

## МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

© 2015 ІЛЛЯШЕНКО О. В.

УДК 658.012.8

Ілляшенко О. В.

### Модель оцінювання стану системи економічної безпеки підприємства

Система економічної безпеки підприємства не може функціонувати без механізму управління, який нівелює вплив негативних чинників і зменшує інтенсивність загроз стабільній діяльності підприємства. Однією з передумов дії механізму управління системою економічної безпеки підприємства є результати оцінювання стану системи. В оцінюванні стану системи економічної безпеки підприємства використано основні параметри її функціонування за видами менеджменту (стратегічний, операційний, фінансовий, інноваційний, кадровий, маркетинговий). Для реалізації функціонального підходу до оцінювання стану системи економічної безпеки підприємства розроблено економіко-математичну модель, опис створення якої надано у статті. Для уточнення категоріального результату моделі використано локальні оцінки вибраних видів менеджменту. Пропонована модель дозволяє оцінити збалансованість системи економічної безпеки підприємства, а також виявити її недосконалість у межах конкретної сфери управління.

**Ключові слова:** підприємство, економічна безпека, система, стан, оцінювання, модель, вид менеджменту

**Табл.:** 1. **Формул:** 27. **Бібл.:** 14.

**Ілляшенко Олена Вікторівна** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки підприємства та прикладної статистики, Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля (вул. Леніна, 31, Рубіжне, Луганська область, 93009, Україна)

**Email:** evi.1972@mail.ru

УДК 658.012.8

UDC 658.012.8

#### Ильяшенко Е. В. Модель оценки состояния системы экономической безопасности предприятия

Система экономической безопасности предприятия не может функционировать без механизма управления, который нивелирует влияние негативных факторов и уменьшает интенсивность угроз стабильной деятельности предприятия. Одной из предпосылок действия механизма управления системой экономической безопасности предприятия являются оценки состояния системы. В оценке состояния системы экономической безопасности предприятия использованы основные параметры ее функционирования по видам менеджмента (стратегический, операционный, финансовый, инновационный, кадровый, маркетинговый). Для реализации функционального подхода к оценке состояния системы экономической безопасности предприятия разработана экономико-математическая модель, описание создания которой предоставлено в статье. Для уточнения категоріального результата модели использованы локальные оценки выбранных видов менеджмента. Предложенная модель позволяет оценить сбалансированность системы экономической безопасности предприятия, а также выявить ее несовершенство в пределах конкретной сферы управления.

**Ключевые слова:** предприятие, экономическая безопасность, система, состояние, оценивание, модель, вид менеджмента

**Табл.:** 1. **Формул:** 27. **Библ.:** 14.

**Илляшенко Елена Викторовна** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики предприятия и прикладной статистики, Институт химических технологий Восточноукраинского национального университета им. В. Даля (ул. Ленина, 31, Рубежное, Луганская область, 93009, Украина)

**Email:** evi.1972@mail.ru

#### Illiashenko O. V. The Model of Assessing the State of the Enterprise Economic Security System

The economic security system of the enterprise can not function without a control mechanism, which neutralizes the impact of negative factors and reduces intensity of threats to the stability of the enterprise activity. One of the prerequisites for the operation of the control mechanism of the economic security system is assessment of the system state. When assessing the state of the enterprise economic security there were used the main parameters of its operation by types of management (strategic, operational, financial, innovation, human resources, marketing ones). For the implementation of the functional approach to assessing the state of the enterprise economic security system, there has been developed the economic and mathematical model, the creation of which is described in the article. To clarify the categorical model results there were used local estimates of the selected management types. The proposed model allows assessing the balance of the enterprise economic security system and identifying its imperfections within the specific sphere of management.

**Key words:** enterprise, economic security, system, state, assessment, model, type of management

**Tabl.:** 1. **Formulae:** 27. **Bibl.:** 14.

**Illiashenko Olena V.** – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Associate Professor, Department of Business Economics and Applied Statistics, Institute of Chemical Technology of East-Ukrainian National University named after V. Dahl (vul. Lenina, 31, Rubizhne, Luhansk region, 93009, Ukraine)

**Email:** evi.1972@mail.ru

**Вступ.** Кардинальні зміни умов функціонування вітчизняних підприємств зумовлюють активізацію пошуку методів та інструментів забезпечення економічної безпеки суб'єктів господарювання. Однак перш, ніж удосконалюва-

ти певний процес, доцільно оцінити його перебіг у реальних умовах і виявити «слабкі місця» системи. Тому застосування математичного апарату для вирішення зазначених питань є одним з допустимих варіантів, оскільки дозволяє

прорахувати безліч можливих варіантів без суттєвої втрати ресурсів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблематика формування дієвої системи економічної безпеки підприємства активно досліджується вітчизняними науковцями, хоча з багатьох питань єдиного підходу сьогодні не існує. Одним з таких напрямів досліджень є оцінювання стану системи економічної безпеки підприємства та аналіз відповідних механізмів, що розглядаються у працях О. В. Барановського, З. С. Варналія, В. Л. Безбожного, С. М. Ілляшенка, М. І. Корольова, І. Г. Манцурова, О. В. Нусінової, Г. В. Козаченко, О. М. Ляшенко, Ю. С. Погорелова [1; 4 – 8].

**Метою статті** є формування моделі оцінювання стану системи економічної безпеки підприємства у розрізі функціональних складових управління підприємством.

**Виклад основного матеріалу.** Система економічної безпеки підприємства не може функціонувати без механізму управління, який за відповідних умов і потреб нівелює вплив негативних чинників і зменшує інтенсивність загроз стабільній діяльності підприємства.

