflict, the use of a fuzzy cognitive map (FCM) is shown in order to model the causal relationships that are identified between the concepts in the conflict model.

Taking into account the potential capabilities of the warring parties, the level of the possibility of a nuclear threat from the Russian Federation was theoretically predicted and the ranking of factors that could affect Ukraine's victory in the military conflict was carried out.

Keywords: war, military conflict, asymmetric conflict, hybrid war, mathematical modeling, fuzzy logic, ranking, conflict factors.

Вступ. Дослідженню воєнних конфліктів присвячено значну кількість наукових праць вчених різного періоду: Р. Арона, К. Гаджієва, Г.В.Ф. Гегеля, Ф. Енгельса, К. фон Клаузевіца, Б. Ліддел Гарта, Н. Макиавеллі, Х. фон Мольтке, К. Поппера, П.-Ж. Прудона, Є. Рибкіна, С. Тюшкевича, М. Цюрупи, А. Швейцера та ін. Їх дослідження присвячені здебільшого методологічним проблемам війни та миру.

Проте питання комплексного дослідження природи воєнних конфліктів залишається відкритим. Так, існуючій воєнний конфлікт між РФ та Україною із технічної точки зору слід називати «асиметричним», хоча нині не існує його єдиного розуміння. Тому в політичній науці виникає потреба у подальшому формуванні його теорії як парадоксального прояву слабкості сильних гравців та здатності слабшого нав'язати політичну волю сильнішому супротивникові.

Важливим чинником наукового аналізу вказаного феномену слід вважати міждисциплінарний підхід. Якщо для політологів феномен воєнного конфлікту між державами становить інтерес з позиції національної безпеки, вивчення чинників формування зовнішньої політики тощо, то для вчених-математиків ситуація викликає особливу привабливість, перш за все, за можливість використання кількісних методів. Доречно і сьогодні пригадати слова К. Маркса, який надавав особливого значення математичному методу в системі наук. За свідченням П. Лафарга, «він вважав..., що наука лише тоді досягає досконалості, коли їй вдається користуватися математикою»¹.

Застосування математичного методу нечітких когнітивних карт (НКК) забезпечує зручність моделювання динаміки систем з якісними змінними, що вимірюються експертно. Це дозволяє дотримуватись принципу несумісності (incompatibility) високої складності з високою точністю. Наявність наукового міждисциплінарного діалогу дозволяє досягти, на наш погляд, більш системного аналізу досліджуваної проблеми в політичній науці. А застосування НКК видається перспективним напрямком розвитку теорії моделювання воєнних конфліктів.

Метою статті є (а) уточнення змісту, який вкладають у поняття «асиметричний конфлікт», прояснення його природи та еволюції; (б) на основі експертних оцінок показати застосування НКК щодо моделювання воєнно-політичних систем на прикладі російсько-українського конфлікту; (с) із урахуванням потенційних можливостей воюючих сторін, побудувати модель для прогнозування рівня можливості ядерної загрози із боку РФ та здійснити ранжування факторів, які можуть вплинути на перемогу України у воєнному конфлікті.

Виклад основного матеріалу. Щодо предмету дослідження, особливий інтерес викликають ідеї американського вченого С. Хантінгтона, який у своїй роботі «Зіткнення цивілізацій» розглядав три можливі шляхи розвитку відносин між РФ та Україною після розпаду СРСР:

1. Малоімовірність збройного конфлікту між двома країнами зважаючи на їхню приналежність до однієї цивілізації.

2. Розкол України на Західну та Східну. Входження останньої до складу РФ та самостійне існування «уніатської» західної частини за активної підтримки європейських країн.

3. Збереження єдності та незалежності України за умов внутрішнього розколу та активній співпраці з РФ. Цей сценарій, на думку вченого, був найімовірнішим².

Однак сьогоденні реалії показали, що жоден із трьох сценаріїв не був реалізований. Проте їх окремі елементи відбивають певні риси механізму розгортання конфлікту.

Найбільш життєвими виявилися прогнози Д. Дудаєва, (першого президента самопроголошеної Чеченської Республіки Ічкерія (1991-1996)), який в 1995 р. передрікав: «...у Криму ще буде бійня. Україна ще зчепиться із Росією на непримиренних... Поки русизм існує, він ніколи не відмовиться

¹ Розов, Н. (1968). *Математические рукописи Карла Маркса*. УМН, 5(143), 23, 209.

² Хантінгтон, С. (2003). *Столкновение цивилизаций*. Москва: АСТ, 257-259.

від своїх амбіцій. Росія, насправді, – є рекетиром ... »¹. Американський політолог – Дж. Міршаймер, автор теорії «звичайного стримування», також підкреслює, що «росіяни та українці мають історію взаємної ворожнечі»² і наводить чинники, які вочевидь є найбільш дратівливими для Росії:

- інтеграція України до НАТО;
- інтеграція України до ЄС;
- перетворення України на прозахідну демократію безпосередньо біля кордонів Росії³.

Зарубіжні та вітчизняні дослідники воєнних конфліктів в цілому перебувають на тій позиції, що в майбутньому їх розвиток набуватиме більш нелінійного характеру. На початку XXI століття домінуючою формою збройних конфліктів став їх новий тип – «асиметричний конфлікт» чи «асиметрична війна», яку називають також війною шостого покоління.

Цей термін було введено до наукового обігу вченим-міжнародником Е. Макком у статті «Чому великі держави програють малі війни: політика асиметричного конфлікту». Автор зазначав, що поразка сильніших держав була зумовлена: 1) втратою політичної волі до продовження війни; 2) комплексом асиметричних відносин між противниками; 3) застосуванням асиметричних стратегій боротьби (партизанських); 4) впливом невоєнних факторів⁴. У цей же період французький політолог і соціолог Р. Арон у фундаментальній праці «Світ і війна між народами» також наголошував, що поразку великих держав слід пояснити асиметрією «волі, інтересу, антипатії у войовничому діалозі...»⁵.

На думку М. Гросса⁶, відмінною особливістю асиметричних воєнних конфліктів від воєн минулого є три аспекти:

По-перше, стирання різниці між збройними силами та цивільним населенням.

По-друге, відсутність моральної рівності воюючих сторін, коли супротивники дотримуються загальних правил ведення війни.

По-третє, використання заборонених заходів та зміна самої етики війни: нападу часто зазнають незахищені цивільні об'єкти замість досить захищених воєнних, великі жертви серед мирного населення. Цей тип воєнного конфлікту відрізняється значною нерівністю економічних і воєнно-технічних можливостей ворогуючих сторін, відсутністю чітко позначеної лінії фронту.

Ключовою ж особливістю слід вважати саме асиметричний характер конфлікту: нерівне співвідношення сил, у якому *потужніша сторона перемагає досить рідко*. Найчастіше слабкіша сторона виявляється фактично переможницею вже за умови «якщо вона повністю не знищена»⁷. Основною метою асиметричної війни є знаходження «шпарин» у воєнній могутності противника, виявлення його слабких сторін і знаходження можливої стратегічної вигоди. Яскравим прикладом слід вважати «Балаклійський прорив» збройних сил України по звільненню окупованих військами РФ територій Харківської області у вересні 2022 р. (було звільнено близько 6000 км² території). Та зазвичай у XXI ст. бойові дії часто мають риси як конвенційних, так і асиметричних конфліктів, що дозволяє назвати такі конфлікти «гібридними», тобто, у широкому значенні – змішаними⁸.

