

Р.В. БОЛОЩУК, мол. наук. співр.,

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН України та
та МОН України, просп. Глушкова, 40, Київ 03187, Україна,
volrom@bigmir.net

Конструювання інформаційної технології для розв'язання задач інтегрального оцінювання та прогнозування стану економічної безпеки

Розглянуто основні етапи та складові конструювання інформаційної технології для розв'язання задач інтегрального оцінювання та прогнозування в галузі економічної безпеки для підтримки прийняття ефективних управлінських рішень.

Ключові слова: інформаційні технології, складна система, інтегральний індекс, ваги показників, інвестиційна безпека.

Вступ

Економічно ефективною є держава, яка відстоює свої національні економічні інтереси в умовах міжнародної конкуренції. Економічна безпека — це базовий елемент національної безпеки, бо виробництво матеріальних благ і послуг задовольняє все різноманіття потреб суспільства, визначаючи його здатність до протистояння зовнішнім та внутрішнім загрозам і до стабільного розвитку [1–3].

За суспільними сферами функціонування національна безпека України поділяється на такі основні види: політичну, економічну, державну, соціальну, інформаційну, науково-технологічну, екологічну, гуманітарну та військову безпеку. Ці елементи є однаково суттєвими для формування комплексної системи безпеки, але, залежно від історичних обставин та інших чинників, кожна складова може набувати особливого значення [4].

В українській науковій літературі поняття *економічна безпека* було вжито вперше в 1994 р. [5]. Це наймолодша з наук про безпеку держави на підґрунті забезпечення державності завдяки

належним заходам для забезпечення стабільності стану держави попри економічний тиск, який здійснюється ззовні або зсередини [6].

У діяльності державних органів проблеми економічної безпеки вирішуються постійно. Проте в сучасних умовах має йтися про формування системи, яка була б здатна гарантувати і підтримувати необхідний рівень безпеки. При цьому першочергове завдання полягає в конструюванні засобів об'єктивного оцінювання рівня економічної безпеки.

Метою цієї статті є конструювання інформаційної технології кількісного оцінювання та прогнозування інтегральних показників стану економічної безпеки держави за наявними статистичними даними для ефективного вирішення завдань підтримки прийняття обґрунтованих управлінських рішень у цій сфері.

Для досягнення цієї мети розглядається весь комплекс задач, пов'язаних з інтегральним оцінюванням та прогнозуванням стану економічної безпеки: аналізуються наявні підходи до їх розв'язання, пропонуються нові методи та розробляються відповідні комп'ютерні засоби для розв'язання таких задач, а

також демонструються реальні приклади застосування створених засобів.

Постановка задачі

У дослідженнях та моделюванні стану економічної безпеки вагоме значення має кількісна оцінка рівня економічної безпеки країни шляхом обчислення первинних та певних інтегральних (агрегованих) показників системи економічної безпеки, що є індикатором її поточного стану та динаміки розвитку.

Характерною особливістю загальної задачі оцінки економічної безпеки країни, як і її складових — задач оцінки економічної безпеки для груп показників окремих галузей — є те, що індекс рівня безпеки не вимірюється безпосередньо, а його необхідно конструювати на базі наявних статистичних даних з урахуванням особливостей задачі.

В цілому можна сказати, що модель формування інтегрального індексу економічної безпеки країни є певною згортокою індексів безпеки для окремих галузей, кожен з яких, у свою чергу, теж має бути згортокою відповідних груп первинних показників [7].

Конструювання інформаційної технології для розв'язання задач інтегрального оцінювання та прогнозування стану економічної безпеки передбачає розробку додатків, призначених для вирішення проблем у короткий термін і з мінімальними витратами, та припускає максимальне використання поширених програмних продуктів — у даному випадку *Microsoft Excel* та *StatSoft Statistica* [8]. Відповідна технологія має забезпечувати вирішення різних завдань, пов'язаних з оцінюванням рівня економічної безпеки, дослідженням властивостей інтегрального індексу та прийняттям ефективних управлінських рішень на основі отриманих знань.

