

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292. Ефективна економіка. 2022. № 6.

DOI: 10.32702/2307-2105.2022.6.25

УДК: 65.012.2

I. I. Nahorna,

*к. е. н., доцент, доцент кафедри менеджменту підприємств,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»*

ORCID ID: 0000-0003-3644-8440

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

I. Nahorna,

*PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of
Enterprise Management, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky
Kyiv Polytechnic Institute”*

MODEL OF FORECASTING THE LEVEL OF ECONOMIC SECURITY OF THE ENTERPRISE

У статті було визначено та удосконалено науково-методичні засади щодо прогнозування рівня економічної безпеки підприємств в умовах непередбачуваності спричиненої невизначеністю щодо сценарію розгортання подій і строків подолання збитків від війни в Україні.

В дослідженні для успішної побудови моделі прогнозування рівня економічної безпеки пропонується керуватися гіпотезою, згідно з якою на сучасному етапі розвитку економіки недоречно використовувати лише

статистичні методи, доцільно, крім статистичної інформації, як первинну інформацію використовувати й вербальні судження експертів, щоб охопити ширше коло проблем і факторів, які обумовлюють стан економічної безпеки підприємства. Реалізації такого завдання найбільшою мірою відповідає використання ієрархічних моделей, у яких погруповано фактори та критерії оцінки за ступенем їх впливу на стан безпеки в майбутньому. Для формування моделі прогнозування рівня економічної безпеки підприємства в дослідженні пропонується використати ігрову ієрархічну модель з подальшою деталізацією щодо виділених повних домінантних ієрархій на відповідних рівнях моделі.

The article defines and improves the scientific and methodological principles for forecasting the level of economic security of enterprises in conditions of unpredictability caused by uncertainty about the scenario of events and timing of overcoming the losses from the war in Ukraine.

It is determined that forecasting the level of economic security of the enterprise is a vital and at the same time difficult process, as when forecasting the consumption of products depending on the size of the retrospective period, the values of the equation parameters are determined by the number of "prehistory" periods. more or less stable growth, many economic processes during the war are characterized by both stable, abrupt and unpredictable changes, which significantly affects the value of the parameters of the equation calculated for different periods, and hence the results of the forecast.

In order to successfully build a model for forecasting the level of economic security, it is proposed to be guided by the hypothesis that at the present stage of economic development it is inappropriate to use only statistical methods, it is advisable to use , which determine the state of economic security of the enterprise. The implementation of such a task is best met by the use of hierarchical models, which group the factors and criteria for assessing the degree of their impact on the security situation in the future. To form a model for predicting the level of

economic security of the enterprise in the study, it is proposed to use a game hierarchical model with further detailing of the selected complete dominant hierarchies at the appropriate levels of the model.

It is established that with the method of hierarchy analysis, experts compare the elements of the hierarchical structure, in fact, from the standpoint of intuitively selected by them (predicted as the most realistic in the near future) "parent" element - the level of economic security. Therefore, the introduction of another level of hierarchy - multiple levels of economic security - will increase the level of consistency of expert opinions and, as a consequence, their assessment of the elements of the hierarchical system will be more effective.

Ключові слова: *модель прогнозування, рівень економічної безпеки, метод аналізу ієрархії.*

Keywords: *forecasting model, level of economic security, method of hierarchy analysis.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Невизначеність щодо сценарію розгортання подій і строків подолання збитків від війни в Україні надзвичайно ускладнює процес прогнозування економічної безпеки підприємств. Непередбачуваність, особливо в умовах воєнного стану, потребує удосконалення науково-методичних засад прогнозування, які активно використовуються при здійсненні підприємницької діяльності. Розробка прогнозу рівня економічної безпеки зменшує непередбачуваність і дозволяє відібрати обмежену кількість управлінських рішень в діяльності підприємства. Проблема прогнозування рівня економічної безпеки підприємства відноситься до складних проблем, тому для її розв'язання можуть застосовуватися систематичні процедури, однією з яких є метод аналізу ієрархій. Удосконалення науково-методичних засад прогнозування в умовах нових викликів є досить важливим як для науковців, так і практиків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями прогнозування економічних процесів та прогнозування економічної безпеки підприємств присвячені праці таких науковців: Загреби М. М., Вишневської В. А., Дмитришина Б. В. [2], Чейза Р.Б., Эквилайна Н.Д., Якобса Р.Ф. [1], Гейця В.М., Клебанова Т.С., Черняка О.І., Іванова В.В., Дубровіної Н.А., Ставицького А.В. [3], Грабовецького Б.Є. [4] та ін. Разом із тим, актуальними в умовах сьогодення постали проблеми прогнозування економічної безпеки в умовах непередбачуваності спричиненої війною в Україні, що потребує удосконалення науково-методичних засад прогнозування.