Але воєнний конфлікт між РФ та Україною фактично став народною війною за незалежність і суверенітет України. Сьогодні у ньому доволі чітко проглядаються риси вже не гібридної війни, а саме асиметричної, що описані вище.

Цікавими є думки І. Арреган-Тофта, який класифікує «стратегії» учасників асиметричного конфлікту за єдиної підстави — *конвенційності* (від лат. «conventio» — договір, угода). Звідси кожна

¹ Youtube (2022). *Дудаєв говорив о войне России и Украины 27 лет назад* <<https://www.youtube.com/watch?v=-QTrjkPuy0M>> (2022, листопад, 12).

² Mearsheimer, J. (1993). Case for Ukrainian Nuclear Deterrent. *Foreign Affairs*, 72(3), 53.

³ Ігнат'єв, Д. (2022). *Україну превратили в передовой отряд НАТО* <<https://proza.ru/2022/03/19/97>> (2022, листопад, 12).

⁴ Mack, A. (1975). Why Big Nations Lose Small Wars: The Politics of Asymmetric Conflict. *World Politics*, 27(2).

⁵ Арон, Р. (2000). *Мир и война между народами*. Москва: NOTA BENE, 84-86.

⁶ Gross, M. (2010). *Moral dilemmas of modern war: Torture, assassination, and blackmail in an age of asymmetric conflict*. Cambridge: Cambridge univ. press.

⁷ Полтораков, А. (2011). *Давид и Голиаф: геостратегия асимметричных войн* <<https://hvylyya.net/analytics/geopolitics/david-i-goliaf-geostrategija-asimmetrichnyh-vojn.html>> (2022, листопад, 12).

⁸ Долженко, О. (2022). Гібридна війна як інноваційний концепт сучасної геополітики. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 22. Політичні науки та методика викладання соціально-політичних дисциплін*, 2022(31), 59-72. DOI: <https://doi.org/10.31392/pnspd.v22i31.1240>.

сторона має дві альтернативні стратегії. Сильний противник (зазвичай, сторона, що наступає) обирає між безпосереднім наступом і варварством: навмисним і систематичним завданням шкоди цивільному населенню задля придушення його волі (саме це ми спостерігали при масованому ракетному обстрілі РФ об'єктів критичної інфраструктури України в жовтні і листопаді 2022 р.). Результат бойових дій, за Арреганом-Тофтом, визначається стратегічним вибором противників: при застосуванні «симетричних» стратегій перемагає сильний противник, у разі «асиметричного вибору» перемогу здобуває слабший¹.

Щодо бойових дій – це традиційний та фактично історично перший об'єкт моделювання в математичній науці, яка займається дослідженням операцій². Математичне моделювання в політиці означає опис політичних процесів за допомогою обмеженої кількості вагомих факторів та абстрагування від тих, вплив яких можна за певних обставин не враховувати³. Деякі фахівці вважають, що теорія моделювання в політиці починає відлік від наукової праці Л. Річардсона (1919 р.) «Математична психологія війни». Особливою популярністю користується математична модель Т. Сааті щодо можливості ядерної війни. В його моделі визначається співвідношення ракет, яке із великою ймовірністю не призведе до війни. Визначається оптимальна стратегія для сторони, що нападає: завдати по супротивнику рішучого тотального удару, або удару контрольованого⁴.

На основі прикладних розробок В. Короленка, В. Синявського та М. Гочієва⁵, на стратегічному рівні прийняття рішень найбільшого поширення набули диференціальні рівняння Ф. Ланчестера⁶, які моделюють динаміку зміни втрат кожної із ворогуючих сторін в залежності від параметрів бойової ефективності зброї та інтенсивності введення резервів.

Альтернативою диференціальних рівнянь, які моделюють динаміку системи, є нечіткі когнітивні карти (НКК), що набули широкого поширення після виходу робіт ряду зарубіжних вчених⁷. Нечіткі когнітивні карти (fuzzy cognitive maps) використовуються для моделювання причинних взаємозв'язків, які виявлені між концептами деякої області. Слід також використати досвід застосування НКК як засобу емпіричного моделювання надійності, безпеки та ризику в людино-машинних системах, що описано в наукових працях О. Ротштейна, Д. Кательникова, А. Кашканова, Л. Пустильник, Б. Поліна⁸.

Отже, нами передбачається, що Україна веде справедливу, визвольну війну, яка повинна закінчитись перемогою України, з огляду на неспівмірність військового, економічного й людського ресурсів між Україною та РФ. Тому при виборі безлічі концептів нами пропонується враховувати фактори, пов'язані з різними країнами, які прискорюють чи гальмують перемогу України (табл. 1).

¹ Arreguin-Toft, I. (2001). How the Weak Win Wars. *International security*, 26 (1), 98-102.

² Вентцель, Е. (1972). *Исследование операций*. Москва: Советское радио.

³ Ключев, К. (2016). Застосування математичного моделювання в дослідження політичних конфліктів. *Політикус*, 2, 81.

⁴ Саати, Т. (1977). *Математические модели конфликтных ситуаций*. Москва: Советское радио.

⁵ Короленко, В., Синявский, В., Гочиев, Н. (2015). Моделирование боевых действий как основной инструмент принятия обоснованных решений. *Наука и военная безопасность: научно-теоретическое приложение к журналу «Армия»: печатный орган Министерства обороны Республики Беларусь и ГУ «Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь»*, 1, 26-32.

⁶ Lanchester, F. (1916). *Aircraft in Warfare: The Dawn of the Fourth Arm*. London: Constable and Co, Ltd.

⁷ Roberts, F. (1982). *Discrete Mathematical Models with Application to Social Biological and Environmental Problems*. Prentice-Hall, New Jersey; Papageorgiu, E., Stylios, C., Groumpos, P. (2004). Modeling Complex Systems using

Fuzzy Cognitive Maps. *IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics: Systems and Humans*, 34 (1), 155-162; Mazzuto, G., Ciarapica, E., Stylios, C., Georgopoulos, V. (2018). Fuzzy Cognitive Map designing through large

database and experts' knowledge balancing. *IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, 1-6; Kosko, B. (1986). Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24, 65-75; Kosko, B. (1992).

Neural Networks and Fuzzy Systems. Englewood Cliffs. New York: Prentice-Hall.

⁸ Rotshtein, A. (2019). Risk Analysis: Fuzzy Cognitive Map vs Fault Tree. *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 58(2), 200-211; Rotshtein, A., Katelnikov, D., Kashkanov, A. (2019). A Fuzzy Cognitive Approach

to Ranking of Factors Affecting the Reliability of Man-Machine Systems. *Cybernetics and Systems Analysis*, 55(1), 90-98; Rotshtein, A., Katelnikov, D. (2021). Fuzzy Cognitive Map vs Regression. *Cybernetics and Systems Analysis*,

57(1), 605-616; Rotshtein, A., Katelnikov, D., Pustyl'nik, L., Polin, B. (2022). Reliability analysis of man-machine systems using fuzzy cognitive mapping with genetic tuning. *Risk Analysis*, 1-19.

