

УДК: 351.86.001.73

DOI: [https://doi.org/10.32689/2617-2224-2019-5\(20\)-229-240](https://doi.org/10.32689/2617-2224-2019-5(20)-229-240)

Яровой Тихон Сергійович,

кандидат наук з державного управління, доцент, доцент кафедри публічного адміністрування, Міжрегіональна Академія управління персоналом, 03039, м. Київ, вул. Фрометівська, 2, тел.: +38 (044) 490 95 00, e-mail: tikhon_9563963@ukr.net

ORCID: 0000-0002-7266-3829

Яровой Тихон Сергеевич,

кандидат наук по государственному управлению, доцент, доцент кафедры публичного администрирования, Межрегиональная Академия управления персоналом, 03039, г. Киев, ул. Фрометовская, 2, тел.: +38 (044) 490 95 00, e-mail: tikhon_9563963@ukr.net

ORCID: 0000-0002-7266-3829



Yarovyu Tikhon Sergeevich,

PhD in Public Administration, Associate Professor, Associate Professor of the Department Public Administration, Interregional Academy of Personnel Management, 03039, Kyiv, Str. Frometivska, 2, tel.: +38 (044) 490 95 00, e-mail: tikhon_9563963@ukr.net

ORCID: 0000-0002-7266-3829

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ БЕЗПЕКИ

Анотація. Запропоновано модель системи забезпечення державної безпеки як дієвого інструменту реалізації інтересів громадян і суспільства з урахуванням внутрішніх та зовнішніх факторів впливу.

Досліджено можливості застосування математичних методів для оптимального вибору засобів захисту від загроз та небезпек в державному управлінні.

Вивчено способи застосування штучного інтелекту для встановлення критеріїв безпеки держави. Зокрема, розглянуто оптимізаційно-імітаційні методи, які дають можливість завдяки певній кількості ітерацій, отримати приближене до оптимального значення показників, що досліджуються. Визначено їх практичне значення, з метою подальшого застосування у сферах: аналізу загроз національної безпеки; аналізу ринку засобів захисту від таких загроз; оброблення інформації про характеристики загроз (можливості прояву та шкоди); оброблення інформації про можливості за-

побігання загроз; розроблення алгоритмів оптимального вибору варіантів захисту.

Досліджено функціональні залежності рівня безпеки держави від низки факторів впливу, що можуть бути застосовані при моделюванні безпеки держави, що дає можливість визначити рівні безпеки.

Досліджено теоретичні аспекти застосування штучних нейронних мереж, які можуть використовуватись в процесі моделювання безпеки держави. Особливістю їх використання можна вважати те, що велика кількість вхідних показників, якими характеризується рівень державної безпеки, може бути проаналізована машинним способом, з використанням алгоритмів машинного навчання. Це дає можливість проводити класифікації різних станів, наприклад, загроз, ризиків та небезпек. І хоча не вирішеним аспектом залишається вибір певної ваги впливу вхідних параметрів нейронної мережі, їх самонавчання у поєднанні з імітаційними методами математичного моделювання, в подальшому можуть вирішити питання оптимізації оцінювання рівня безпеки держави.

Ключові слова: моделювання, безпека, держава, загрози, ризики.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. Предложена модель системы обеспечения государственной безопасности как действенного инструмента реализации интересов граждан и общества с учетом внутренних и внешних факторов воздействия. Исследованы возможности применения математических методов для оптимального выбора средств защиты от угроз и опасностей в государственном управлении.

Изучены способы применения искусственного интеллекта для установления критериев безопасности государства. В частности, рассмотрены оптимизационно-имитационные методы, позволяющие благодаря определенному количеству итераций получить приближенных к оптимальному значению показателей исследуемых. Определено их практическое значение, с целью дальнейшего применения в сферах: анализа угроз национальной безопасности; анализа рынка средств защиты от таких угроз; обработки информации о характеристиках угроз (возможности проявления и ущерба); обработки информации о возможности предотвращения угроз; разработки алгоритмов оптимального выбора вариантов защиты.

Исследованы функциональные зависимости уровня безопасности государства от ряда факторов влияния, которые могут быть применены при моделировании безопасности государства, что в свою очередь дает возможность определить уровни безопасности.