Метою дослідження є вивчення та удосконалення науково-методичних засад процесу прогнозування рівня економічної безпеки підприємств в умовах нових викликів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під економічною безпекою підприємства розуміється такий стан збалансованої економічної системи внутрішнього середовища підприємства, що здатний адекватно реагувати на динаміку зовнішнього середовища [5]. Забезпечення економічної безпеки підприємства – це безупинний процес підтримання його функціональних складових на певному рівні з метою досягнення максимального ефекту в даний момент і в майбутньому завдяки можливості своєчасного реагування на негативний вплив будь-яких чинників, що дестабілізують діяльність підприємства. Підприємство здійснює процес прогнозування для забезпечення стабільності та ефективності своєї діяльності у майбутньому, який охоплює всі її напрями та етапи. Прогнозування на підприємстві здійснюється не просто заради самого процесу, а передбачає вплив різних чинників на досягнення планованих показників.

В умовах війни в Україні прогнозування рівня економічної безпеки підприємства є життєве необхідним та в той же час непростим процесом. Так, при прогнозуванні споживання виробів в залежності від величини ретроспективного періоду, значення параметрів рівняння визначаються

кількістю періодів “передісторії” і, якщо споживання харчових виробів має більш-менш стабільний ріст, то для багатьох економічних процесів в умовах війни характерні як стабільні, стрибкоподібні, так і непередбачувані зміни, що істотним чином відбивається на величині параметрів рівняння, розрахованих для різних періодів, а звідси впливає, що і на результатах прогнозу.

Для успішної побудови моделі прогнозування рівня економічної безпеки слід керуватися гіпотезою, згідно з якою на сучасному етапі розвитку економіки недоречно використовувати лише статистичні методи. В економіці відбуваються процеси, які не підлягають кількісному аналізу, а тому доцільно, крім статистичної інформації, як первинну інформацію використовувати й вербальні судження експертів, щоб охопити ширше коло проблем і факторів, які обумовлюють стан економічної безпеки підприємства. Реалізації такого завдання найбільшою мірою відповідає використання ієрархічних моделей, у яких погруповано фактори та критерії оцінки за ступенем їх впливу на стан безпеки в майбутньому. Для формування моделі прогнозування рівня економічної безпеки підприємства можна використати ігрову ієрархічну модель з подальшою деталізацією щодо виділених повних домінантних ієрархій на відповідних рівнях моделі.

Побудова ієрархії починається з окреслення відносно складної проблеми дослідження. У найпростішому вигляді ієрархію будують, починаючи з вершини, в якій розміщується глобальна (результат прогнозу рівня економічної безпеки) ціль, через проміжні рівні (підцілі, чинники, критерії тощо) до найнижчого рівня, яким зазвичай є перелік альтернативних прогнозів складових економічної безпеки.

Під час побудови домінантної ієрархії вважають, що виконується принцип ієрархічної неперервності, згідно з яким елементи нижчого рівня ієрархії попарно порівняльні між собою з поглядів елементів вищого рівня, і цей процес неперервно триває від вершини ієрархії до її найнижчого рівня альтернативних сценаріїв прогнозу [6, с.140].