Фактори, які впливають на перемогу України

	Фактори, що впливають на перемогу України (закінчення війни)	
	Позитивно впливають	Негативно впливають
Україна	<ul style="list-style-type: none"> • перемоги ЗСУ • чисельність армії • рівень підготовки воєнних кадрів • мотивованість армії • освоєння нової техніки • захоплення трофейної техніки • підтримка населення 	<ul style="list-style-type: none"> • поразки ЗСУ • поразка інфраструктури • економічні втрати • загибель мирного населення
Росія	<ul style="list-style-type: none"> • поразки армії РФ • дезертирство, здача в полон • поразка центрів прийняття рішень та логістичних центрів на окупованих територіях та в РФ • невдоволення населення 	<ul style="list-style-type: none"> • перемоги армії РФ • чисельність армії РФ • рівень підготовки воєнних кадрів РФ • мотивованість армії РФ • наявність озброєння (наступального та оборонного) • підтримка еліти РФ
Білорусь		<ul style="list-style-type: none"> • постачання озброєння • надання РФ власної території й повітряного простору • політична підтримка
США	<ul style="list-style-type: none"> • постачання озброєння (наступального та оборонного) • санкції проти РФ • виділення коштів • політична підтримка 	<ul style="list-style-type: none"> • опозиція підтримки України
Європа	<ul style="list-style-type: none"> • постачання озброєння (наступального та оборонного) • санкції проти РФ • виділення коштів • політична підтримка • підтримка біженців 	<ul style="list-style-type: none"> • опозиція підтримки України • залежність від російських ресурсів
Китай	<ul style="list-style-type: none"> • економічна підтримка 	
Іран		<ul style="list-style-type: none"> • постачання дронів і ракет Російській Федерації
Туреччина	<ul style="list-style-type: none"> • постачання дронів 	

Джерело: розроблено авторами

Слід зауважити, що універсального способу визначення факторів не існує, а в нашому випадку єдиним джерелом інформації за критеріями є експертна позиція авторів статті, виражена природною мовою, заснована на певному уявленні щодо ситуації, знанні, досвіді та інтуїції дослідників. Це дещо йде у розріз із принципом моделювання Ф. Ланчастера:

–рівняння Ф. Ланчастера не пристосовані до роботи із експертною думкою, яку ми беремо за джерело інформації в даній статті для моделювання в умовах невизначеності;

–параметри бойової ефективності, що входять до рівнянь, спираються на статистичні дані, які отримати важко, і достовірність яких може бути сумнівною;

– фактори (технічні, політичні, економічні тощо), що впливають на динаміку втрат, фактично не входять до рівнянь Ф. Ланчестера. Це не дозволяє варіювати такими факторами як керованими змінними в моделях різних сценаріїв розвитку бойових дій.

Для можливого прогнозування розвитку воєнного конфлікту між РФ і Україною складемо нечітку когнітивну карту (НКК) напруженості між ними. Підставою для її складання є математична теорія нечітких множин і нечітка логіка як узагальнення класичної теорії множин і формальної логіки. Відповідно до Б. Козко¹, НКК — це орієнтований граф, дуги якого зважені нечіткими термами. Вершини графа, що названі концептами, відповідають змінним, які враховуються в моделі, а ваги дуг відображають сили впливів змінні — причин на змінні — наслідки. Термін «когнітивний» підкреслює, що вихідними даними для моделювання є суб'єктивна інформація про сили впливів, які описуються словами «підвищується» або «знижується». Термін «нечіткі» говорить про те, що НКК використовує різні рівні «підвищення» та «зниження». Ці рівні задаються числами з інтервалів $[0, 1]$ і $[-1, 0]$, яким відповідають терми *низький, середній, високий та інші* з теорії нечітких множин².

При цьому математична теорія нечітких множин дозволяє описувати нечіткі поняття та знання, оперуючи цими знаннями, і робити нечіткі висновки. У нечіткій логіці, на відміну від класичної, замість величин «істина» та «брехня» використовується величина ступеня істинності, що приймають будь-які значення з нескінченної множини від 0 до 1 включно.

Основним поняттям, яким ми оперуватимемо у цій статті є поняття «ранжування» (англ. «ganging», «ranging», «rating»), що означає розміщення величин у порядку за рівнем важливості, значимості. У нашому випадку — це складання певних факторів конфлікту в напрямку зниження здатності перемоги України у воєнному конфлікті. Ранжування запропонованих чинників розглядається авторами як завдання багатокритерійного аналізу за умов невизначеності. В якості прикладу можна навести дослідження В. Корнієнка та О. Ротштейна, щодо проблеми альтернативно-можливого вибору політичних партій у період виборчих перегонів³.

З метою вирішення завдання в цій статті, ми скористаємося теорією прийняття рішень у нечіткому середовищі (Bellman та Zadeh, 1970) та ідеєю нечіткої перфектності, запропованою в наукових працях А. Ротштейна⁴. Методика використання НКК полягає в наступному:

Концепти. Нехай $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ – відома множина концептів, тобто змінних, які використовуються у моделі динамічної системи. У цій роботі концепт C_i оцінюється числом $x_i \in [x_i, \bar{x}_i]$, яке визначається експертом, де \underline{x}_i (\bar{x}_i) нижня (верхня) межа інтервалу допустимих значень концепту C_i .

Зв'язки між концептами. Вага w_{ij} ; дуги, що з'єднує концепти C_i і C_j , вказує на силу впливу C_i на C_j :

- $w_{ij} > 0$ (позитивний вплив C_i на C_j), якщо підвищення (зниження) величини x_i призводить до підвищення (зниження) величини x_j ;
- $w_{ij} < 0$ (негативний вплив C_i на C_j), якщо підвищення (зниження) величини x_i призводить до зниження (підвищення) величини x_j ;
- $w_{ij} = 0$ (відсутність впливу C_i на C_j), якщо значення x_j не залежить від значення x_i .

¹ Kosko, B. (1986). Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24, 65-75.

² Заде, Л. (1976). *Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений*. Москва: Мир.


³ Корнієнко, В., Ротштейн, О. (2021). Ранжування політичних партій України методом нечіткої перфектності. *Часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 22. Політичні науки та методика викладання соціально-політичних дисциплін*, 30, 13-30.

⁴ Ротштейн, А. (2009). Нечеткий многокритериальный выбор альтернатив: метод наилучшего случая. *Известия РАН. Теория и системы управления*, 3, 51-55; Ротштейн, А. (2011). Нечетко-алгоритмический анализ надежности сложных систем. *Кибернетика и системный анализ*, 47(6), 102-115; Ротштейн, А. (2017). Ранжирование элементов системы на основе нечеткого отношения влияния и транзитивного замыкания. *Кибернетика и системный анализ*, 53(1), 68-78.

Силу впливу (w_{ij}) будемо оцінювати експертно за допомогою лінгвістичних термів та шкали термометра (табл. 2).

Таблиця 2

Оцінка сили впливу

Шкала Термометра	Лінгвістичні оцінки	Числові значення
	Позитивна максимальна	1
	Позитивна вище за середнє	0.75
	Позитивна середня	0.5
	Позитивна нижче середнього	0.25
	Відсутнє	0
	Негативна нижче середнього	-0.25
	Негативна середня	-0.5
	Негативна вище середнього	-0.75
	Негативна максимальна	-1

Джерело: розроблено авторами

Якщо враховуються думки кількох експертів, то величина w_{ij} оцінюється як зважене середнє оцінок кожного з експертів.

Рекурентне співвідношення. Рекурентним (лат., «той, що повертається») співвідношенням називається формула виду $a_{n+1}=F(a_n, a_{n-1}, \dots, a_{n-k+1})$, де F деяка функція від k аргументів, яка дозволяє обчислити наступні члени числової послідовності через значення попередніх членів. Рекурентне співвідношення однозначно визначає послідовність a_n , якщо вказано k перших членів послідовності.

Для опису коливального процесу у НКК використовуються такі поняття:

- $(n \times n)$ – матриця сил впливів концептів C_i один на одного, у якій діагональні елементи дорівнюють нулю, тобто.

$$W_0 = \begin{bmatrix} 0 & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & 0 & \dots & w_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

- Початковий стан НКК, що визначається вектором

$$X^0 = [x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0], \quad (2)$$

елементи якого дорівнюють значенням концептів на кроці $k = 0$.