Огляд підходів до інтегрального оцінювання рівня економічної безпеки держави

У науковій літературі можна виділити два основних підходи до оцінювання та дослі-

дження стану економічної безпеки держави. *Перший* з них пов'язаний з аналізом сукупності окремих індикаторів, кожен з яких дає можливість детального аналізу як окремих аспектів розвитку системи, так і її стану загалом. *Інший* поширений підхід базується на розробці агрегованих (інтегральних) індикаторів та індексів [9]. В економіці широко використовуються різноманітні інтегральні показники для оцінювання стану економічних об'єктів різного рівня — від підприємства до держави.

Поняття *індикатор економічної безпеки* є поширеним переважно в країнах СНД, а в Україні застосовується термін *інтегральний індекс економічної безпеки* [10]. В інших країнах подібні індикатори мають різні назви: інтегральний показник надійності країни, індекс комплексної національної сили [11], глобальний індекс національної міцності тощо, але ці поняття є ширшими і охоплюють не тільки економічну, але й воєнну складову. Американський підхід до розуміння національної економічної безпеки домінує в усіх сучасних розвинених країнах [12].

На пострадянському просторі використовується розширювальний підхід до показників економічної безпеки. Тільки в офіційних таблицях прогнозу соціально-економічного розвитку Російської Федерації міститься більше 300 показників [13]. У Білорусі розроблено свій кількісний підхід до оцінки економічної безпеки держави [14].

Переважає більшість підходів до оцінки стану економічної безпеки, представлених в Україні, передбачають комплексний підхід, але не кількісний, а якісний. Виділяються показники, які, на думку автора, характеризують економічну безпеку, без розрахунку агрегованих кількісних величин. У 2007 р. було застосовано офіційну методiku Міністерства економічного розвитку і торгівлі України [15], де інтегральний показник розраховується методом *зважених сум*. Ця методика базується на кількісному агрегованому підході до розрахунку рівня економічної безпеки [7], розробленому вперше в Україні.

Пізніше з'явився модифікований кількісний підхід [16] до оцінки стану економічної безпеки на основі методики [15]. Згодом у [17] було запропоновано адаптивний підхід до визначення стратегічних орієнтирів економічної безпеки для розрахунку інтегрального індексу. Інтегральний індикатор економічної безпеки розраховується вже як середнє геометричне первинних нормованих показників [18].

Методика інтегрального оцінювання рівня економічної безпеки

Адитивний інтегральний індекс

Оцінюється загальний стан заданої складної системи (багатовимірною процесу). Нехай $x_i, i = \overline{1, m}$, — первинні взаємозв'язані показники функціонування цієї системи, які в сукупності характеризують її стан. Для однозначної інтерпретації, оцінювання та порівняння між собою кожен з показників x_i має бути нормованим, зазвичай приведеним до інтервалу $0 \leq \tilde{x}_i \leq 1$, де \tilde{x}_i — нормоване значення показника, причому $\tilde{x}_i = 1$ має відповідати найкращим (оптимальним) значенням цього показника, а $\tilde{x}_i = 0$ — найгіршим (неприпустимим) його значенням. Це значення \tilde{x}_i будемо називати *індикатором первинного показника* x_i . Після нормалізації значень кожного з заданої системи первинних показників інтегральний індекс цієї системи обчислюється як сума цих нормалізованих величин з певними ваговими коефіцієнтами (однаковими або ні).

Якщо \tilde{x}_i — значення i -го нормалізованого показника, то інтегральний показник (індекс) може мати вигляд лінійної згортки m показників:

$$I = \sum_{i=1}^m k_i \tilde{x}_i, \quad (1)$$

де k_i — ваговий коефіцієнт i -го показника.

Переваги інтегрального індексу: комплексність отриманої інформації, швидкість його формування, простота використання; може служити інструментом обліку, аналізу та пла-

нування; є індикатором і критерієм порівняльного оцінювання стану складної системи; це показник ефективності прийнятих рішень та повноти їх реалізації тощо [7].