Після побудови ієрархія відбувається порівняння між собою елементів. Для цього використовують метод порівняння, він є найпоширенішим методом, згідно з яким будують множину матриць попарних порівнянь. Для цього в ієрархії виділяють елементи двох типів: елементи- „батьки” та елементи-„нащадки” [6, с.144]. Матриці попарних порівнянь будують для всіх елементів-„нащадків”, віднесених до відповідного „батьківського” елемента. Елементами-„батьками” можуть бути елементи, що належать будь-якому ієрархічному рівню, крім останнього, де розміщені альтернативи. Попарні порівняння здійснюють у термінах переваг (домінування) одного елемента над іншим. Результати попарного порівняння елементів $(i+1)$ -го рівня ієрархії E_k^{i+1} , $k=1,\dots,n_{i+1}$ з погляду їх „батьківського” елемента E_k^i подають у вигляді матриці (1):

$$A_j^i = \begin{array}{c|cccccc} E_j^i & E_1^{i+1} & \dots & E_l^{i+1} & \dots & E_{n_{i+1}}^{i+1} \\ \hline E_1^{i+1} & a_{11} & \dots & a_{1l} & \dots & a_{1n_{i+1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ E_k^{i+1} & a_{k1} & \dots & a_{kl} & \dots & a_{kn_{i+1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ E_{n_{i+1}}^{i+1} & a_{1n_{i+1}} & \dots & a_{n_{i+1}l} & \dots & a_{n_{i+1}n_{i+1}} \end{array} \quad (1)$$

або у скороченому вигляді

$$A_j^i = (a_{k,l}^{i,j} : k=1,\dots,n_{i+1}; l=1,\dots,n_{i+1}).$$

Якщо вагомості (інтенсивності) елементів ієрархії попередньо невідомі, то попарні порівняння виконують на підставі суб’єктивних суджень (ОУР, експертів та ін.), які чисельно оцінюють згідно з певною шкалою. Один з варіантів шкали числового оцінювання результатів попарного порівняння подано у табл. 1 [6, с. 147]. Матрицю A_j^i в цьому випадку заповнюють цілими (відмінними від нуля) числами та оберненими до них (дробами).

Під час побудови моделі прогнозування рівня економічної безпеки промислового підприємства для оцінювання альтернатив (складових

економічної безпеки) доцільно скористатися методом порівняння альтернатив щодо стандартів [6, с. 145].

Таблиця 1. Шкала відносної важливості МАІ

Інтенсивність (вага) відносної важливості	Якісна оцінка (терм лінгвістичної змінної)	Пояснення
1	Рівна важливість	Рівний вклад двох видів діяльності в мету
3	Помірна важливість	Існують вербальні висловлювання щодо пріоритету одного елемента стосовно другого, але ці висловлювання непереконливі
5	Суттєва перевага	Існують досить переконливі доведення та логічні критерії, що один з елементів – важливий (вагоміший)
7	Значна перевага	Існує переконливе доведення великої значущості одного елемента порівняно з другим
9	Дуже велика перевага	Усвідомлення пріоритету одного елемента щодо другого максимально підтверджується
2,4,6,8	Проміжні значення	Потрібен певний компроміс
$\frac{1}{w}, w = 1, \dots, 9$	Обернені величини	Використовуються для оцінки не переважаючих видів діяльності
0	Непорівнянність	Немає сенсу в порівнюванні елементів

Для розв’язання проблеми можна застосовувати метод порівняння альтернатив зі стандартами. Стандарт установлює рівень якості об’єкта щодо критерію якості. Отже, фінансовій складовій (критерію) для об’єкта „промислове підприємство” може бути призначено чотири стандарти, що характеризують відповідно абсолютний (A – absolute), задовільний (S – satisfactory), незадовільний (U – unsatisfactory) та критичний (C – critical) рівень економічної безпеки підприємства.