- *Стационарний стан* НКК, що визначається вектором

$$\mathbf{X}^l = [x_1^l, x_2^l, \dots, x_n^l] \quad (3)$$

на такому кроці l , коли в результаті взаємодії між концептами НКК входить у сталий режим, в якому елементи вектора (3) припиняють змінюватись.

Динаміка покрокової зміни значень концептів визначається співвідношенням

$$x_i^{k+1} = x_i^k + \sum_{j=1}^n (x_j^k - x_j^{k-1}) w_{ji},$$

яке можна записати в матричній формі [8]:

$$\mathbf{X}^{k+1} = \mathbf{X}^k \oplus (\mathbf{X}^k \ominus \mathbf{X}^{k-1}) \mathbf{W}_0, \quad \mathbf{X}^1 = \mathbf{X}^0 \oplus \mathbf{X}^0 \mathbf{W}_0, \quad (4)$$

де « \oplus » та « \ominus » операції поелементного складання та віднімання векторів, які виконуються за схемою:

$$[a, b] \oplus [c, d] = [a + c, b + d],$$

$$[a, b] \ominus [c, d] = [a - c, b - d].$$

Прогноз значення вихідної змінної. Розглянемо систему «входи – вихід», в якій концепт C_n – це вихідна змінна, а інші концепти C_1, C_2, \dots, C_{n-1} – це вхідні змінні, що впливають один на одного. Тоді прогноз значення вихідної змінної виконується за наступним алгоритмом:

Крок 1. Встановити початковий стан НКК (2) вектором

$$\mathbf{X}^0 = [x_1^0, x_2^0, \dots, x_{n-1}^0, x_n^0 = 0], x_i \in [\underline{x}_i, \overline{x}_i]. \quad (5)$$

Крок 2. Користуючись рекурентним співвідношенням (4), обчислити вектор (3) значень концептів у стаціонарному (сталому) стані.

Крок 3. В отриманому векторі (3) зафіксувати значення x_n^l та вважати його прогнозом \widehat{x}_n виходу, що відповідає заданому вхідному вектору (5).

Ранжування концептів. Ранги концептів – входів характеризують їх важливість у сенсі впливу на концепт – вихід. Методика ранжування концептів НКК запропонована у [7]. Індекс важливості вхідного концепту C_j відповідає величині $x_n^l = \widehat{x}_n$, отриманої для вектора (5), в якому значення концепту C_j задано на верхньому рівні, а інші концепти – входи задані на нижніх рівнях.

Аналогічно обчислюються індекси спільного впливу кількох вхідних концептів.

Результати моделювання. Граф НКК, що пропонується для моделювання конфлікту, показано на рис. 1.

Концепти, яким відповідають вершини графа на рис.1, представлені у табл. 3 з інтервалами можливих значень змінних.

Вочевидь, що список цих концептів не слід вважати вичерпним. В даному разі він обмежений нашим розумінням ситуації, що склалася. Одночасно вони є важливими конструктивними параметрами нечіткої когнітивної карти, які є основою для аналізу в нашій статті. Побудова докладної ієрархії факторів, що впливають на рівень воєнного протистояння між РФ та Україною, є самостійною науковою проблемою, яка в цій роботі не розглядається. Список концептів обрано із урахуванням ключових слів, які використовувались в репортажах провідних експертів-політологів в період конфлікту. Разом із тим, із таблиці 2 видно, що інтервал оцінки концепту C_7 відрізняється від інтервалів оцінки концептів C_1, C_2, \dots, C_6 . Це зумовлено такими міркуваннями.

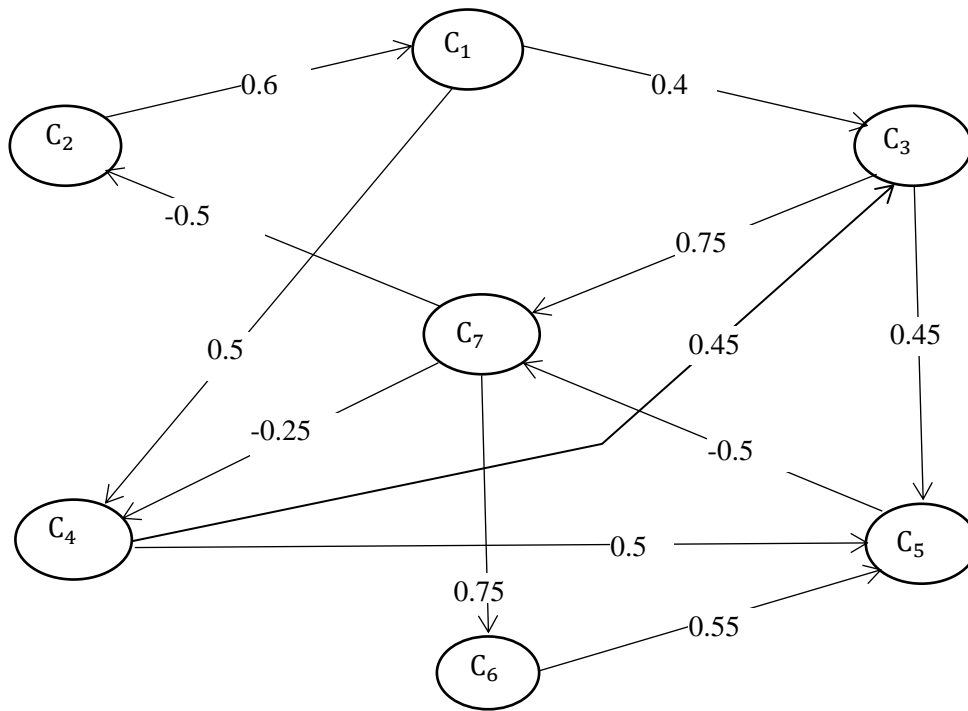


Рис. 1. НКК воєнного конфлікту

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 3

Концепти в моделі конфлікту

Концепт	Зміст	Інтервал для оцінки
C ₁	Опір української армії	[0, 50]
C ₂	Підтримка української армії зброєю	[0, 50]
C ₃	Втрати російської армії	[0, 50]
C ₄	Економічні санкції на РФ	[0, 50]
C ₅	Опозиція російській владі	[0, 50]
C ₆	Інстинкт самозбереження російської влади	[0, 50]
C ₇	Загроза ядерного удару із боку РФ	[-25, 25]

Після повномасштабного вторгнення в Україну 24 лютого 2022 року Росія посилила використання терору як методу війни. Це терор через катування, вбивства, зґвалтування, насильницьке переміщення місцевого населення на окупованих територіях, який до того ж має ознаки геноциду. Це бомбування об'єктів критичної інфраструктури по всій території України.

Але особливе місце посідає концепт загрози ядерного удару із боку РФ по території України, ядерний шантаж усього світу, в тому числі із використанням Запорізької АЕС¹. Ми вважаємо, що наявність ядерної зброї у РФ визначає постійний, тобто сталий рівень ризику її застосування (0), який може максимально зменшуватися до (-25), або максимально збільшуватися до (+25). Якісні фактори, які необхідно враховувати при експертній оцінці рівня кожного з концептів, а також сили їхнього впливу, зведені в табл. 4.

¹ Центр контент-аналізу (2022). *Налякати українців можуть тільки українці*
 <<https://ukrcontent.com/reports/zatoplennya-kieva-yak-rozganyali-starij-mif-novimi-metodami.html>>
 (2022, жовтень, 01).