Важливими етапами при розрахунку інтегрального індексу (1) є нормування економічних показників та визначення вагових коефіцієнтів.

Задача нормалізації статистичних показників

Кусково-лінійна нормалізація показників. Серед різних підходів до нормування, розглянутих у [19], вирізняється нормалізація на основі врахування вектора їх характеристичних значень [20]. Цей підхід є ефективним варіантом нелінійної нормалізації (на відміну від стандартного нормування) статистичних значень первинних показників з урахуванням їхніх так званих характеристичних значень, які вказують діапазони оптимальних, припустимих і критичних величин показників.

Для кожного первинного показника—стимулятора x_j у [20] прийнято, що мають бути задані межі так званих характеристичних значень: оптимальних $x_{\text{опт}}$ (вище яких значення показника вважаються найкращими), порогових $x_{\text{пор}}$ (вище яких значення показника вважаються припустимими) та граничних $x_{\text{гр}}$ (нижче яких значення показника вважаються неприпустимими), причому $0 \leq x_{\text{гр}}^{\text{H}} < x_{\text{пор}}^{\text{H}} < x_{\text{опт}}^{\text{H}}$. Відповідні значення задаються також для показників—дестимуляторів, для яких $x_{\text{опт}}^{\text{B}} < x_{\text{пор}}^{\text{B}} < x_{\text{гр}}^{\text{B}}$.

Якщо ж певний статистичний показник може бути в одному діапазоні своїх значень стимулятором, а в іншому — дестимулятором, тоді задається шість характеристичних значень: двосторонні нижні та верхні оптимальні значення $x_{\text{опт}}^{\text{H}}, x_{\text{опт}}^{\text{B}}$ (що відповідають інтервалу найкращих умов для економічної системи), порогові $x_{\text{пор}}^{\text{H}}, x_{\text{пор}}^{\text{B}}$ (які бажано не перетинати)

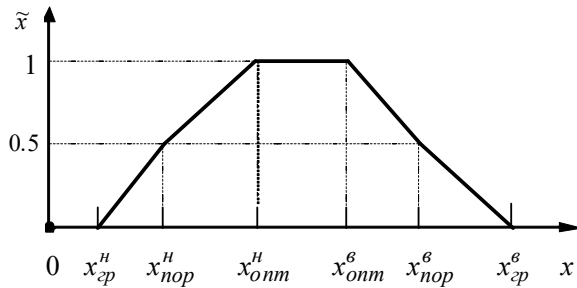


Рис. 1. Кусково-лінійна нормувальна функція для статистичних показників

та граничні $x_{гр}^H, x_{гр}^B$ (перетинати які неприпустимо або фізично неможливо).

Нормування при цьому здійснюється за такою формулою [20]:

$$\tilde{x}_i = \begin{cases} \frac{x_i - x_{гр}^H}{x_{пор}^H - x_{гр}^H}, & x_{гр}^H \leq x_i < x_{пор}^H \\ \frac{(x_i - x_{пор}^H) + (x_{опт}^H - x_i)}{x_{опт}^H - x_{пор}^H} 0,5, & x_{пор}^H \leq x_i < x_{опт}^H \\ 1, & x_{опт}^H \leq x_i \leq x_{опт}^B \\ \frac{(x_i - x_{опт}^B) + (x_{пор}^B - x_i)}{x_{пор}^B - x_{опт}^B} 0,5, & x_{опт}^B < x_i \leq x_{пор}^B \\ \frac{x_{гр}^B - x_i}{x_{гр}^B - x_{пор}^B}, & x_{пор}^B < x_i \leq x_{гр}^B, \end{cases} \quad (2)$$

де \tilde{x}_i – нормоване значення індикатора показника x_i . Графік функції (2) подано на рис. 1.