Механізм управління поєднує систему управління підприємством та систему економічної безпеки підприємства. Тому він повинен бути «зрозумілим» для системи управління підприємством. Однією з передумов дії механізму управління системою економічної безпеки підприємства є результати оцінювання стану системи, які

вирішальною мірою визначають вектор управлінського впливу й удосконалення системи економічної безпеки підприємства.

Основні параметри функціонування системи економічної безпеки підприємства, які можна використати в оцінюванні стану системи, зумовляють акценти в дії механізму управління системою. Тому такі параметри доцільно розглянути детальноше з виділенням видів менеджменту (стратегічний, операційний, фінансовий, інноваційний, кадровий, маркетинговий) та акцентуванням уваги на «слабких місцях» системи економічної безпеки підприємства.

Розроблений підхід до оцінювання системи економічної безпеки підприємства має підкріплюватися відповідним інструментарієм. Як такий інструментарій пропонується економіко-математична модель оцінювання системи економічної безпеки підприємства. Опис моделі зводиться до такого.

Нехай  $\{m_k\}_{k=1}^7$  є сукупністю семи видів менеджменту, котра формує систему економічної безпеки підприємства ( $m_1$  – стратегічний;  $m_2$  – операційний;  $m_3$  – фінансовий;  $m_4$  – інноваційний;  $m_5$  – інвестиційний;  $m_6$  – кадровий;  $m_7$  – маркетинговий менеджмент). Стан управління системою економічної безпеки підприємства за кожним видом менеджменту описується певними показниками (табл. 1).

Таблиця 1

Показники стану системи економічної безпеки підприємства за видами менеджменту

Вид менеджменту	Показник	Параметри значень показника
1	2	3
Стратегічний менеджмент	Досягнення стратегічних цілей у контексті формування системи економічної безпеки підприємства	досягнуто, досягнуто з допустимим перевищенням терміну, не досягнуто
	Індикатор захисних витрат	від 0 до 1
	Частка витрат на охорону підприємства в загальній структурі виробничих витрат	$Kв.ох. \geq 0,17$ – висока безпека; $0,12 \leq Kв.ох. < 0,17$ – середня безпека; $Kв.ох. < 0,12$ – низька безпека
	Рівень правової безпеки	від 0 до 1
	Коефіцієнт встановлення протиправного контролю над акціонерним товариством або його активами	0 – 0,2 – має місце; 0,21 – 0,5 – мають місце спроби встановлення контролю; 0,51 – 0,8 – відсутність будь-яких реальних спроб встановити контроль; 0,81 – 1 – відсутність реальних чи потенційних намірів
Операційний менеджмент	Коефіцієнт зносу основних фондів	< 0,5
	Коефіцієнт виконання виробничої програми	$\leq 1$
	Коефіцієнт сировинної безпеки	$\geq 1$
	Коефіцієнт енергетичної безпеки	$\geq 1$
	Показник залежності підприємства від постачальників сировини і матеріалів	min
Фінансовий менеджмент	Запас фінансової міцності	max
	Коефіцієнт покриття загальний	2 – критичне значення; 2 – 2,5 – підприємство вчасно ліквідує свої борги
	Коефіцієнт беззбитковості	min
	Рентабельність активів	> середньогалузевого показника
	Коефіцієнт незалежності	> 0,6

Закінчення табл. 1

1	2	3
Інноваційний менеджмент	Частка науково-дослідних і науково-конструкторських робіт	≤ 1
	Інтелектуально озброєність	$K_{io} > 19,75$ – абсолютна безпека; $19,75 \geq K_{io} > 14,5$ – задовільна безпека; $14,5 \geq K_{io} > 9,25$ – незадовільна безпека; $K_{io} \leq 9,25$ – критична безпека
	Коефіцієнт впровадження інноваційних видів продукції	$K_{i.n.} \geq 0,272$ – абсолютна безпека; $0,183 \leq K_{i.n.} < 0,272$ – задовільна безпека; $0,094 \leq K_{i.n.} < 0,183$ – незадовільна безпека; $K_{i.n.} < 0,094$ – критична безпека
	Частка витрат на інновації, які використовуються у виробничому, управлінському та обслуговуючому процесі	$K_{i.nid.} \geq 0,138$ – абсолютна безпека; $0,09 \leq K_{i.nid.} < 0,138$ – задовільна безпека; $0,044 \leq K_{i.nid.} < 0,09$ – незадовільна безпека; $K_{i.nid.} < 0,044$ – критична безпека
	Рівень прогресивності технологій	0 – мінімальна; 0,35 – середня; 0,7 і більше – максимальна
Інвестиційний менеджмент	Поріг інвестиційної безпеки	–
	Рівень економічної безпеки підприємства	до 0,05 – підтримуючий; 0,06 – 0,1 – мінімальний; 0,11 – 0,19 – дуже низький; 0,2 – 0,29 – низький; 0,3 – 0,49 – середній; 0,5 – 0,7 – високий; вище за 0,7 – дуже високий
Кадровий менеджмент	Плинність працівників високої кваліфікації	–
	Показник освітнього рівня	–
	Коефіцієнт співвідношення темпів зростання виручки та ФОП	≥ 1
	Коефіцієнт досвіду роботи (частка персоналу з досвідом роботи більше 2-х років у загальній його чисельності)	≥ 0,9
	Коефіцієнт фізичного старіння кадрів	$0,2 \leq K_{\text{в}} < 0,255$ – абсолютна безпека; $0,255 \leq K_{\text{в}} < 0,311$ – задовільна безпека; $0,311 \leq K_{\text{в}} < 0,367$ – незадовільна безпека; $0,367 \leq K_{\text{в}} < 0,423$ – критична безпека
Маркетинговий менеджмент	Показник конкурентної переваги підприємства	= 1 (±0,1)
	Показник надійності контрагентів	–
	Показник залежності підприємства від споживачів	–
	Показника дотримання якості виробленої продукції	≤ 1