Исследованы теоретические аспекты применения искусственных нейронных сетей, которые могут использоваться в процессе моделирования безопасности государства. Особенностью их использования можно считать то, что большое количество входных показателей, характеризующих уровень

государственной безопасности, могут анализироваться машинным способом с использованием алгоритмов машинного обучения. Это дает возможность проводить классификации различных состояний, например, угроз, рисков и опасностей. И хотя нерешенным аспектом остается выбор определенного веса влияния входящих параметров нейронной сети, их самообучения в сочетании с имитационными методами математического моделирования, в дальнейшем могут решить вопрос оптимизации оценки уровня безопасности государства.

Ключевые слова: моделирование, безопасность, государство, угрозы, риски.

MODELING THE SYSTEMS OF ENSURING THE STATE SECURITY

Abstract. The model of ensuring the system of the state security is proposed as an effective tool for realizing the interests of the citizens and society, taking into account internal and external factors of influence. Possibilities of application of the mathematical methods for the optimal choice of the means of protection against threats and dangers in the public administration are investigated.

Ways of using the artificial intelligence to establish the state security criteria have been studied. In particular, the optimization-simulation methods are considered, which allow, due to a certain number of iterations, to obtain an approximate value of the studied parameters. Their practical importance has been determined for the purpose of further application in the fields of: analysis of the national security threats; analysis of the market for protection against such threats; processing of the information on the characteristics of the threats (opportunities for manifestation and harm); processing of the information on possibilities of prevention of the threats; development of the algorithms for the optimal choice of the protection options.

The theoretical aspects of the use of artificial neural networks that can be used in the process of the state security modeling are investigated. The peculiarity of their use can be considered that a large number of input indicators characterizing the level of the national security can be analyzed by machine method, using machine learning algorithms. This makes it possible to classify different states, such as threats, risks and dangers. And while the problem of the influence of the input parameters of the neural network remains unsettled, their self-study, combined with simulation methods of the mathematical modeling, can further resolve the optimization of the state security assessment.

Keywords: modeling, security, state, threats, risks.

Постановка проблеми. Проблема відтворення реальних процесів в державі, які відображають стан безпеки, має бути вирішена шляхом за-

стосування ефективних моделей, що характеризують можливості оцінки захищеності від зовнішніх, внутрішніх, потенційних та реальних загроз.

Враховуючи те, що існуючі підходи дають отримати лише загальний рівень безпеки, для відтворення комплексної оцінки, в системі її забезпечення є ряд перешкод: мінливість економічних, соціальних політичних та геополітичних процесів; не досконалість засобів моделювання національної безпеки; і, найголовніше відсутність політичної волі для реальної оцінки управлінських дій в країні. В існуючих моделях ігноруються внутрішньополітичні, міжнаціональні та інші проблеми розвитку нашої держави. Тому, недостатній рівень деталізації є головною перешкодою для оптимального відтворення стану захищеності держави та його складових.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Проблема оцінювання ефективності державного управління займалися І. Ансофф, Дж. Брайсон, М. Згуровский, О. Кокошин, І. Прангишвили, Г. Атаманчук, В. Богданович, Р. Гріффін, Р. Кінні та ін.

Та незважаючи на вагомий науковий внесок, складність відтворення реальних процесів, що відбуваються в державі та за її межами, які прямо чи опосередковано впливають на рівень державної безпеки України, невизначеність та непередбачуваність, мінливість та неупередженість подій, що відбуваються, стають на перешкоді створенню ефективної моделі державного управління, яку можна використовувати для імітаційного моделювання безпеко-творчих питань в країні.

Метою статті є аналіз системи забезпечення державної безпеки, як дієвого інструменту реалізації інтересів громадян і суспільства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Актуальність проблем пов'язаних із ефективністю державного управління, розробкою методів підвищення ефективності управлінських рішень та визначенням ефективних критеріїв оцінювання роботи органів державної влади, постійно зростає. А, відсутність ефективних підходів призводить до погіршення результативності політичних рішень, які з часом перетворюються у потенційні загрози і потім в реальні небезпеки для країни.

Також, враховуючи значну кількість складових, що впливають на рівень державної безпеки, які також мають ряд залежностей: наявні засоби обробки інформації не в змозі відтворити увесь спектр загроз, тому доцільно використовувати моделі, з яких можна формувати інтегральні показники захищеності країни. З іншого боку, отримати дані з усіх джерел, що характеризують безпеку країни також не можливо.