Нелінійна нормалізація показників. Очевидним недоліком попереднього підходу є передусім те, що в характеристичних точках (оптимальних, порогових та граничних) нормувальна функція негладка, вона має розриви похідної. З цього постають очевидні вимоги до потрібних властивостей функції гладкої нелінійної нормалізації, встановлені в [21]:

- перша похідна від нормувальної функції в оптимальній та граничній точках має дорівнювати нулю;

- в пороговій характеристичній точці функція має бути гладкою і мати перегин, тобто друга похідна в цій точці має дорівнювати нулю.

Функцію нелінійної нормалізації побудовано у [21]; вона задовольняє ці вимоги. Зокрема, для показника–стимулятора з нижніми

характеристичними значеннями: граничне $x_{гр}^H$, порогове $x_{пор}^H$ та оптимальне $x_{опт}^H$, потрібна функція має такий вигляд:

$$\tilde{x}_s(x) = a_s (x - x_{гр}^H)^{b_s} e^{-c_s(x - x_{гр}^H)}, \quad (3)$$

$$a_s, c_s > 0, b_s > 1.$$

Її параметри виражаються через усі три «нижні» характеристичні величини [21]:

$$b_s = \frac{(x_{опт}^H - x_{гр}^H)^2}{(x_{опт}^H - x_{пор}^H)^2}; c_s = \frac{x_{опт}^H - x_{гр}^H}{(x_{опт}^H - x_{пор}^H)^2},$$

$$a_s = \frac{1}{(x_{опт}^H - x_{гр}^H)^{b_s} e^{-b_s}}. \quad (4)$$

Для показника–дестимулятора нормувальна функція є дзеркальним відображенням до функції стимулятора, причому починається вона з точки $x_{опт}^B$ [21]:

$$\tilde{x}_d = 1 - a_d (x - x_{опт}^B)^{b_d} e^{-c_d(x - x_{опт}^B)}. \quad (5)$$

Її параметри виражаються через усі три «верхні» характеристичні величини [21]:

$$b_d = \frac{(x_{гр}^B - x_{опт}^B)^2}{(x_{гр}^B - x_{пор}^B)^2}; c_d = \frac{x_{гр}^B - x_{опт}^B}{(x_{гр}^B - x_{пор}^B)^2};$$

$$a_d = \frac{1}{(x_{гр}^B - x_{опт}^B)^{b_d} e^{-b_d}}. \quad (6)$$

Загальна нормувальна функція для стимулятора–дестимулятора має вигляд:

$$\tilde{x} = \begin{cases} 0, & x \in (-\infty, x_{гр}^H) \\ \tilde{x}_s, & x \in [x_{гр}^H, x_{опт}^H] \\ 1, & x \in [x_{опт}^H, x_{опт}^B] \\ \tilde{x}_d, & x \in (x_{опт}^B, x_{гр}^B] \\ 0, & x \in (x_{гр}^B, +\infty) \end{cases} \quad (7)$$

Відповідний графік подано на рис. 2.

Наочно видно, що ця функція задовольняє вказані умови, тобто є гладкою.

Розрахунок вагових коефіцієнтів

Існує багато підходів до визначення вагових коефіцієнтів експертним методом. Серед них можна відзначити такі:

- на основі попарних порівнянь [22];

- методом ранжування [23];
- методом безпосередньої оцінки [24];
- методом адаптивної оцінки [25].

Недоліки цих підходів такі: необґрунтоване порівняння різних груп досліджуваних об'єктів; системні помилки у формуванні професійних груп експертів. Більш об'єктивними є розрахункові підходи до визначення вагових коефіцієнтів. Зокрема, існує підхід, де вони розраховуються методом парної кореляції [26].

Розглянемо найбільш об'єктивний і ефективний розрахунковий підхід до визначення вагових коефіцієнтів на основі Методу Головних Компонент (МГК), який використовується в цій статті, з використанням пакету *Statistica*. Перед проведенням аналізу, з метою усунення впливу масштабу та розмірності показників, слід здійснити їх стандартизацію [27].

Алгоритм визначення вагових коефіцієнтів на основі МГК.