Фактори, що враховуються в експертній оцінці рівня концептів

Концепт	Фактори
C_1	<ul style="list-style-type: none"> мотивація та бойовий дух української армії воєнна активність звільнення окупованих територій
C_2	<ul style="list-style-type: none"> своєчасне постачання зброї: танки, літаки, засоби ППО, артилерія та ін. допомога у підготовці особового складу
C_3	<ul style="list-style-type: none"> нездатність захопити Київ надмірна кількість загиблих воєнних втрати воєнної техніки
C_4	<ul style="list-style-type: none"> заборона на експорт нафти та газу санкції в галузі електроніки індивідуальні санкції проти олігархів вихід західних компаній з російського ринку обвал російської економіки
C_5	<ul style="list-style-type: none"> антивоєнні настрої у суспільстві небажання брати участь у мобілізації зниження мотивації у російській армії зниження рейтингу Путіна
C_6	<ul style="list-style-type: none"> острах наслідків ядерного удару небажання виконувати накази керівництва загрози США ліквідувати Путіна після ядерної атаки
C_7	<ul style="list-style-type: none"> заява Путіна по російському телебаченню «Навіщо нам такий світ, якщо там не буде Росії?» погрози по російському телебаченню «перетворити весь світ на радіоактивний попіл» бажання «яструбів» у російській політиці помститися ядерною атакою за невдачі на фронті

Граф НКК показано на рис. 1. Ваги дуг графа, що відображують сили впливів концептів, вибрано експертно з використанням табл. 3.


Матриця (6) сил впливів має вигляд:

$$W_0 = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 & C_7 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \\ C_7 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0.4 & 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0.6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.45 & 0 & 0.75 \\ 0 & 0 & 0.45 & 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.55 & 0 & 0 \\ 0 & -0.5 & 0 & -0.25 & 0 & 0.75 & 0 \end{vmatrix} & \end{matrix} \quad (6)$$

Для експертної оцінки змінних, що відповідають концептам із табл. 2, будемо використовувати шкали, представлені в таблицях 5 і 6.

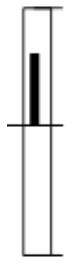
Таблиця 5

Оцінка рівня концептів C_1, C_2, \dots, C_6

Шкала	Лінгвістичні оцінки	Числа
 50 25 0	Високий	50
	Вище середнього	37.5
	Середній	25
	Нижче середнього	12.5
	Низький	0

Таблиця 6

Оцінка рівня концепту C_7

Шкала	Лінгвістичні оцінки	Числа
 25 0 -25	Максимальний	25
	Підвищений	12.5
	Стабільний	0
	Знижений	-12.5
	Мінімальний	-25

Матриця 6 спільно із рекурентним співвідношенням дозволяє спостерігати покрокову зміну значень концептів із табл. 1 для заданого початкового вектора (2).

У прикладі на рис. 2 при початковому стані НКК

$$X_0 = [40 \ 25 \ 15 \ 20 \ 10 \ 5 \ 0]$$

отримуємо стаціонарний стан, який визначається вектором

$$X_t = [52 \ 20 \ 55 \ 43 \ 63 \ 12 \ 10].$$

У цьому векторі значення $\hat{x}_7 = 10$ може інтерпретуватися як деяке підвищення ризику ядерної загрози.

Застосування рекурентного співвідношення (4) може призводити до того, що накопичені значення концептів у стаціонарному стані виходять за інтервали допустимих значень. Оскільки це не впливає на якісний характер висновків, то процедура нормування у цій статті не використовується.

Тепер проранжуємо **фактори, які впливають на ядерну загрозу**. Індеси важливості концептів C_1, C_2, \dots, C_6 за рівнем їхнього впливу на концепт C_7 збігаються зі значеннями \hat{x}_7 , які вираховується за допомогою алгоритму з розділу 1.5 при наступних початкових векторах (6):

$$X_0 = [50, 0, 0, 0, 0, 0, 0] \text{ – для впливу концепту } C_1,$$

$$X_0 = [0, 50, 0, 0, 0, 0, 0] \text{ – для впливу концепту } C_2,$$

...

$$X_0 = [0, 0, 0, 0, 0, 50, 0] \text{ – для впливу концепту } C_6.$$

Отримані значення \hat{x}_7 подано на рис. 3 у вигляді діаграми, яка показує відносну важливість факторів (C_1, C_2, \dots, C_6), що впливають на рівень ядерної загрози (C_7). З рис. 5 видно, що найбільше підвищення ядерної загрози пов'язане із втратами російської армії (C_3), а найбільше зниження цієї загрози викликають опозиція російської влади (C_5) та інстинкт її самозбереження (C_6).

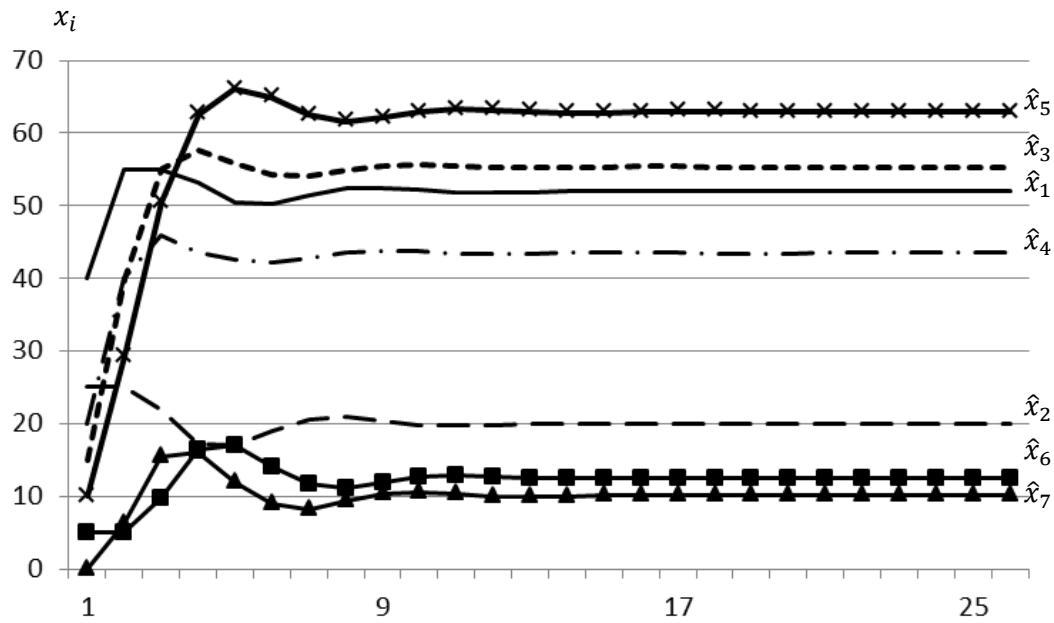


Рис. 2. Приклад динаміки зміни значень концептів для початкового вектора $X^0 = [40, 25, 15, 20, 10, 5, 0]$