Ці показники пронумеровано згідно з послідовністю їхнього згадування у цій таблиці. Так, менеджмент  $m_k$  має показники  $\{g_k^{(i_k)}\}_{i_k=1}^{l_k}$ ,

$$\text{де } l_1 = 5, l_2 = 5, l_3 = 5, l_4 = 5, l_5 = 2, l_6 = 5, l_7 = 4. \quad (1)$$

Звісно, перед тим, як оцінювати стан управління системою економічної безпеки підприємства, необхідно нормалізувати значення показників. Це можна виконати за допомогою простого відношення:

$$\tilde{g}_k^{(i_k)} = \frac{g_k^{(i_k)}}{\max_{j_k=1, l_k} g_k^{(j_k)}} \quad \text{при } k = 1, 7. \quad (2)$$

або за допомогою зсуву до одиничного сегмента [0; 1]:

$$\tilde{g}_k^{(i_k)} = \frac{g_k^{(i_k)} - \min_{j_k=1, l_k} g_k^{(j_k)}}{\max_{j_k=1, l_k} g_k^{(j_k)} - \min_{j_k=1, l_k} g_k^{(j_k)}} \quad \text{при } k = 1, 7. \quad (3)$$

Надалі опрацьовуватимемо саме нормалізовані показники (3), оскільки можливі нульові (найнижчі) значення показників зручніші в обчисленнях.

Значення показників, що оцінюються експертами (зокрема, коефіцієнт встановлення протиправного контролю на акціонерним товариством або його активами у стратегічному менеджменті), ранжируються на скінченній множині допустимих значень. Тому перед тим, як проводити кількісне (кардинальне) оцінювання показника  $g_k^{(i_k)}$ , необхідно ранжувати його можливі значення (ін-

тервали)  $\left\{g_k^{(i_k)}(u)\right\}_{u=1}^{U_{i_k}}$ , де  $U_{i_k}$  – скінченною кількістю цих

можливих значень. Це дозволить вже потім пропонувати експертам кількісного оцінювання співвідношення переваг (нерівності) між можливими значеннями цього показника, наприклад,

$$v(g_k^{(i_k)}(4)) > v(g_k^{(i_k)}(2)) > v(g_k^{(i_k)}(7)) > \dots \text{ і т. п.}$$

де  $v(g_k^{(i_k)}(u))$  – кількісна оцінка (іноді – вага)  $u$ -го значення або інтервалу показника  $g_k^{(i_k)}$ .

Після цього можна надати перевагу або значенню (його оцінці), наприклад,  $g_k^{(i_k)}(4)$ , або точковому значенню, що відповідатиме згортці значень  $\left\{g_k^{(i_k)}(u)\right\}_{u=1}^{U_{i_k}}$  з відповідними вагами.

Використаймо матричне ранжирування як найбільш неупереджене [2; 12]. Матричне ранжирування є найбільш неупередженим типом експертизи завдяки тому, що виконує процедуру впорядкування [12]. Матричне ранжирування одного, окремо взятого, експерта може містити цикли [11; 12], з яких не вийде узагальнений порядок (суворий чи несуворий, з еквівалентностями). Крім цього, матричне ранжирування допускає незначну кількість експертів у даній галузі, що важливо для швидкості оброблення експертних даних.

Нехай  $F_h = \left[ a_{qr}^{(h)} \right]_{U_{i_k} \times U_{i_k}}$  є матричним ранжируванням  $s$ -го експерта щодо можливих значень (інтервалів)

$\left\{g_k^{(i_k)}(u)\right\}_{u=1}^{U_{i_k}}$ , де  $h = \overline{1, H}$  й  $H \in \mathbb{N}\{1\}$  є загальною кількістю експертів. Відомі такі властивості матриць  $\{F_h\}_{h=1}^H$ :

$$a_{qq}^{(h)} = 0 \cdot \forall \quad q = \overline{1, U_{i_k}} \quad \text{та} \quad a_{qr}^{(h)} = \pm 1 \quad \text{при} \quad a_{qr}^{(h)} = -a_{rq}^{(h)}, \quad (4)$$

тобто таке ранжирування є косиметричною матрицею [14], основною властивістю якої є те, що  $F_h = -F_h^T$ .

Якщо  $a_{qr}^{(h)} = 1$ , то, за думкою  $h$ -го експерта, оцінка  $g_k^{(i_k)}(q)$  показника  $g_k^{(i_k)}$  є доцільнішою (прийнятнішою), ніж його оцінка  $g_k^{(i_k)}(r)$ . Якщо ж  $a_{qr}^{(h)} = -1$ , то елемент з номером  $q$  має нижчий ранг за елемент з номером  $r$  і. На думку  $h$ -го експерта, оцінка  $g_k^{(i_k)}(r)$  показника  $g_k^{(i_k)}$

є доцільнішою (прийнятнішою), ніж його оцінка  $g_k^{(i_k)}(q)$ . Ще раз наголосимо, що циклічність та порушення транзитивності тут не виключені. Однак узагальнене експертне матричне ранжирування визначається як медіана Кемені [3; 10] за скінченною множиною  $M_F(U_{i_k}, \pm 1)$  усіх квадратних косиметричних матриць  $U_{i_k}$ -го порядку з елементами  $\pm 1$  поза головною діагоналлю. Із множини  $M_F(U_{i_k}, \pm 1)$  можна заздалегідь виключити порушення транзитивності, звузивши її до підмножини

$$\hat{M}_F(U_{i_k}, \pm 1) \subset M_F(U_{i_k}, \pm 1). \quad (5)$$

Підмножина (5) вже не міститиме циклів чи порушень транзитивності. За кожним її елементом можна одразу будувати узагальнений порядок показників. Цей порядок буде ще й суворим.