В ієрархічній структурі стандарти присвоюються елементам, що мають безпосередній зв’язок з альтернативами. При цьому число стандартів для кожного такого елемента (складової економічної безпеки) може бути різним і

B_3	3	1/7	1	1/3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	5
B_4	5	9	3	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	7
B_5	1/5	1	1/7	1/9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3
B_6	0,2	1	1/7	1/9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3
B_7	1/5	1	1/7	1/9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3
B_8	1/5	1	1/7	1/9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3
B_9	1/5	1	1/7	1/9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3
B_{10}	1/5	1	1/7	1/9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3
B_{11}	1/5	1	1/7	1/9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3
B_{12}	1/5	1	1/7	1/9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3
B_{13}	1/5	1	1/7	1/9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3
B_{14}	1/5	1	1/7	1/9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3
B_{15}	1/5	1	1/7	1/9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3
B_{16}	1/3	3	1/5	1/7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1

Обчислення головного власного вектора $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ реалізується на підставі визначення рівності $Ax = \lambda_{\max} x$, де $\lambda_{\max}$ – максимальне власне значення матриці A . Хоча отримання власних векторів не є проблематичним (можна використати відповідний математичний програмний пакет, наприклад Mathcad), існує простіший спосіб наближеного обчислення пріоритетів шляхом обчислення середнього геометричного рядків матриці парних порівнянь $A = \{a_{ij}\}$, з подальшою нормалізацією всіх складових отриманого вектора за формулою [11, с. 147]:

$$x_i = \sqrt[n]{\left(\prod_{j=1}^n a_{ij}\right)} / \sum_{i=1}^n \left(\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}\right). \quad (2)$$

Після отримання значень власного вектора $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ вони використовуються для подальших обчислень.

Особа, що ухвалює рішення, присвоює кожній альтернативі B_j значення одного стандарту для кожного з елементів (критеріїв), що безпосередньо пов'язані зі стандартами, вимірюваними у відповідній шкалі елемента $E_j^s - C_j^s$, у результаті чого будується матриця A_C :

$$\begin{array}{|cccccc} E_1^i & \dots & E_l^i & \dots & E_{n_{i+1}}^i & \end{array}$$

$$A_C = \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} B_1 & c_{11} & \dots & c_{1l} & \dots & c_{1n_{i+1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_k & c_{k1} & \dots & c_{kl} & \dots & c_{kn_{i+1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_r & c_{r1} & \dots & c_{rl} & \dots & c_{rn+1} \end{array} \end{array}, c_{ij} \in C_j^s \quad (3)$$

Після цього матриця перетворюється до числового вигляду з використанням векторів x_j^s - кожному значенню $c_{ij} \in C_j^s$ відповідає значення однієї і лише однієї компоненти вектора x_j^s . В результаті отримуємо ненормалізовану матрицю U числових значень стандартів, що відповідають альтернативам та елементам ієрархії, безпосередньо пов'язаним зі стандартами, на основі якої формуємо нормувальну матрицю S та здійснюємо нормування за формулою

$$U_N = U \times S, \quad (4)$$

де матриці U та S мають нижченаведений вигляд:

$$U = \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} & E_1^s & \dots & E_l^s & \dots & E_{n_{i+1}}^s \\ B_1 & u_{11} & \dots & u_{1n_{i+1}} & \dots & u_{1n_{i+1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_k & u_{k1} & \dots & u_{kl} & \dots & u_{kn_{i+1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_r & u_{r1} & \dots & u_{rl} & \dots & u_{rn+1} \end{array} \end{array} \quad (5)$$

$$S = \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} E_1^s & E_2^s & \dots & E_{n_{i+1}}^s \\ \sum_{i=1}^r u_{i1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sum_{i=1}^r u_{i2} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \sum_{i=1}^r u_{in+1} \end{array} \end{array} \quad (6)$$

У результаті стовпці матриці U_N будуть не чим іншим, як векторами пріоритетів альтернатив p_j^s відносно елемента E_j^s ієрархії, $U_N = (p_1^s, p_2^s, \dots, p_{n+1}^s)$.

Згідно з методом аналізу ієрархії, експерти порівнюють елементи ієрархічної структури, власне, з позиції інтуїтивно виділеного ними (прогнозованого як найбільш реального щодо настання в недалекому майбутньому) «батьківського» елемента – рівня економічної безпеки підприємства. Тому введення до розгляду ще одного рівня ієрархії – множини рівнів економічної безпеки – підвищить рівень узгодженості суджень експертів і, як наслідок, оцінювання ними елементів ієрархічної системи стане ефективнішим.