З цього випливає потреба у встановленні статистичних залежностей з використанням штучних нейронних мереж, які подібно до людських нейронів побудовані за принципом організації та функціонування біологічних нейронних мереж на базі машинних алгоритмів, які можуть навчатися, тобто запам'ятовувати стани вихідних параметрів, які в подальшому можуть слугувати класифікатором загроз, критеріями певного стану захищеності, розпізнаванням образів небезпек, тощо.

На сьогодні технології машинного навчання досить розвинені, а критерії ефективності управлінських рішень в державному управлінні та-

кож, в свою чергу вдосконалюються. Так, наприклад методологію оцінки Common Assessment Framework (CAF) [1], що використовується в країнах Європейського Союзу для оцінки управління якістю державного сектора, можна розглядати, як інструмент, що допомагає деяким контролюючим державні процеси організаціям поліпшити свою роботу. Common Assessment Framework включає в себе дані 2382 організацій державного сектора з 43 різних країн.

Зважаючи на особливості економічного, соціального та політичного характеру, кожна країна виокремлюється в формуванні показників оцінювання національної безпеки. Так, наприклад, до офіційно визнаних моделей оцінювання рівня безпеки в Україні слід віднести Методику розрахунку рівня економічної безпеки [2], що розроблена Міністерством економіки України. Внесок у оцінювання екологічної складової національної безпеки внесли Є. Романенко, запропонувавши механізми правового регулювання методів оцінювання екологічної безпеки [3] та Г. Райт, використовуючи методи Q-аналізу та аналізу ієрархій екологічної безпеки, запропонувавши шляхи визначення кількісного рівня екологічної безпеки [4, с. 436–451].

Серед значної кількості праць, що описують можливості моделювання національної безпеки, значна увага приділяється ієрархічним методам, що в цілому ефективно застосовуються для оцінювання різних складових безпеки держави. Використання методів аналізу ієрархій включає в себе:

- дослідження змінних стану державної безпеки та їх узагальнення;
- створення матриць окремих порівняльних пріоритетів (ваг);
- аналіз сценаріїв;
- інтерпретацію розрахункових змінних стану системи.

Такі методики різняться кількістю, послідовністю та змістом етапів, сукупністю методів, на базі яких вони були розроблені, ступенем формалізації процесів, а також участю експертів в дослідженні, тощо.

Тому, в умовах відсутності універсальних методик моделювання національної безпеки, загострюється проблема науково-обґрунтованого вибору методів, що найкращим чином відповідають змісту та сутності процесів захисту національних інтересів в державному управлінні.

Слід відзначити, що, методика оцінки ефективності державної політики захисту національних інтересів, обумовлена необхідністю підвищення рівня наукового обґрунтування стратегічних рішень, та здійсненні їх корегування, уточненні цілей, принципів, пріоритетів, завдань тощо. Таким чином, складність і багатоплановість категорії “національна безпека” відображає динамічність такої системи. Всі її елементи орієнтовані на забезпечення захисту національних інтересів та створення безпечних умов для ефективного соціально-економічного розвитку, що і є основними об’єктами моделювання.

На формування цієї системи впливають численні фактори зовнішнього і внутрішнього середовища: історичні, геополітичні, етнічні, демографічні, політичні, соціальні, економічні та інші складові національної безпеки,

дослідження яким присвячено значну кількість праць.

Не зупиняючись докладно на результатах цих досліджень, слід відзначити, що в більшості випадків простежується очевидний зв'язок і взаємозалежність таких складових, причому їх дія може бути різноспрямованою. В результаті, структурні зв'язки елементів системи національної безпеки, ще більше ускладнюються. Розглядаючи можливості моделювання національної безпеки, більшість авторів в якості складових моделі виділяють такі сфери, як: військова, економічна, соціальна, екологічна, політична, інформаційна та ін. Деякі намагаються розробити способи виділити рівні моделювання. Так, зокрема Г. Вечканов та Є. Кузнецова, у своїй працях пропонують розподілити процес дослідження національної безпеки на "вертикальні" та "горизонтальні" сфери аналізу. По вертикалі – це міжнародна, глобальна, регіональна, національна та антропогенна безпека, на горизонтальному рівні виділяють економіч-

ну, соціальну, екологічну, духовну та інформаційну безпеку [5].