1. Для визначення вагових коефіцієнтів використовується модель головних компонент [28]. Основний математичний метод виділення факторів та їх навантажень базується на визначенні власних чисел та власних векторів кореляційної матриці.

2. Модель головних компонент трансформує m -вимірний ознаковий простір у p -вимірний простір компонент ($p < m$).

3. У моделі головних компонент зв'язок між первинними ознаками і компонентами описується як лінійна комбінація [28]

$$y_i = \sum_j^m c_{ij} G_j, \quad (8)$$

де y_i — стандартизовані значення i -ї ознаки з одиничними дисперсіями; сумарна дисперсія дорівнює кількості ознак m ; c_{ij} — внесок j -ї компоненти в сумарну дисперсію множини показників i -ї ознаки.

Компоненти G_j також є лінійною комбінацією

$$G_j = \sum_i^m d_{ij} x_{ij}, \quad (9)$$

де d_{ij} — факторні навантаження; x_{ij} — вхідні дані.

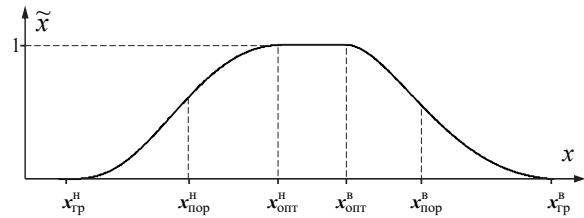


Рис. 2. Функція нелінійної нормалізації

5. Вагові коефіцієнти α_{ij} розраховуються за формулою

$$\alpha_{ij} = \frac{c_{ij} \cdot |d_{ij}|}{\sum c_{ij} |d_{ij}|}. \quad (10)$$

Перевагами методу визначення вагових коефіцієнтів на основі МГК є низькі ціни і відсутність суб'єктивної складової результатів (на відміну від експертних методів).

Конструювання технології інтегрального оцінювання та прогнозування

Інформаційна технологія є комплексом інтегрального оцінювання в системі *Excel*.

Загальна структура комплексу в системі *Excel*

Рівень економічної безпеки України визначається широким колом показників стану різних секторів економіки України. Ці показники згруповані у 10 економічних блоків за галузями безпеки: Макроекономічна, Фінансова, Зовнішньоекономічна, Інвестиційна, Науково-технологічна, Енергетична, Виробнича, Демографічна, Соціальна, Продовольча безпека. Крім того, має бути також блок Загальний індекс економічної безпеки, пов'язаний з галузевими індексами. Це визначає підхід до побудови і аналізу архітектури системи: всі початкові дані, результати розрахунків допоміжних величин та індексів безпеки містяться в системі у відповідних 11-ти аркушах таблиць *Excel*, програмно пов'язаних між собою: зміна будь-якого початкового показника певної га-



Рис. 3. Загальна структура програмної системи

лузі автоматично змінює індекс безпеки цієї галузі та загальний індекс.

На погляд автора, найбільш ефективними програмними засобами, які доцільно використовувати для реалізації такої системи, є *Microsoft Office Excel* з програмними можливостями мови *VBA (Visual Basic for Applications)* у поєднанні з використанням бібліотек статистичних функцій програми *Statistica*. Назвемо основні можливості й переваги використаних програмних продуктів.

Табличний процесор *MS Excel* (електронні таблиці) — одне з найбільш часто використовуваних додатків пакета *MS Office*, потужний інструмент, що значно спрощує аналітичну роботу. Основне його призначення — вирішення практично будь-яких завдань розрахункового характеру, вхідні дані яких можна подати у вигляді таблиць. Застосування електронних таблиць спрощує роботу з даними та дозволяє отримувати результати без спеціалізованого програмування розрахунків [29].

Пакет *MS Excel* сприяє вирішенню багатьох простих прикладних завдань, пов'язаних з обробкою даних. Однак потреба в серйозних методах прикладної статистики та аналізу даних у користувачів *MS Excel* при цьому залишається, і вирішується ця проблема шляхом використання бібліотек програми *STATISTICA*, які містять сотні ретельно налагоджених і перевірених на практиці процедур аналізу даних [30].