Узагальнене експертне матричне ранжирування  $\tilde{F}$  є розв'язком наступної задачі мінімізації:

$$\tilde{F} \in \arg \min_{\substack{M_s \in \hat{M}_F(U_{i_k}, \pm 1) \\ s=1, |\hat{M}_F(U_{i_k}, \pm 1)|}} \sum_{h=1}^H \lambda_h \cdot \rho_{\hat{M}_F(U_{i_k}, \pm 1)}(M_s, F_h), \quad (6)$$

де  $|\hat{M}_F(U_{i_k}, \pm 1)|$  – кількість усіх квадратних косиметричних матриць  $U_{i_k}$ -го порядку з елементами  $\pm 1$  поза головною діагоналлю, за кожною з яких будується суворий порядок.

Матриця  $M_s \in \hat{M}_F(U_{i_k}, \pm 1)$  є допустимим узагальненим експертним матричним ранжируванням. Іншими словами, узагальнене експертне матричне ранжирування вибирається лише з підмножини (5). Коефіцієнти  $\{\lambda_h\}_{h=1}^H$  є вагами, що пропорційні оцінкам компетентності  $H$  експертів, залучених до експертних процедур [3; 12]:

$$[\lambda_h]_{h=1}^H = \left\{ \lambda_h : \lambda_h \in (0; 1), h = \overline{1, H}, \sum_{h=1}^H \lambda_h = 1 \right\}, \quad (7)$$

де  $\lambda_h$  – вага  $h$ -го експерта,  $h = \overline{1, H}$ .

У задачі мінімізації (6) використовується відстань  $\rho_{\hat{M}_F(U_{i_k}, \pm 1)}(M_s, F_h) \geq 0$  між  $s$ -м допустимим узагальненим експертним матричним ранжируванням  $M_s$  і ранжируванням  $h$ -го експерта  $F_h$ . Як відстань між квадратними матрицями одного порядку для задач типу (6) зазвичай беруть відстань Хеммінга [9; 12; 13]. Ця відстань у частинному випадку (медіана Кемені) має вигляд:

$$\rho_{\hat{M}_F(U_{i_k}, \pm 1)}(M_s, F_h) = \frac{1}{2} \sum_{q=1}^{U_{i_k}} \sum_{r=1}^{U_{i_k}} \left| b_{qr}^{(s)} - a_{qr}^{(h)} \right|, \quad (8)$$

де  $M_s = \left[ b_{qr}^{(s)} \right]_{U_{i_k} \times U_{i_k}} \in \hat{M}_F(U_{i_k}, \pm 1)$ .

Щоправда, відстань (8) узагальнюється і записується зі степеневим показником  $\eta > 0$ :

$$\rho_{\hat{M}_F(U_{i_k}, \pm 1)}^{(\eta)}(M_s, F_h) = \frac{1}{2} \sum_{q=1}^{U_{i_k}} \sum_{r=1}^{U_{i_k}} \left| b_{qr}^{(s)} - a_{qr}^{(h)} \right|^\eta. \quad (9)$$

Зокрема, при  $\eta = 2$  отримуємо більш звичну «квадратичну» відстань:

$$\rho_{\hat{M}_F(U_{i_k}, \pm 1)}^{(2)}(M_s, F_h) = \frac{1}{2} \sum_{q=1}^{U_{i_k}} \sum_{r=1}^{U_{i_k}} \left( b_{qr}^{(s)} - a_{qr}^{(h)} \right)^2. \quad (10)$$

Чіткого й однозначного критерію щодо вибору степеневого показника  $\eta > 0$  у загальному випадку не існує. Од-

нак можна виконати наступне, підійшовши до цієї задачі з протилежного боку. Очевидно, що якщо розв'язок задачі мінімізації (6) не залежить від вибору  $\eta \in (0;2]$ , то як відстань слід брати функцію (8), де передбачається найменше операцій (немає операції піднесення до степеня).

Тому медіану Кемені (6) подамо у більш загальному випадку з урахуванням (9):

$$\begin{aligned} \tilde{\mathbf{F}} \in \arg \min_{\substack{\mathbf{M}_s \in \tilde{M}_{\mathbf{F}}(U_{i_k}, \pm 1) \\ s=1, |\tilde{M}_{\mathbf{F}}(U_{i_k}, \pm 1)|}} \sum_{h=1}^H \lambda_h \cdot \rho_{\tilde{M}_{\mathbf{F}}(U_{i_k}, \pm 1)}^{(\eta)}(\mathbf{M}_s, \mathbf{F}_h) = \\ = \arg \min_{\substack{\mathbf{M}_s \in \tilde{M}_{\mathbf{F}}(U_{i_k}, \pm 1) \\ s=1, |\tilde{M}_{\mathbf{F}}(U_{i_k}, \pm 1)|}} \sum_{h=1}^H \left( \lambda_h \cdot \frac{1}{2} \sum_{q=1}^{U_{i_k}} \sum_{r=1}^{U_{i_k}} |b_{qr}^{(s)} - a_{qr}^{(h)}|^{\eta} \right), \quad (11) \end{aligned}$$

при  $\eta \in (0;2]$ .