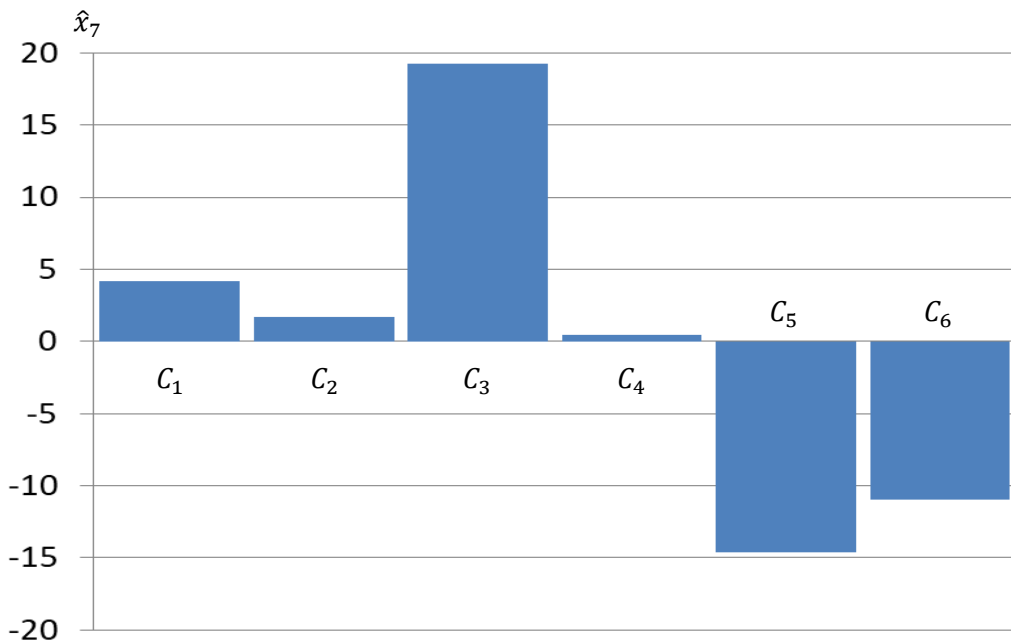


Рис. 3. Діаграма парних впливів на концепт C_7

Для оцінки парних впливів факторів на концепт C_7 використовувалися початкові вектори типу:

$X_0 = [50, 50, 0, 0, 0, 0, 0]$ – для сумісного впливу концептів C_1 и C_2 ,

$X_0 = [50, 0, 50, 0, 0, 0, 0]$ – для сумісного впливу концептів C_1 и C_3 ,

...

$X_0 = [0, 0, 0, 0, 50, 50, 0]$ – для сумісного впливу концептів C_5 и C_6 .

Діаграма найбільш важливих парних впливів представлена на рис. 4.

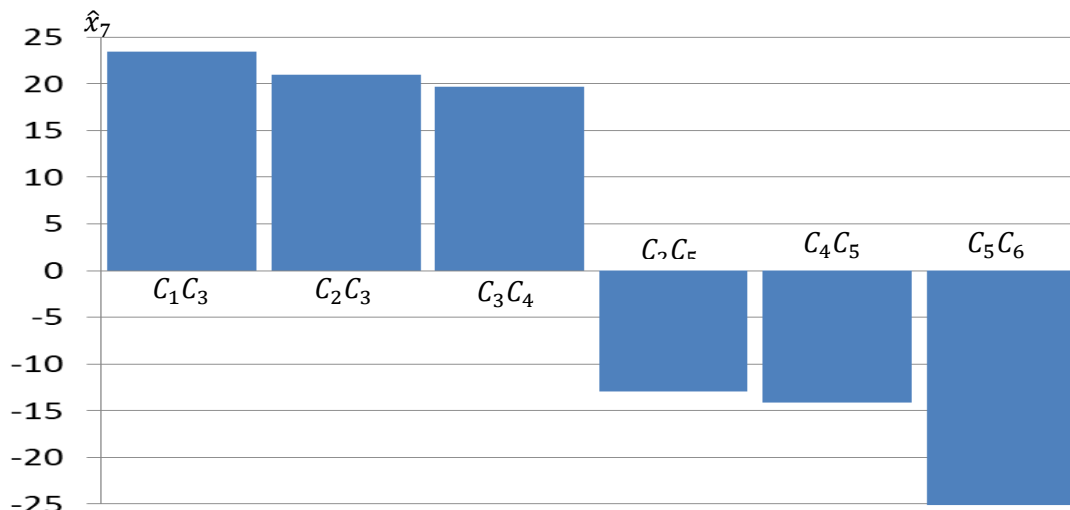


Рис. 4. Діаграма парних впливів на концепт C_7

Тепер проранжуємо *фактори, які впливають на втрати російської армії*. Оскільки основним фактором, що впливає на рівень ядерної загрози, є втрати російської армії (C_3), то виникає інтерес до ранжування факторів, що впливають на концепт C_3 . Індокси важливості концептів $C_1, C_2, C_4, \dots, C_7$ за ступенем їхнього впливу на концепт C_3 збігаються зі стаціонарними значеннями \hat{x}_3 , які обчислюються при наступних початкових векторах:

$$X_0 = [50, 0, 0, 0, 0, 0, 0] \text{ — для впливу концепту } C_1,$$

$$X_0 = [0, 50, 0, 0, 0, 0, 0] \text{ — для впливу концепту } C_2,$$

$$X_0 = [0, 0, 0, 50, 0, 0, 0] \text{ — для впливу концепту } C_4,$$

...

$$X_0 = [0, 0, 0, 0, 0, 0, 50] \text{ — для впливу концепту } C_7.$$

Отримані значення \hat{x}_3 показано на рис. 5 у вигляді діаграми важливості впливу факторів $C_1, C_2, C_4, \dots, C_7$ на втрати російської армії (C_3). З рис. 5 видно, що найбільше підвищення російських втрат пов'язане з українським опором (C_1) та економічними санкціями (C_4), а найбільше зниження втрат російської армії викликає ядерна загроза (C_7).

Вибір концепту C_3 (втрати російської армії) ми обґрунтуємо такими обставинами:

1. З практичної точки зору, як відомо, у Росії відсутнє поняття «допустима норма людських втрат» (ця «жуківська» концепція наступу із використанням «гарматного м'яса» у 2-й Світовій війні традиційно має місце і сьогодні). Але така тактика не є ефективною з огляду не лише на воєнну майстерність воїнів ЗСУ, але й на високу технологічність сучасної зброї. Тому впливає така логіка: *зростання втрат – неможливість досягнення мети звичайною (конвенційною) зброєю – бажання застосувати ядерну зброю*. Цей останній фактор одночасно вказує на асиметрію воєнного конфлікту через те, що застосування ядерної зброї є неконвенційним. «Симетрична» відповідь також неможлива і з боку України через те, що за підсумками Будапештського меморандуму 1994 р. вона добровільно відмовилася від свого ядерного арсеналу, який на той момент був третім за потужністю у світі (176 міжконтинентальних балістичних і понад 2,5 тис. тактичних ракет).

2. З теоретичної точки зору втрати особового складу кожної з протиборчих сторін є основними змінними в рівняннях Ланчестера, які лежать в основі прийняття рішень на стратегічному рівні планування військових операцій¹. Тому концепт C_3 (втрати російської армії) є своєрідним «перехідним містком» між новим апаратом моделювання, яким є нечіткі когнітивні карти, та класичними моделями динаміки воєнних дій, якими є рівняння Ланчестера.

¹ Короленко, В., Синявский, В., Гочиев, Н. (2015). Моделирование боевых действий как основной инструмент принятия обоснованных решений. *Наука и военная безопасность: научно-теоретическое приложение к журналу «Армия»: печатный орган Министерства обороны Республики Беларусь и ГУ «Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь»*, 1, 26-32.

З рисунка 5 видно, що найбільше підвищення ядерної загрози пов'язане зі спільним впливом українського опору (C_1) та російських втрат (C_3), а найбільше зниження цієї загрози викликають російська опозиція (C_5) та інстинкт самозбереження російської влади (C_6).