Графічно можна представити модель зв'язку елементів системи національної безпеки, яка, умовно, але адекватно відображає складність взаємодії найбільш значущих елементів: об'єктів, інтересів та сфер (рис. 1).

Модель відображає зв'язки основних елементів системи національної безпеки які поширюються на всі об'єкти дослідження.

Саме такі об'єкти і можна вважати сферами дослідження національної безпеки, і, саме вони мають формувати модуль безпеки в цілому. Дослідження таких об'єктів, дасть можливість встановити критичні межі допустимих загроз та ризиків для держави. Тому штучні нейронні мережі можуть застосовуватись під час формування моделей національної безпеки, оскільки зазначені на рис. 1 зв'язки мають різні функціональні залежності з помірною кількістю вхідних параметрів таких моделей, з метою відтворення склад-

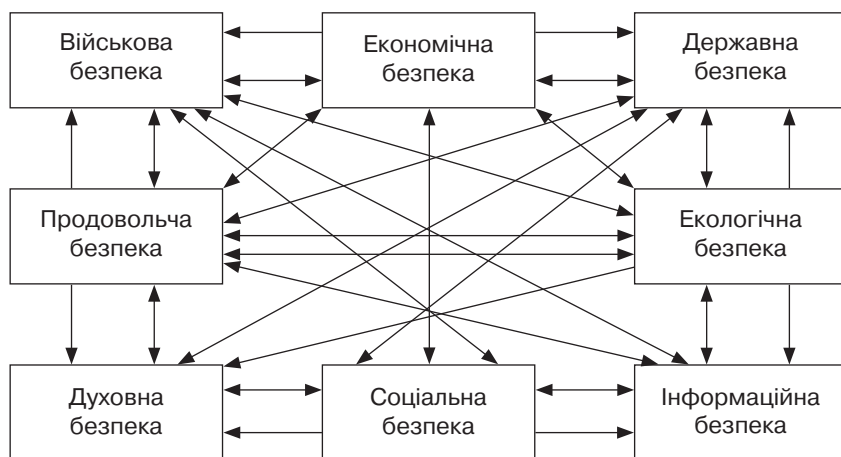


Рис. 1. Структурно - логічна модель системи національної безпеки
Розроблено автором.

них соціальних, політичних, геополітичних та економічних структур.

Для вирішення таких задач, необхідно виділити наступні групи методів оцінки рівня національної безпеки: порівняння ряду зовнішніх та внутрішніх соціально-економічних показників з граничними оцінками; встановлення основних показників по кожній складовій національної безпеки, оцінювання темпів та динаміки економічного зростання; оцінка рівня національної безпеки на основі бальної оцінки; експертна оцінка та ранжування загроз та небезпек; прикладні математичні методи для формування кількісного виміру ряду показників безпеки держави.

Враховуючи ту обставину що, в даний час найбільш дієвим підходом до моделювання складних систем є нейромережеве моделювання, в процесі оцінювання рівня національної безпеки можна розглянути функціональну залежність ключових показників в державі та ряду факторів, що впливають на їх ефективність. В якості входних параметрів нейронної мережі доцільно оцінювати

рівень розвитку науково-технічного прогресу, здатність економіки до стійкого зростання, стан фінансово-кредитної системи, воєнний стан, політичну складову, соціальну складову, що дозволить якісно оцінити стан національної безпеки. А, зазначені пропозиції щодо встановлення функціональної залежності національної безпеки від ряду факторів при фіксованих значеннях входних змінних дадуть можливість кількісно обґрунтувати управлінські рішення.