Цілком очевидно, що множник  $\frac{1}{2}$ , будучи константою, жодним чином не впливає на результат (матрицю)  $\tilde{\mathbf{F}}$ . Тому

$$\begin{aligned} \tilde{\mathbf{F}} \in \arg \min_{\substack{\mathbf{M}_s \in \tilde{M}_{\mathbf{F}}(U_{i_k}, \pm 1) \\ s=1, |\tilde{M}_{\mathbf{F}}(U_{i_k}, \pm 1)|}} \sum_{h=1}^H \left( \lambda_h \cdot \frac{1}{2} \sum_{q=1}^{U_{i_k}} \sum_{r=1}^{U_{i_k}} |b_{qr}^{(s)} - a_{qr}^{(h)}|^{\eta} \right) = \\ = \arg \min_{\substack{\mathbf{M}_s \in \tilde{M}_{\mathbf{F}}(U_{i_k}, \pm 1) \\ s=1, |\tilde{M}_{\mathbf{F}}(U_{i_k}, \pm 1)|}} \sum_{h=1}^H \left( \lambda_h \sum_{q=1}^{U_{i_k}} \sum_{r=1}^{U_{i_k}} |b_{qr}^{(s)} - a_{qr}^{(h)}|^{\eta} \right) \quad (12) \end{aligned}$$

при  $\eta \in (0;2]$ .

У випадку експертних процедур експертами, що мають однакові рівні компетентності (за переоцінками попередніх експертиз), медіана Кемені (12) для визначення рангів можливих значень (інтервалів)  $\{g_k^{(i_k)}(u)\}_{u=1}^{U_{i_k}}$   $i_k$ -го показника  $g_k^{(i_k)}$   $m_k$ -го виду менеджменту обчислюватиметься ще більш спрощено:

$$\tilde{\mathbf{F}} \in \arg \min_{\substack{\mathbf{M}_s \in \tilde{M}_{\mathbf{F}}(U_{i_k}, \pm 1) \\ s=1, |\tilde{M}_{\mathbf{F}}(U_{i_k}, \pm 1)|}} \sum_{h=1}^H \left( \lambda_h \cdot \frac{1}{2} \sum_{q=1}^{U_{i_k}} \sum_{r=1}^{U_{i_k}} |b_{qr}^{(s)} - a_{qr}^{(h)}|^{\eta} \right) \quad (13)$$

Матриця  $\tilde{\mathbf{F}}$  як розв'язок задачі (13) дозволяє безпосередньо генерувати строгий порядок типу

$$g_k^{(i_k)}(u_1^*) > g_k^{(i_k)}(u_2^*) > \dots > g_k^{(i_k)}(u_{U_{i_k}}^*),$$

де  $g_k^{(i_k)}(u_q^*)$  є  $u_q^*$ -м варіантом показника  $g_k^{(i_k)}$ , де  $u_q^* \in \{1, U_{i_k}\}$ , причому цей варіант переважає варіанти  $\{g_k^{(i_k)}(u_r^*)\}_{r=u_q^*+1}^{U_{i_k}}$ .

Тоді показник  $g_k^{(i_k)}$  виду менеджменту  $m_k$  оцінюється числом  $v(g_k^{(i_k)}(u_1^*))$ . Однак, слід зауважити, що оцінки значень  $\{v(g_k^{(i_k)}(u_q^*))\}_{q=1}^{U_{i_k}}$  можна отримати відразу, вико-

нуючи замість алгебраїчної обробки (4) – (13) експертних ранжирувань  $\{\mathbf{F}_h\}_{h=1}^H$  статистичну обробку. Це також дозволить усунути очевидний недолік алгебраїчного підходу, де оцінкою показника  $g_k^{(i_k)}$  є лише число  $v(g_k^{(i_k)}(u_1^*))$ , а вплив інших  $U_{i_k} - 1$  чисел  $\{v(g_k^{(i_k)}(u_q^*))\}_{q=2}^{U_{i_k}}$  не враховується.

Статистичний підхід для оброблення даних експертних ранжирувань  $\{\mathbf{F}_h\}_{h=1}^H$  полягає у такому. Якщо середньостатистичне зважене значення

$$\rho_{ar} = \frac{1}{H} \sum_{h=1}^H \lambda_h a_{qr}^{(h)} \quad (14)$$

при  $q = \overline{1, U_{i_k}}$  та  $r = \overline{1, U_{i_k}}$

є невід'ємним, то величину (14) трактуватимемо як статистичну імовірність того, що  $q$ -й варіант значення показника  $g_k^{(i_k)}$  є впливовішим і більш значущим для його врахування в виді менеджменту  $m_k$  за  $r$ -й варіант [12]. Виходячи з цього, далі вже розв'язуємо рівняння

$$\rho_{qr} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{g_{qr}} e^{-\frac{\vartheta^2}{2}} d\vartheta \quad (15)$$

при  $q = \overline{1, U_{i_k}}$  та  $r = \overline{1, U_{i_k}}$

відносно величини  $g_{qr}$ . Визначивши з рівнянь типу (15) значення  $\{g_{qr}\}_{q=1}^{U_{i_k}}$ , знаходимо їх усереднення в такий спосіб:

$$g_1 = \frac{1}{U_{i_k}} \sum_{r=1}^{U_{i_k}} g_{qr} \quad \forall q = \overline{1, U_{i_k}}. \quad (16)$$

Середні значення  $\{g_q\}_{q=1}^{U_{i_k}}$  у (16) є попередніми оцінками кожного з  $U_{i_k}$  варіантів показника  $g_k^{(i_k)}$ . У випадку неузгодженості експертних оцінювань ці оцінки мають бути переглянуті, тобто буде проведено принаймні ще одну експертну процедуру.

Відтак, перед тим, як прийняти оцінки  $\{g_q\}_{q=1}^{U_{i_k}}$  обчислені за (16), виконують перевірку експертних оцінювань на узгодженість. Для цього спочатку визначаються величини

$$\overline{g}_{qr} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{g_q - g_r} e^{-\frac{\vartheta^2}{2}} d\vartheta$$

при  $q = \overline{1, U_{i_k}}$  та  $r = \overline{1, U_{i_k}}$ .