Типові вимоги до інформаційної технології для розв'язання задач інтегрального оцінювання та прогнозування стану економічної безпеки наступні:

- Гнучкість — здатність до адаптації та подальшого розвитку.
- Розширюваність — можливість додання нових функціональностей без зміни основного коду системи.
- Компонентна структура — система має складатися з незалежних блоків, заміна складової частини системи не повинна впливати на роботу інших частин.

▪ Відокремлення даних від логіки — дані не мають змішуватися з їх поданням та бізнес-логікою.

- Можливість доступу до даних і системи за використання мережі Інтернет.
- Гарантія захисту та безпеки даних.
- Взаємодія системи з іншими системами (прийом даних, їх обробка і передача).

Опис загальної структури розробленої програмної системи інтегрального оцінювання та прогнозування економічної безпеки подано на рис. 3.

Пропонована система має забезпечувати виконання таких задач:

- поточне відстеження динаміки показників стану контрольованих процесів;
- нормалізація даних за розробленою методикою [21];
- визначення вагових коефіцієнтів;
- інтегральне та деталізоване оцінювання змін, що відбуваються;
- аналіз виявлених змін та встановлення факторів впливу на них;
- виявлення потенційних несприятливих явищ та тенденцій розвитку;
- візуалізація та документування результатів.

Інтеграція програм *Excel* і *Statistica* та їх взаємодія

Розробка додатків, призначених для вирішення завдань у короткий термін і з мінімальними витратами, передбачає максимальне використання розповсюджених програмних про-

дуктів — у нашому випадку *Microsoft Excel* та *StatSoft Statistica*. При інтеграції додатків використовується запуск однієї програми з іншої — це називається *породженням дочірнього процесу*. Обмін інформацією між цими додатками у даному продукті підтримується використанням технологій динамічного обміну даними *DDE* та *COM*. У цьому діалозі програм та з них, що ініціалізує діалог, називається клієнтом (тут це *Excel*), а інша, що відповідає на запити клієнта, — сервером (тут *Statistica*) [31]. Діалог ведеться на задану тему, коли від однієї програми до іншої передаються елементи даних, а також деякі команди — макроси, розроблені на мові *VBA*.

В інтерфейсі користувач з випадального списку обирає одну з одинадцяти галузей економічної безпеки України для проведення інтегрального оцінювання. В нашому прикладі буде розглянуто інвестиційну галузь економічної безпеки України.

На вкладці «Статистичні дані» (рис. 4) відображаються дані показників інвестиційної сфери України за досліджуваний період.

Для візуалізації стану, в якому перебуває обраний для аналізу показник конкретної сфери, використовується інтерактивний інструмент у вигляді світлофора: червоний — перебування у небезпечній зоні, жовтий — у допустимій, зелений — у оптимальній, а також стрілка: показує вгору — стан покращується, вниз — погіршується.

На вкладці «Інтегральний індекс» (рис. 5) подані інтегральні індекси для обраних галузей за кожен період часу. Розрахунки інтегральних індексів проводяться за методологією, описаною в попередніх розділах.

На вкладці «Прогнозування» (рис. 6) представлені результати прогнозування вибраного показника відповідної галузі за використання авторегресійних моделей.