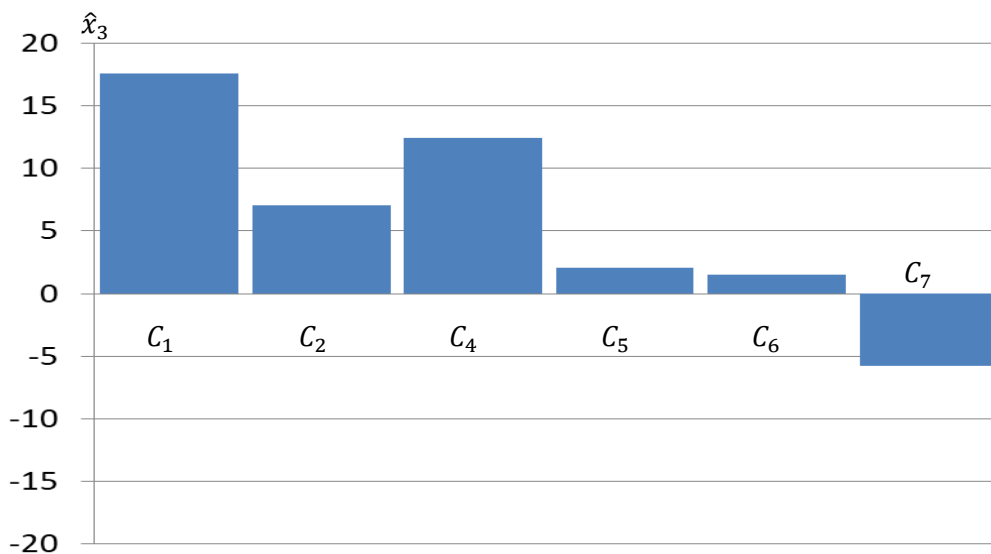


Рис. 5. Діаграма парних впливів на концепт C_3

Аналогічно отримано діаграму парних впливів факторів на концепт (C_3), яка показана на рис. 6.

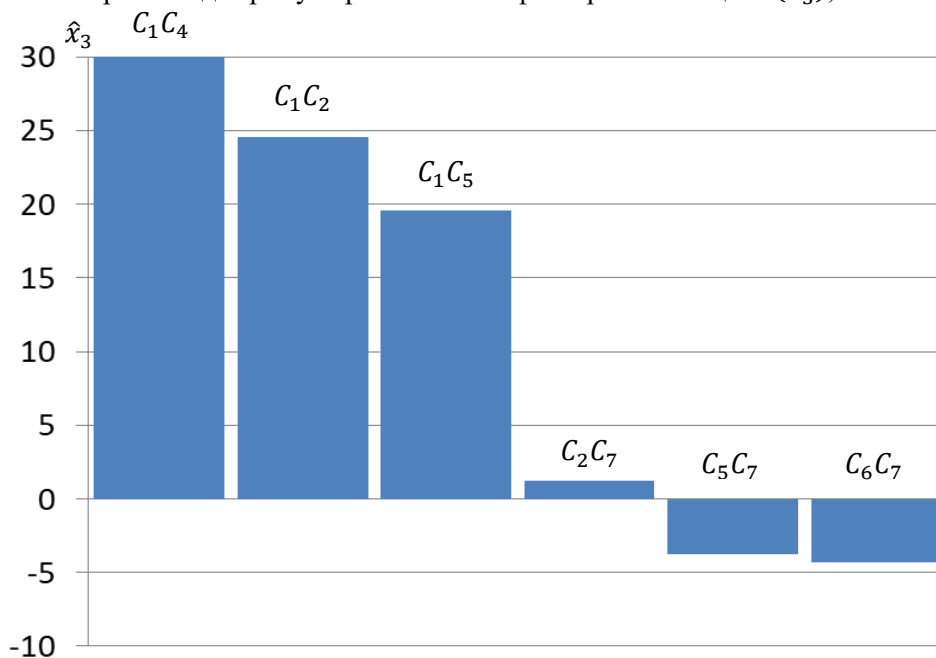


Рис. 6. Діаграма парних впливів на концепт C_3

Отже, нечіткі когнітивні карти (НКК) є аналогом диференційних рівнянь, які традиційно використовуються для моделювання динаміки втрат у воєнних конфліктах. Перевага НКК у порівнянні з диференційними рівняннями полягає у можливості використання експертної інформації для безпосереднього обліку взаємопов'язаних факторів (воєнно-технічних, економічних, політичних тощо), що впливають на динаміку втрат та рівень ядерної загрози.

Висновки

24 лютого 2022 року повномасштабним вторгненням російської армії розпочався новий етап російсько-українських відносин, який з повною підставою можна назвати «асиметричною війною»

із всіма її характерними ознаками: значною нерівністю економічних і воєнно-технічних можливостей ворогуючих сторін, відсутністю чітко позначеної лінії фронту, активними діями на території ворога – знищенням як ключових воєнних об'єктів, так і критичної невійськової інфраструктури тощо.

Російсько-український воєнний конфлікт є актуальним об'єктом моделювання засобами дослідження операцій та системного аналізу. Тому в даній статті авторами запропоновано модель розвитку російсько-українського конфлікту у вигляді нечіткої когнітивної карти (НКК) із урахуванням факторів, пов'язаних з Україною, Росією та країнами, що підтримують Україну.

Війна Росії проти України розглядається як динамічна система, змінними якої є фактори, що впливають на втрати російської армії та загрозу застосування ядерної зброї. Тому найважливішим аспектом моделювання в статті виділено саме *загрозу застосування ядерної зброї*, яка пов'язана із потенційними можливостями однієї зі сторін конфлікту.

Іншими факторами, що впливають на втрати російської армії та загрозу ядерного удару, обрано: опір української армії, підтримка України зброєю, економічні санкції проти Росії, опозиція російській владі та інстинкт її самозбереження. Сили впливу факторів один на одного та на можливість застосування ядерної зброї оцінюються експертно за допомогою нечітких термів, яким відповідають цифрові величини. Отримана НКК використовується для сценарного моделювання конфлікту за схемою «що буде, коли» та ранжування факторів за ступенем їхнього впливу на рівень ядерної загрози.

За допомогою НКК отримані індекси важливості факторів за рівнем їхнього впливу на підвищення – зниження рівня ядерної небезпеки й втрат російської армії.

Автори вважають, що використання математичного моделювання в політології робить необхідним осмислення цього методу пізнання об'єктивних закономірностей функціонування та розвитку суспільства, що надає можливість осмислювати сутність міждисциплінарних досліджень актуальних соціально політичних проблем. В той же час системний підхід потребує розглядати можливу сукупність військових та невійськових сил і засобів для протидії загрозам воєнного характеру як складну систему.

Перспективним напрямом подальших досліджень слід вважати розширення запропонованої НКК на основі детальної класифікації факторів, що впливають на розвиток російсько-українського конфлікту. НКК, що відображає типові елементи, властивості та відносини всіх учасників конфлікту, можна розглядати як деяку схему – аналог традиційних інженерних схем: структурних, функціональних, електричних та інших. Таким чином з'являється можливість перенесення відомих інженерних методик у порівняно нову для прикладної математики політологічну царину – моделювання воєнно-політичних об'єктів.