Далі обчислюються усі відхилення

$$\delta_{qr} = |g_{qr} - \overline{g}_{qr}|$$

при  $q = \overline{1, U_{i_k}}$  та  $r = \overline{1, U_{i_k}}$ .

Усереднене відхилення обчислюється з урахуванням симетричності  $\delta_{qr} = \delta_{rq}$ :

$$\delta = \frac{1}{2 \cdot U_{i_k} \cdot (U_{i_k} - 1)} \sum_{r=1}^{U_{i_k}} \sum_{q=r+1}^{U_{i_k}} \delta_{qr}$$

Якщо виконано умову

$$\delta < \delta_{\max} \tag{17}$$

для деякого наперед заданого  $\delta_{\max}$ , то експертні оцінювання вважаються узгодженими. Після цього вже можна оперувати оцінками  $\{g_q\}_{q=1}^{U_{i_k}}$  у (16). Їх слід пронормувати. Отже, нормована оцінка  $q$ -го варіанту показника  $g_k^{(i_k)}$  буде такою:

$$g_q^* = \frac{g_q}{\sum_{r=1}^{U_{i_k}} g_r}$$

при  $q = \overline{1, U_{i_k}}$ .

Тепер оцінки

$$v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u)) = g_u^* \quad \forall u = \overline{1, U_{i_k}} \tag{18}$$

є безрозмірними й зручними для подальшої роботи з ними (за умови узгоджених експертних оцінювань).

Однак, окрім значень (18) як оцінок  $\{v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u))\}_{u=1}^{U_{i_k}}$  варіантів показника  $\tilde{g}_k^{(i_k)}$  можуть бути використані нормалізовані значення

$$\rho_q^* = \frac{\bar{\rho}_q}{\sum_{r=1}^{\bar{\rho}_q} \bar{\rho}_r} \quad \forall q = \overline{1, U_{i_k}} \tag{19}$$

де чисельники є результатом застосування інтегрування, виконаного для рівнянь (15):

$$\bar{\rho}_q = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{g_q} e^{-\frac{\vartheta^2}{2}} d\vartheta \quad \forall q = \overline{1, U_{i_k}}$$

Тому замість значень (18) як оцінок можна брати й оцінки (19):

$$v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u)) = \rho_u^* \quad \forall u = \overline{1, U_{i_k}} \tag{20}$$

Звісно, значення  $\{v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u))\}_{u=1}^{U_{i_k}}$  за (18) і (20) можна порівнювати, адже вони, як і вимагається, пронормовані, тобто

$$v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u)) \in [0;1] \quad \forall u = \overline{1, U_{i_k}},$$

причому

$$\sum_{u=1}^{U_{i_k}} v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u)) = 1.$$

Звичайно, значення  $\{v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u))\}_{u=1}^{U_{i_k}}$  за (18) і (20) не обов'язково повинні збігатися. Різниця між ними може бути досить відчутною. Однак співвідношення між значен-

нями  $\{v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u))\}_{u=1}^{U_{i_k}}$  має бути однаковим. Це є додатковою

умовою прийняття результатів експертиз, котра йде поряд з умовою (17) для виявлення узгодженості експертних оцінок (суджень).

Значення  $\{v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u))\}_{u=1}^{U_{i_k}}$  за (18) або (20) є фактично вагами, що відповідають значенням  $\{\tilde{g}_k^{(i_k)}(u)\}_{u=1}^{U_{i_k}}$ . Тому точкова оцінка показника  $\tilde{g}_k^{(i_k)}$  виду менеджменту  $m_k$  буде визначатись як згортка (опукла згортка) значень  $\{\tilde{g}_k^{(i_k)}(u)\}_{u=1}^{U_{i_k}}$  з вагами  $\{v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u))\}_{u=1}^{U_{i_k}}$  за (18) або (20):

$$v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u_1^*)) = \sum_{u=1}^{U_{i_k}} v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u)) \cdot \tilde{g}_k^{(i_k)}(u) \tag{21}$$

при  $i_k = \overline{1, I_k}$  та  $k = \overline{1, 7}$ .

Очевидно, що

$$v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u_1^*)) \in [0;1] \tag{22}$$

при  $i_k = \overline{1, I_k}$  та  $k = \overline{1, 7}$ .

Далі, за знайдених й оптимізованих (за оцінюванням) значень показників (21) для всіх видів менеджменту можна оцінювати стан управління системою економічної безпеки підприємства загалом та за кожним видом менеджменту окремо. Для виду менеджменту  $m_k$  така (локальна) оцінка визначається так:

$$s_k = \sum_{i_k=1}^{I_k} \alpha(i_k) \cdot v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u_1^*)) \tag{23}$$

при  $k = \overline{1, 7}$ ,

де  $\alpha(i_k)$  є вагою  $\alpha(i_k)$  показника  $\tilde{g}_k^{(i_k)}$ .

Звісно, ці ваги мають такі властивості:

$$\alpha(i_k) \in (0;1)$$

при  $i_k = \overline{1, I_k}$  та  $k = \overline{1, 7}$ ,

причому

$$\sum_{i_k=1}^{I_k} \alpha(i_k) = 1.$$

Ваги  $\{\alpha(i_k)\}_{i_k=1}^{I_k}$  визначатимемо експертним шляхом аналогічно до визначення значень  $\{v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u))\}_{u=1}^{U_{i_k}}$  за (18) і (20), використовуючи матричне ранжирування. При цьому алгебраїчне оброблення з використанням медіани Кемені можна пропустити.

Звісно, локальні оцінки видів менеджменту за (23) є нормованими в межах одиничного інтервалу, тобто

$$s_k \in (0;1) \tag{24}$$

при  $k = \overline{1, 7}$ .