Сам процес формування штучної нейронної мережі (рис. 2) може бути представлений у вигляді сукупності штучних нейронів, пов'язаних стрілками, так само, як і в реальній, біологічній нейронній мережі, від входів до виходів передається електричний сигнал. А, в процесі проходження по мережі, він може змінюватися, в залежності від налаштування ваги (w) кожного нейрону. Після того, як на входи (x) подаються сигнали у вигляді певних даних, вони множаться на ваги, потім сумуються, і, в результаті утворюється певна функціональна залежність, що на виході видає ре-

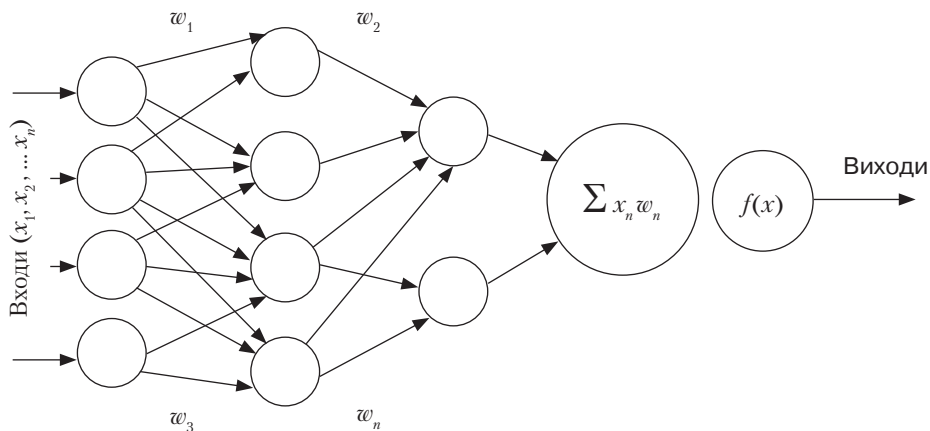


Рис. 2. Штучна нейронна мережа

зультат, від якого залежить подальше корегування вагових коефіцієнтів в і точність розпізнавання певної ознаки, або ряду ознак, що можна представити рівнянням:

$$x_1 w_1 + x_2 w_2 + \dots + x_n w_n = \sum_{i=1}^n x_i w_i, \quad (1)$$

де $x_1 \dots x_n$ — вхідні параметри мережі; $w_1 \dots w_n$ — ваги відповідних вхідних сигналів.

А сам нейромережевий підхід дозволяє виявити нелінійні зв'язки між такими входами та виходами. Тому, дуже важливим в такому випадку є вибір структури нейронної мережі, яка б повною мірою відповідала поставленим задачам моделювання національної безпеки.

Якщо розглядати безпеку держави у вигляді функціональної залежності ряду факторів із кількісним її рівнем, доцільно ввести декілька змінних. Нехай, це будуть наступні вхідні показники: нормативний рівень розвитку економічного розвитку (x_1), існуючий рівень економічного розвитку (x_2), здатність економіки до сталого розвитку (x_3), стан фінансово-кредитної системи (x_4). В такому випадку, шукану функцію національної безпеки можна представити у вигляді системи диференціальних рівнянь (2):

$$\begin{cases} \frac{dF_s}{dx_1} = f(x_2, x_3, x_4)(F_s - F_s^{\min})(F_s - F_s^{\max}); \\ \frac{dF_s}{dx_2} = f(x_1, x_3, x_4)(F_s - F_s^{\min})(F_s - F_s^{\max}); \\ \frac{dF_s}{dx_3} = f(x_1, x_2, x_4)(F_s - F_s^{\min})(F_s - F_s^{\max}); \\ \frac{dF_s}{dx_4} = f(x_1, x_2, x_3)(F_s - F_s^{\min})(F_s - F_s^{\max}); \end{cases}$$

де F_s^{\min} F_s^{\max} — поточні мінімальні та маскимальні значення національної безпеки; F_s — функція національної безпеки.

Дослідження функції F_s дасть можливість визначити критичні точки, які можуть розглядатися, як загрозливі стани, та встановити рівні безпеки, на основі яких, реалізуються управлінські рішення, що, як правило, приймаються на інтуїтивному рівні.

Таким чином, в даному випадку, важливим аспектом залишається правильне визначення вхідних параметрів моделі, оскільки саме їх вибір визначає специфіку математичного моделювання.

На даному прикладі показано, що можливості описувати функціональну залежність безпеки країни з рядом впливаючих на неї факторів є. Єдиним не вирішеним аспектом, що дістає подальшого розвитку можна вважати процедуру вибору ваги кожного впливаючого фактору та встановлення таких факторів, що для національної безпеки може вимірюватись тисячами, а то й десятками тисяч факторів. І це певною мірою, потребує застосовувати експертний, науковий та фаховий потенціали.