Висновки. Таким чином, в умовах непередбачуваності спричиненої війною та іншими подіями в Україні, процес прогнозування рівня економічної безпеки промислових підприємств є життєво необхідним та досить складним для діяльності підприємств. Це потребує удосконалення науково-методичних засад прогнозування, які активно використовується при здійсненні підприємницької діяльності. Було визначено, що при використанні ряду методів прогнозування, підприємство не отримує достовірний результат в умовах певної непередбачуваності, тому для прогнозування рівня економічної безпеки запропоновано використовувати метод аналізу ієрархії, який передбачає використовувати вербальні судження експертів, щоб охопити ширше коло проблем і факторів, які обумовлюють стан економічної безпеки підприємства в майбутньому. Використання ієрархічних моделей в прогнозуванні, дозволяє згрупувати фактори та критерії оцінки за ступенем їх впливу на стан безпеки.

Література

1. Чейз Р. Б., Эквилайн Н. Дж., Якобе Р. Ф. Производственный и операционный менеджмент : 8-е издание. Москва. 2004. 704 с.

2. Загреба М. М., Вишне夫ська В. А., Дмитришин Б. В. Планування та прогнозування діяльності підприємства в умовах глобальної пандемії // *Вісник НУВГП. Серія "Економічні науки". Випуск 3(91).* 2020 р. С. 57-71
3. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування : підручник / В. М. Геєць, та ін.; за ред. Т. С. Клебанова. Київ, 2005. 396 с.
4. Грабовецький Б. Є. Економічне прогнозування і планування : навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2003. 188 с.
5. Нагорна І. І. Організаційно-економічний механізм у забезпеченні стійкої економічної безпеки промислових підприємств : дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04. Одеса, 2009. - 233 с.
6. Верченко П. І. Багатокритеріальність і динаміка економічного ризику (моделі та методи) : Монографія / П.І. Верченко – К.: КНЕУ, 2006. – 272 с.
7. Нагорна І. І. Вектор пріоритетних альтернатив у забезпеченні економічної безпеки підприємства. *Підприємництво та інновації. Науковий журнал.* 2018. № 6. С.47-56.
8. Шматковська Т. О., Стащук О. В., Дзямулич М. І. Великі дані та бізнес-моделювання економічних систем. *Ефективна економіка.* 2021. №5.

References

1. Chejz, R.B. Ekvylajn, N.Dzh. and Yakobe, R.F. (2004), *Proyzvodstvennyj y operatsyonnyj menedzhment* [Production and operational management], Moscow, Russia.
2. Zahreba, M.M. Vyshnevs'ka, V.A. and Dmytryshyn, B.V. (2020), "Planning and forecasting of the company's activities in the conditions of a global pandemic", *Visnyk NUVHP. Seriiia "Ekonomichni nauky"*, vol. 3 (91), pp. 57-71
3. Heiets', V.M. (2005), *Modeli i metody sotsial'no-ekonomichnoho prohnozuvannia* [Models and methods of socio-economic forecasting], Kyiv, Ukraine.

4. Hrabovets'kyj, B.Ye. (2003), Ekonomichne prohnozuvannia i planuvannia [Economic forecasting and planning], Tsentr navchal'noi literatury, Kyiv, Ukraine.
5. Nahorna, I.I. (2009), “Organizational and economic mechanism in ensuring sustainable economic security of industrial enterprises”, Ph.D. Thesis, Economy, Odesa, Ukraine.
6. Verchenko, P.I. (2006), Bahatokryterial'nist' i dynamika ekonomichnoho ryzyku (modeli ta metody) [Multicriteria and dynamics of economic risk (models and methods)], KNEU, Kyiv, Ukraine.
7. Nahorna, I.I. (2018), “Vector of priority alternatives in ensuring the economic security of the enterprise”, Pidpryemnytstvo ta innovatsii. Naukovyj zhurnal, vol. 6, pp. 47-56.
8. Shmatkovska, T. Stashchuk, O. and Dziamulych, M. (2021), “Big data and business modeling of economic systems”, Efektyvna ekonomika, [Online], vol. 5, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8906> (Accessed 20 June 2022).

Стаття надійшла до редакції 24.06.2022 р.