Як бачимо з (24), нульове значення неможливе, як й одиничне. Після визначення цих локальних оцінок видів менеджменту за (23) визначаємо загальну оцінку системи економічної безпеки підприємства. Це виконується за допомогою тієї ж опуклої згортки з вагами  $\{\mu_k\}_{k=1}^7$ :

$$s_{СЕБП} = \sum_{k=1}^7 \mu_k \cdot s_k, \quad (25)$$

де вага виду менеджменту  $m_k$  становить:

$$\mu_k \in (0;1)$$

при  $k = \overline{1,7}$ ,

причому

$$\sum_{k=1}^7 \mu_k = 1.$$

Тут також ваги  $\{\mu_k\}_{k=1}^7$  визначатимемо експертним шляхом аналогічно до визначення значень  $\{v(\tilde{g}_k^{(i_k)}(u))\}_{u=1}^{U_{ik}}$  за (18) і (20), використовуючи матричне ранжирування і пропускаючи етап алгебраїчного оброблення з використанням медіани Кемені.

Тепер, маючи загальну оцінку системи економічної безпеки підприємства (25), де зазвичай  $s_{СЕБП} \in (0; 1)$ , оскільки «нульовий» стан і «абсолютно безпечний» стан ми виключаємо з практичних міркувань, можна робити висновок про загальний стан системи економічної безпеки підприємства. Скажімо, якщо поділити сегмент від 0 до 1 на дві частини, то при  $s_{СЕБП} < 0,5$  робитимемо висновок про незадовільний стан системи економічної безпеки підприємства. При  $s_{СЕБП} \geq 0,5$  висновок буде про задовільний стан системи. Звісно, можна ділити на три і більше частин. Тоді висновок робитиметься залежно від того, чи, зокрема,  $s_{СЕБП} > 0,5, 0,7 > s_{СЕБП} \geq 0,5, s_{СЕБП} \geq 0,7$ .

Звичайно, лише однієї загальної оцінки (25) недостатньо. Це пояснюється тим, що висновок на її основі буде лише категоріальним результатом, а ось що робити для виправлення ситуації у разі необхідності (у випадку незадовільного стану системи економічної безпеки підприємства), незрозуміло. Тому для всебічного аналізу необхідно використати локальні оцінки видів менеджменту за (23). Наприклад, якщо  $s_k < s_k^{\min}$ , де  $s_k^{\min}$  є мінімальною (нижньою) межею оцінки  $k$ -го виду менеджменту, то приймається рішення про незадовільний стан саме для виду менеджменту  $m_k$ . При цьому, зауважимо, загальна оцінка може бути  $s_{СЕБП} > 0,5$ . Якщо  $s_k \in (s_k^{\min}, s_k^{acc})$ , де  $s_k^{acc}$  є прийнятною межею  $k$ -го виду менеджменту, то приймається рішення про задовільний (прийнятний) стан виду менеджменту  $m_k$ . При  $s_k < s_k^{acc}$  рішення буде відповідати високопродуктивному стану оцінки  $k$ -го виду менеджменту. Для різних видів менеджменту величини  $s_k^{\min}$  й  $s_k^{acc}$  будуть коливатися (хоча, можливо, незначним чином). Орієнтовні значення, наприклад,  $s_k^{\min} = 0,3$  й  $s_k^{acc} = 0,65$ .

Однак, як щойно зазначено, прийнятність стану одного або декількох видів менеджменту і прийнятне

значення  $s_{СЕБП}$  не означають прийнятність усієї системи економічної безпеки підприємства. Винятком є ситуація, коли  $s_k > s_k^{acc} \cdot \forall k = \overline{1,7}$ . В інших випадках необхідно оцінювати збалансованість системи економічної безпеки підприємства за сімома видами менеджменту. Отже, якщо

$$\max \left\{ \max_{k=1,7} \max_{j=1,7} \left\{ \frac{s_k}{s_j}, \frac{s_j}{s_k} \right\} \right\} \leq \eta, \quad (26)$$

де можливими значеннями показника збалансованості системи економічної безпеки підприємства є

$$\eta \in \{1,05, 1,1, 1,15, 1,2, 1,25\},$$

то робиться висновок про те, що система є збалансованою. У протилежному випадку, коли нерівність (26) не виконано, система економічної безпеки підприємства вважатиметься незбалансованою (хоча загальна оцінка  $s_{СЕБП}$  може бути при цьому доволі високою).

У випадку незбалансованості системи економічної безпеки підприємства має бути знайдена та пара індексів  $\{k^*, j^*\}$ , для якої

$$\max \left\{ \max_{k=1,7} \max_{j=1,7} \left\{ \frac{s_k}{s_j}, \frac{s_j}{s_k} \right\} \right\} = \max \left\{ \frac{s_{k^*}}{s_{j^*}}, \frac{s_{j^*}}{s_{k^*}} \right\}, \quad (27)$$

тобто один з видів менеджменту  $m_{k^*}$  або  $m_{j^*}$  має незадовільну оцінку  $s_{k^*}$  або  $s_{j^*}$  (або оцінку, близьку до незадовільної). Відтак, на цей вид менеджменту надалі мають спрямовуватися управлінські ресурси для підвищення ефективності функціонування системи економічної безпеки підприємства саме за даним видом менеджменту.