Хоча наукова робота автора пов'язана із проведеннями експертних досліджень в автоматичному режимі, де приблизна кількість респондентів, на поточний момент сягає 100 осіб, для комплексного дослідження впливу факторів на стан безпеки в країні, цього не достатньо, оскільки вразливість об'єктів захищеності держави істотно перевищує шляхи їх захисту. Це пов'язано, насамперед, масштаб-

ністю і неоднорідністю самих об'єктів національної безпеки. До основних причин такої вразливості можна віднести недоліки інформаційних технологій, а також неухильне зростання кількості впливів на стан безпеки. Тому, для ефективного вирішення завдань з забезпечення національної безпеки, необхідний ретельний аналіз всіх можливих загроз.

При аналізі загроз необхідно оцінити можливість їх прояву, а також збиток, який буде завдано державі у разі реалізації даних загроз.

Хоча, для протидії однієї і тій же загрози, зазвичай, існує декілька засобів захисту, для створення моделі, можна припустити, що кожний засіб захисту захищає рівно від однієї загрози. Тоді, задачу оптимального вибору варіантів захисту можна вирішити за допомогою бульового програмування, для вирішення якої існує безліч алгоритмів [6–8]. Проте, можна побудувати і модель, коли кожен засіб захисту може протидіяти певному числу загроз, причому, коли можливість запобігання кожної загрози різна.

Так, нехай, множина можливих загроз національної безпеки буде представлена, як $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$. Множина індексів загроз $N = \{1, 2, \dots, n\}$. Множина засобів захисту $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$. Множина індексів варіантів захисту $M = \{1, 2, \dots, m\}$.

Період функціонування загроз $T = [t_0, t_{\max}]$ – розглянутий період функціонування.

Ймовірність прояву i -тої загрози на інтервалі часу T позначимо, як: p_i , $\forall i \in N$, $p_i \in [0, 1]$, що визначається за допомогою експертів. Середній збиток від не попередження i -ї загрози

може бути представлений, як u_i , $\forall i \in N$.

Вартість j -го засобу захисту – c_j , $\forall j \in M$.

Ймовірність попередження наслідків i -ї загрози з допомогою j -го засобу захисту можна представити, як: v_{ij} , $\forall i \in N$, $\forall j \in M$, $v_{ij} \in [0, 1]$, що також можна визначити за допомогою статистичних даних, або експертно.

Позначивши вхідні дані та об'єкти дослідження, постановку задачі з оптимізації вибору засобів захисту можна представити в двох варіантах моделювання:

- максимізація можливих середніх витрат на попередження певних негативних наслідків загрози, при обмеженнях на проведення загальних заходів безпеки;
- мінімізація загальних витрат на проведення заходів безпеки при обмеженні витрат на попередження окремих збитків.

Важливим аспектом, тут виступає оптимізація витрат на попередження загроз. Це набагато дешевше, а ніж потім ліквідувати їх наслідки. І, саме оптимізація, в умовах економічного розвитку нашої країни є найважливішою складовою для такого розвитку, оскільки, зайвих коштів та ресурсів, а, відповідно, і права на помилку не має в умовах війни, економічних та політичних реформ, тощо.

Розглянемо перший варіант постановки задачі з моделювання національної безпеки. Для цього, з метою імітації засобів захисту введемо бульову змінну $x_j \in \{0, 1\}$, $\forall j \in M$. В такому випадку, якщо $x_j = 1$, то j -й засіб захисту буде застосовуватись в заходах з забезпечення безпеки держави, якщо $x_j = 0$, він буде в пасивному

стані, топто застосовуватись не буде. В такому випадку, створимо вектор бульових змінних $\vec{x} = x_j, \forall j \in M$.

Показник якості вибору засобу захисту, що є паралельно й показником ефективності управлінського рішення, для уповноваженої особи, можна представити у вигляді функції, де аргументом буде зазначений вектор бульових змінних:

$$U(\vec{x}) = \sum_{i \in N} u_i p_i \max_{j \in M} (v_{ij} x_j). \quad (3)$$

Враховуючи те, що даний показник використовується для можливого попередження шкоди при використанні засобів захисту, які визначаються вектором \vec{x} , його значення слід максимізувати при наступному обмеженні:

$$\sum_{j \in M} c_j x_j \leq C. \quad (4)$$

Відповідна умова обмежує вартість обраних засобів захисту, де C – максимально можливі витрати, виділені на захист.