Функціональні можливості технології

Даний програмний продукт призначений для автоматизації процесу моніторингу стану еко-

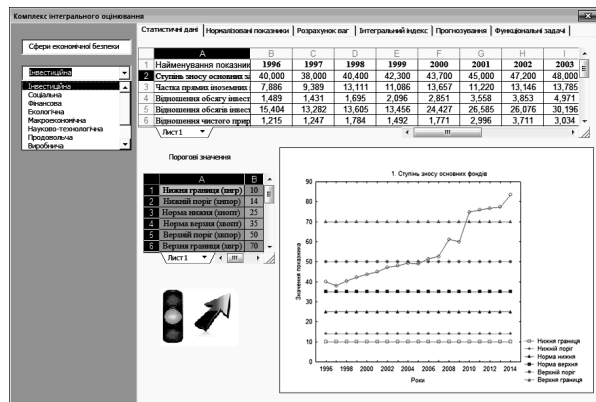


Рис. 4. Статистичні дані

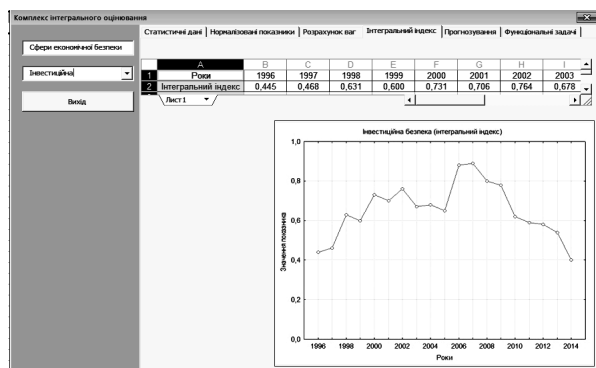


Рис. 5. Інтегральний індекс

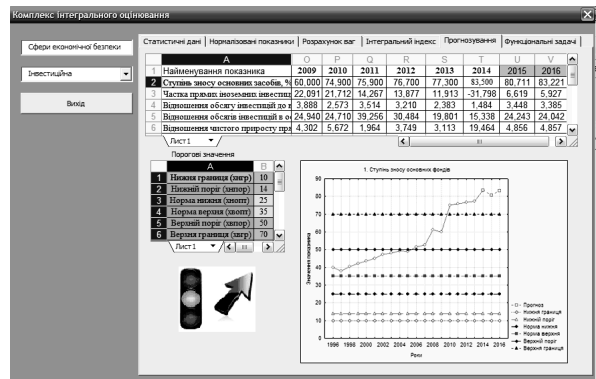


Рис. 6. Прогнозування

номічної безпеки та оцінки впливу окремих факторів на її рівень. Розроблене програмне забезпечення дозволяє:

- аналізувати дані показників, використовуючи аналітичні та графічні засоби;

- визначати інтегральні індекси економічної безпеки для 10 галузей економіки України за кожен досліджуваний період;
- визначати загальний інтегральний індекс економічної безпеки за інтегральними індексами в кожній галузі;
- досліджувати рівень впливу окремого показника на стан економічної безпеки;
- прогнозувати окремі показники певної галузі на заданий період часу та розраховувати прогнозні значення інтегральних індексів.

Застосування комплексу для розв'язання реальних задач на прикладі галузі інвестиційної безпеки

Опис даних і перелік задач дослідження

Показники та дані, характерні для інвестиційної безпеки України, подано в табл. 1 та 2, а їхні характеристичні значення — в табл. 3.

Задачі дослідження:

- порівняння нормувальних кривих показників інвестиційної безпеки за двома методами

- нормування (реалізовано тільки в розділі функціональних задач) дослідження впливу на інтегральний індекс показників, які його формують
- дослідження динаміки зміни вагових коефіцієнтів
 - прогноз стану безпеки інвестиційної сфери України

Таблиця 1. Показники інвестиційної безпеки України

№	Показник, %
1	Ступінь зносу основних засобів
2	Частка прямих іноземних інвестицій у загальному обсязі інвестицій
3	Відношення обсягу інвестицій до вартості основних фондів
4	Відношення обсягів інвестицій в основний капітал до ВВП
5	Відношення чистого приросту прямих іноземних інвестицій до ВВП

Порівняння нормувальних кривих показників інвестиційної безпеки за двома методами нормування

Побудовано нормувальні криві для кожного з п'яти показників інвестиційної сфери від $x_{гр}^H$

Таблиця 2. Показники інвестиційної сфери України (1996–2014)