**Висновки.** Пропонований підхід до оцінювання стану системи економічної безпеки підприємства дозволяє виявити слабкість позицій підприємства у межах конкретної сфери управління і забезпечує керівництво необхідною інформацією для посилення захисних позицій за рахунок дій вузькоспрямованого цільового характеру. Це забезпечує удосконалення механізму управління системою економічної безпеки підприємства з максимально ефективним використанням ресурсів та мінімальними витратами часу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Барановський О. І. Фінансова безпека в Україні (методологія оцінки та механізми забезпечення) : монографія / О. І. Барановський. – К. : КНТЕУ, 2004. – 759 с.
2. Волошин О. Ф. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посібник / О. Ф. Волошин, С. О. Машенко. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2010. – 336 с.
3. Глухов А. І. Медіана Кемені в определении приоритетов развития предприятий / А. И. Глухов, А. К. Погодаев // Управление большими системами. – 2006. – № 14. – С. 40 – 45.
4. Економічна безпека : навчальний посібник / За ред. З. С. Варналя. – К. : Знання, 2009. – 647 с.
5. Ильяшенко С. Н. Составляющие экономической безопасности предприятия и подходы к их оценке / С. Н. Ильяшенко // Актуальні проблеми економіки. – 2003. – № 3 (21). – С. 12 – 19.

6. Королев М. И. Экономическая безопасность фирмы: теория, практика, выбор стратегии / М. И. Королев. – М. : Экономика, 2011. – 284 с.
7. Манцуров І. Г. Побудова ієрархічної структури складових економічної безпеки підприємств / І. Г. Манцуров, О. В. Нусінова [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=680>
8. Система економічної безпеки: держава, регіон, підприємство : монографія. В 3-х т. Т. 1 / О. М. Ляшенко, Ю. С. Погорелов, В. Л. Безбожний [та ін.]; за заг. ред. Г. В. Козаченко. – Луганськ : Елтон-2, 2010. – 282 с.
9. Alvo M. Applications of Hamming Distance to the Analysis of Block Designs / M. Alvo, P. Cabilio // *Asymptotic Methods in Probability and Statistics*. – 1998. – P. 787–799.
10. Betzler N. Fixed-parameter algorithms for Kemeny rankings / N. Betzler, M. R. Fellows, J. Guo, R. Niedermeier, F. A. Rosamond // *Theoretical Computer Science*. – 2009. – Vol. 410, Iss. 45. – P. 4554–4570.
11. De Baets B. On the cycle-transitivity of the mutual rank probability relation of a poset / B. De Baets, H. De Meyer, K. De Loof // *Fuzzy Sets and Systems*. – 2010. – Vol. 161, Iss. 20. – P. 2695–2708.
12. Dinu L. P. An efficient approach for the rank aggregation problem / L. P. Dinu, F. Manea // *Theoretical Computer Science*. – 2006. – Vol. 359, Iss. 1–3. – P. 455–461.
13. Duin C. W. Some inverse optimization problems under the Hamming distance / C. W. Duin, A. Volgenant // *European Journal of Operational Research*. – 2006. – Vol. 170, Iss. 3. – P. 887–899.
14. Fania M. L. Vector spaces of skew-symmetric matrices of constant rank / M. L. Fania, E. Mezzetti // *Linear Algebra and its Applications*. – 2011. – Vol. 434, Iss. 12. – P. 2383–2403.
- Betzler, N. “Fixed-parameter algorithms for Kemeny rankings” *Theoretical Computer Science* vol. 410, no. 45 (2009): 4554-4570.
- De Baets, B., De Meyer, H., and De Loof, K. “On the cycle-transitivity of the mutual rank probability relation of a poset” *Fuzzy Sets and Systems* vol. 161, no. 20 (2010): 2695-2708.
- Dinu, L. P., and Manea, F. “An efficient approach for the rank aggregation problem” *Theoretical Computer Science* vol. 359, no. 1-3 (2006): 455-461.
- Duin, C. W., and Volgenant, A. “Some inverse optimization problems under the Hamming distance” *European Journal of Operational Research* vol. 170, no. 3 (2006): 887-899.
- Ekonomichna bezpeka [The economic security]*. Kyiv: Znannia, 2009.
- Fania, M. L., and Mezzetti, E. “Vector spaces of skew-symmetric matrices of constant rank” *Linear Algebra and its Applications* vol. 434, no. 12 (2011): 2383-2403.
- Glukhov, A. I., and Pogodaev, A. K. “Mediana Kemeni v opredelenii prioritetov razvitiia predpriiaty” [Median Kemeny in prioritizing the development of enterprises]. *Upravlenie bolshimi sistemami*, no. 14 (2006): 40-45.
- Ilyashenko, S. N. “Sostavlyayushchie ekonomicheskoy bezopasnosti predpriyatiya i podkhody k ikh otsenke” [Components of economic security and approaches to assessment]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 3 (21) (2003): 12-19.
- Korolev, M. I. *Ekonomicheskaya bezopasnost firm: teoriya, praktika, vybor strategii* [Economic security firm: theory, practice, the choice of strategy]. Moscow: Ekonomika, 2011.
- Liashenko, O. M. et al. *Systema ekonomichnoi bezpeky: derzhava, rehion, pidpriemstvo* [The system of economic security: state, region, enterprise]. Luhansk: Elton-2, 2010.
- Mantsurov, I. H., and Nusinova, O. V. “Pobudova ierar-khichnoi struktury skladovykh ekonomichnoi bezpeky pid-priemstv” [Building a hierarchical structure components of economic security]. <http://www.economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=680>
- Voloshyn, O. F., and Mashchenko, S. O. *Modeli ta metody pryiniattia rishen* [Models and methods of decision-making]. Kyiv: VPTs «Kyivskiy universytet», 2010.

## REFERENCES

Alvo, M., and Cabilio, P. “Applications of Hamming Distance to the Analysis of Block Designs” *Asymptotic Methods in Probability and Statistics* (1998): 787-799.

Baranovskyi, O. I. *Finansova bezpeka v Ukraini (metodolohiia otsinky ta mekhanizmy zabezpechennia)* [Financial security in Ukraine (assessment methodology and tools required)]. Kyiv: KNTEU, 2004.