References:

1. Arreguin-Toft, I.(2001). How the Weak Win Wars. *International security*, 26 (1), 98-102.
2. Gross, M.(2010). *Moral dilemmas of modern war: Torture, assassination, and blackmail in an age of asymmetric conflict*. Cambridge: Cambridge University press.
3. Kosko, B. (1986). Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24, 65-75.
4. Kosko, B. (1992). *Neural Networks and Fuzzy Systems*. Englewood Cliffs. New York: Prentice-Hall.
5. Lanchester, F.(1916). *Aircraft in Warfare: The Dawn of the Fourth Arm*. London: Constable and Co, Ltd.
6. Mack, A. (1975). Why Big Nations Lose Small Wars: The Politics of Asymmetric Conflict. *World Politics*, 27(2).
7. Mazzuto, G., Ciarapica, E., Stylios, C., Georgopoulos, V. (2018). Fuzzy Cognitive Map designing through large database and experts' knowledge balancing. *IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, 1-6.
8. Mearsheimer, J. (1993). Case for Ukrainian Nuclear Deterrent. *Foreign Affairs*, 72(3), 53.
9. Papageorgiu, E., Stylios, C., Groumpos, P. (2004). Modeling Complex Systems using Fuzzy Cognitive Maps. *IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics: Systems and Humans*, 34 (1), 155-162.
10. Roberts, F. (1982). *Discrete Mathematical Models with Application to Social Biological and Environmental Problems*. Prentice-Hall, New Jersey.
11. Rotshtein, A. (2019). Risk Analysis: Fuzzy Cognitive Map vs Fault Tree. *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 58(2), 200-211.
12. Rotshtein, A., Katelnikov, D. (2021). Fuzzy Cognitive Map vs Regression. *Cybernetics and Systems Analysis*, 57(1), 605-616.
13. Rotshtein, A., Katelnikov, D., Kashkanov, A. (2019). A Fuzzy Cognitive Approach to Ranking of Factors Affecting the Reliability of Man-Machine Systems. *Cybernetics and Systems Analysis*, 55(1), 90-98.
14. Rotshtein, A., Katelnikov, D., Pustynnik, L., Polin, B. (2022). Reliability analysis of man-machine systems using fuzzy cognitive mapping with genetic tuning. *Risk Analysis*, 1-19.

15. Youtube (2022). *Dudayev govoril o voyne Rossii i Ukrainy 27 let nazad* [Dudayev spoke about the war between Russia and Ukraine 27 years ago] <<https://www.youtube.com/watch?v=-QTrjkPuy0M>> (2022, November, 12). [in Russian].
16. Aron, R. (2000). *Mir i vojna mezhdru narodami* [Peace and war between peoples]. Moscow: NOTA BENE. [in Russian].
17. Wentzel, E. (1972). *Issledovaniye operatsiy* [Operations research]. Moscow: Soviet Radio. [in Russian].
18. Dolzhenko, O. (2022). Hibrydna viyna yak innovatsiynny kontsept suchasnoyi heopolityky [Hybrid war as an innovative concept of modern geopolitics]. *Naukovyy chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova. Seriya 22. Politychni nauky ta metodyka vykladannya sotsialno-politychnykh dystsyplin* [Scientific journal of the NPU named after M.P. Drahomanova. Series 22. Political science and teaching methods of socio-political disciplines], 2022(31), 59-72. DOI: <https://doi.org/10.31392/pnspd.v22i31.1240>. [in Ukrainian].
19. Zadeh, L. (1976). *Ponyatiye lingvisticheskoy peremennoy i yeye primeneniye k prinyatiyu priblizhennykh resheniy* [The concept of a linguistic variable and its application to making approximate decisions]. Moscow: Mir. [in Russian].
20. Ignatiev, D. (2022). *Ukrainu prevratili v peredovoy otryad NATO* [Ukraine turned into a forward detachment of NATO] <<https://proza.ru/2022/03/19/97>> (2022, November, 12). [in Russian].
21. Klyuev, K. (2016). Zastosuvannya matematychnoho modelyuvannya v doslidzhennya politychnykh konfliktiv [Application of mathematical modeling in the study of political conflicts]. *Politykus* [Politicus], 2, 81. [in Ukrainian].
22. Kornienko, V., Rotstein, O. (2021). Ranzhuvannya politychnykh partiy Ukrayiny metodom nechitkoyi perfektnosti [Ranking of political parties of Ukraine by the method of fuzzy perfection]. *Chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 22. Politychni nauky ta metodyka vykladannya sotsialno-politychnykh dystsyplin* [Journal of the National Pedagogical University named after M. P. Drahomanov. Series 22. Political science and teaching methods of socio-political disciplines], 30, 13-30. [in Ukrainian].
23. Korolenko, V., Sinyavsky, V., Gochiev, N. (2015). Modelirovaniye boyevykh deystviy kak osnovnoy instrument prinyatiya obosnovannykh resheniy [Modeling of combat operations as the main tool for making informed decisions]. *Nauka i voyennaya bezopasnost: nauchno-teoreticheskoye prilozheniye k zhurnalu «Armiya»: pechatnyy organ Ministerstva oborony Respubliki Belarus i GU «Nauchno-issledovatel'skiy institut Vooruzhennykh Sil Respubliki Belarus»* [Science and military security: scientific and theoretical supplement to the magazine "Army": the press organ of the Ministry of Defense of the Republic of Belarus and the State Institution "Research Institute of the Armed Forces of the Republic of Belarus"], 1, 26-32. [in Russian].
24. Poltorakov, A. (2011). David i Goliaf: geostrategiya asimmetrichnykh voyn [David and Goliath: geostrategy of asymmetric wars]. *Hvylyia* [Wave] <<https://hvylyia.net/analytics/geopolitics/david-i-goliaf-geostrategiya-asimmetrichnykh-vojn.html>> (2022, November, 12). [in Russian].
25. Rozov, N. (1968). Matematicheskiye rukopisi Karla Marksa [Mathematical manuscripts of Karl Marx]. *UMN*, 5(143), 23, 209. [in Russian].
26. Rothstein, A. (2009). Nechetkiy mnogokriterialnyy vybor alternativ: metod naikhudshego sluchaya. Izvestiya RAN [Fuzzy multicriteria choice of alternatives: worst case method. Proceedings of the Russian Academy of Sciences]. *Teoriya i sistemy upravleniya* [Theory and control systems], 3, 51-55. [in Russian].
27. Rothstein, A. (2011). Nechetko-algoritmicheskiy analiz nadezhnosti slozhnykh system [Fuzzy-algorithmic analysis of the reliability of complex systems]. *Kibernetika i sistemnyy analiz* [Cybernetics and systems analysis], 47(6), 102-115. [in Russian].
28. Rothstein, A. (2017). Ranzhirovaniye elementov sistemy na osnove nechetskogo otnosheniya vliyaniya i tranzitivnogo zamykaniya [Ranking of system elements based on fuzzy relation of influence and transitive closure]. *Kibernetika i sistemnyy analiz* [Cybernetics and systems analysis], 53(1), 68-78. [in Russian].
29. Saati, T. (1977). *Matematicheskiye modeli konfliktnykh situatsiy* [Mathematical models of conflict situations]. Moscow: Soviet Radio. [in Russian].
30. Huntington, S. (2003). *Stolknoveniye tsivilizatsiy* [Clash of Civilizations]. Moscow: AST. [in Russian].
31. Tsentr kontent-analizu [Content Analysis Center] (2022). *Nalyakaty ukraiyntsiiv mozhut tilky ukraiyntsi* [Only Ukrainians can scare Ukrainians] <<https://ukrcontent.com/reports/zatoplennya-kieva-yak-rozganyali-starij-mif-novimi-metodami.html>> (2022, October, 01). [in Ukrainian].