Так, стан захищеності, при умові максимізації можливих витрат на попередження певних негативних наслідків, при обмеженнях на проведення загальних заходів безпеки може бути представлений наступним чином:

$$U(\vec{x}) = \sum_{i \in N} u_i p_i \max_{j \in M} (v_{ij} x_j) \rightarrow \max_{\vec{x} \in \Delta_{\text{альт}}}; \quad (5)$$

$$\Delta_{\text{альт}} : \sum_{j \in M} c_j x_j \leq C,$$

де $\Delta_{\text{альт}}$ – множина допустимих значень вектору \vec{x} .

Рішення такої задачі з оптимального вибору засобів захисту, зводиться до знаходження всіх невідомих компонентів вектора \vec{x} та вибору тих

засобів захисту, для яких компонент вектора x_j ($\forall j \in M$) дорівнює 1.

Розглядаючи наступний варіант, мінімізації загальних витрат на проведення заходів безпеки при обмеженні рівня витрат на попередження окремих збитків, так само вводиться бульова змінна $x_j \in \{0, 1\}, \forall j \in M, x_j = 1$. Якщо j -тий засіб захисту буде використовуватися, $x_j = 0$, якщо не використовується. Тоді \vec{x} – вектор бульових змінних $x_j, \forall j \in M$.

Показник вартості варіантів захисту від загроз та небезпек можна представити наступним чином:

$$C(\vec{x}) = \sum_{j \in M} c_j x_j. \quad (6)$$

Значення даного показника необхідно мінімізувати при обмеженнях, де можливий збиток був би не менше заданого:

$$\sum_{i \in N} u_i p_i \max_{j \in M} (v_{ij} x_j) \geq U_{\text{зад}}, \quad (7)$$

де $U_{\text{зад}}$ – задане значення вартості можливого запобігання шкоди.

Таким чином, математична модель за умови мінімізації загальних витрат на проведення заходів безпеки, при обмеженні ймовірного рівня витрат на попередження окремих збитків має вигляд:

$$C(\vec{x}) = \sum_{i \in N} c_i x_i \rightarrow \min_{\vec{x} \in \Delta_{\text{альт}}}; \quad (8)$$

$$\Delta_{\text{альт}} : \sum_{j \in M} u_i p_i \max_{j \in M} (v_{ij} x_j) \geq U_{\text{зад}}.$$

В такому випадку рішення задачі полягає в знаходженні всіх невідомих компонент вектора \vec{x} та вибору таких засобів захисту b_j , для яких відповідна компонента вектора x_j дорівнює 1. Що, в цілому, можна реалізовувати

завдяки потужним обчислювальним засобам, з використанням методів імітаційного моделювання.

Підводячи підсумок, слід відзначити, що запропоновані моделі оптимізації вибору засобів захисту від загроз національної безпеки, мають певні складнощі, оскільки не просто визначити вагу того чи іншого фактору впливу на стан захищеності, досить проблематично встановити вартість заходів на попередження загроз, які також в свою чергу залежать від багатьох факторів, як економічних, так і інших. Загалом, на практиці, для вирішення цієї проблеми досить часто використовують експертні методи.

Висновок. Розглянута математична постановка задачі оптимального вибору засобів захисту від загроз та небезпек, що можна назвати оптимізаційно-імітаційним методом, полягає в тому, що коли обмеження або показник не можуть бути обчислені, або задані у вигляді певної формули, то для їх розрахунку існують методи імітаційного моделювання та їх модифікації, що з використанням запропонованого прикладу, можна застосовувати для: аналізу загроз національної безпеки; аналізу ринку засобів захисту від таких загроз; обробки інформації про характеристики загроз (можливості прояву та шкоди); обробки інформації про можливості запобігання загроз; розробки алгоритмів оптимального вибору варіантів захисту.

Дослідження функціональних залежностей рівня безпеки держави від ряду факторів впливу, також може бути застосовано при моделюванні безпеки держави, що дає можливість

визначити рівні безпеки. Проте важливим аспектом залишається правильне визначення вхідних параметрів моделі, оскільки саме їх вибір визначає специфіку математичного моделювання.

При застосуванні штучних нейронних мереж, в процесі моделювання державної безпеки, не вирішеним аспектом залишається вибір ваги кожного впливаючого фактору та визначення самих факторів впливу на стан національної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Common Assessment Framework — CAF [Електронний ресурс] // European CAF Resource Centre. 2019. Режим доступу до ресурсу: <https://www.eipa.eu/portfolio/european-caf-resource-centre/>
2. Про затвердження Методики розрахунку рівня безпеки України / Наказ Міністерства Економіки України / документ v0060665-07, втратив чинність, поточна редакція — Втрата чинності від 29.10.2013, підстава — v1277731-13 / [Електронний ресурс]. 2019. Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0060665-07>
3. Романенко Є. О. Державне управління процесами забезпечення внутрішньої екологічної безпеки в Україні: організаційно-правовий аспект // Аспекти публічного управління. Журн. Дніпропетровського регіонального ін-ту держ. управління НАДУ при Президентіві України. 2016. № 1–2 (27–28) січень-лютий. С. 67–73.
4. Райт Г. Государственное управление: учеб. пособие / Г. Райт. Бишкек: КГНУ, 1997. 284 с.

5. Вечканов Г. С., Вечканова Г. Р. Микроэкономика. Завтра экзамен. 6-е изд. СПб.: Питер, 2004. 288 с.
6. Тюрин С. Ф., Городилов А. Ю., Данилова Е. Ю. Диагностирование логического элемента DC LUT FPGA // Инженерный вестн. Дона, 2014. № 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2313
7. Lukasiewicz J. Logika trojwartosciowa. Львов: Ruch Filozoficzny. r. V., 1920. T. 5. № 9. P. 169–171.
8. E.L. Post Introduction to a General Theory of Elementary Propositions // Amer. Journ. of Math. 1921. № 3. P. 163–185.

REFERENCES

1. Common Assessment Framework – CAF (2019). www.eipa.eu. Retrieved from <https://www.eipa.eu/portfolio/european-caf-resource-centre/> [in English].
2. Nakaz Ministerstva Ekonomiky Ukrainy “Pro zatverdzhennia Metodyky rozrakhunku rivnia bezpeky Ukrainy” : vid 02.03.2007, № 60 [Order of the Ministry of Economy of Ukraine “On approval of the Methodology for calculating the level of security of Ukraine” from 02.03.2007, № 60]. (2019). zakon.rada.gov.ua. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0060665-07> [in Ukrainian].
3. Romanenko Ye. O. (2016). Derzhavne upravlinnia protsesamy zabezpechennia vnutrishnoi ekolohichnoi bezpeky

- v Ukraini: orhanizatsiino-pravovyi aspekt [Public Administration of Internal Environmental Security Processes in Ukraine: Organizational and Legal Aspects]. *Aspekty publichnoho upravlinnia. Zhurnal Dnipropetrovskoho rehionalnogo instytutu derzhavnoho upravlinnia NADU pry Prezydentovi Ukrainy – Aspects of Public Management. Journal of the Dnipropetrovsk Regional Institute of Public Administration of the National Academy of Sciences of Ukraine under the President of Ukraine*, 1–2 (27–28), 67–73 [in Ukrainian].
4. Wright G. (1997). *Hosudarstvennoe upravlenie [Public administration]*. Bishkek: KHNU [in Russian].
 5. Vechkanov G. S., Vechkanova G. R. (2004). *Mikroekonomika. Zavtra ekzamen [Microeconomics. Tomorrow is the exam]*. (6th ed.). Saint Petersburg: Piter [in Russian].
 6. Tyurin S. F., Gorodilov A. Yu., Danilova E. Yu. (2014). Diagnostirovanie logicheskogo elementa DC LUT FPGA [Diagnostics of the logic element DC LUT FPGA]. *Inzhenernyy vestnik Dona – Engineering Bulletin of the Don*, 2. Retrieved from ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2313 [in Russian].
 7. Lukasiewicz J. (1920). *Logika trojwartosciowa* (Vols. 5(9)). (p. 169–171). Lvov: Ruch Filozoficzny [in Polish].
 8. Post E. L. (1921). Introduction to a General Theory of Elementary Propositions. *American Journal of Mathematics*, 43, 163–185 [in English].