№	1996	1997	...	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	40,00	38,00	...	51,5	52,6	61,2	60,00	74,9	75,9	76,7	77,3	83,5
2	7,89	9,39	...	19,4	22,25	14,09	22,09	21,71	14,27	13,88	11,91	-31,8
3	1,5	1,4	...	7,98	9,21	7,4	3,89	2,57	3,51	3,21	2,38	1,48
4	15,4	13,3	...	35,86	40,19	39,37	24,94	24,71	39,26	30,48	19,8	15,34
5	1,2	1,2	...	4,04	6,19	-4,1	4,3	5,67	1,96	3,75	3,11	19,46

Таблиця 3. Характеристичні значення показників інвестиційної сфери

№	Показник, %	Нижня границя $x_{гр}^H$	Нижній поріг $x_{пор}^H$	Норма нижня $x_{опт}^H$	Норма верхня $x_{опт}^B$	Верхній поріг $x_{пор}^B$	Верхня границя $x_{гр}^B$
1	Ступінь зносу основних засобів	10	14	25	35	50	70
2	Частка прямих іноземних інвестицій у загальному обсязі інвестицій	4	20	25	25	30	50
3	Відношення обсягу інвестицій до вартості основних фондів	1	4	6	8	12	16
4	Відношення обсягів інвестицій в основний капітал до ВВП	5	7	20	25	40	50
5	Відношення обсягу прямих іноземних інвестицій до ВВП	1	2	5	7	10	15

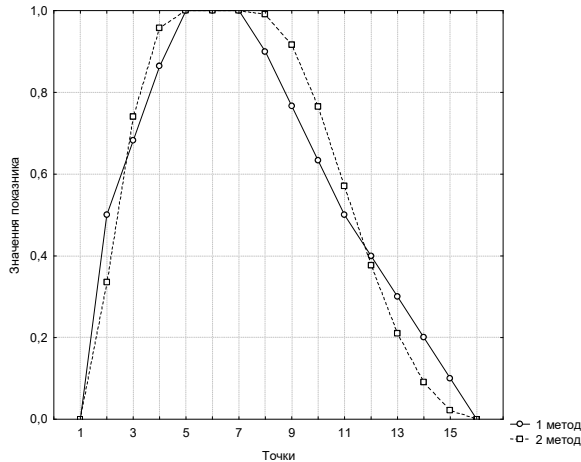


Рис. 7. Ступінь зносу основних засобів у відсотках

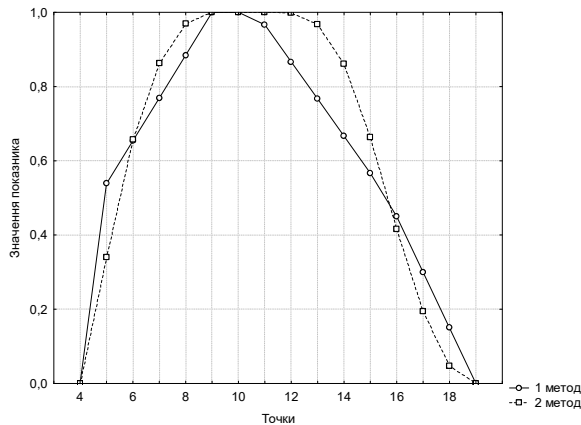


Рис. 8. Відношення обсягів інвестицій в основний капітал до ВВП у відсотках

до $x_{гр}^B$, за використання кусково-лінійної та нелінійної нормалізації. Наприклад, для показника інвестиційної сфери граничні значення дорівнюють $x_{гр}^H = 10$ та $x_{гр}^B = 70$, тобто весь діапазон можливих значень становить 60. Цей діапазон зручно розділити на 15 частин і в кожній з них розрахувати нормалізоване значення показника за обома методами. Так само визначаємо діапазони можливих значень інших показників, розділяємо на певну кількість частин і виконуємо нормалізацію.

Порівняння відповідних нормувальних кривих на прикладі показників *Ступінь зносу*

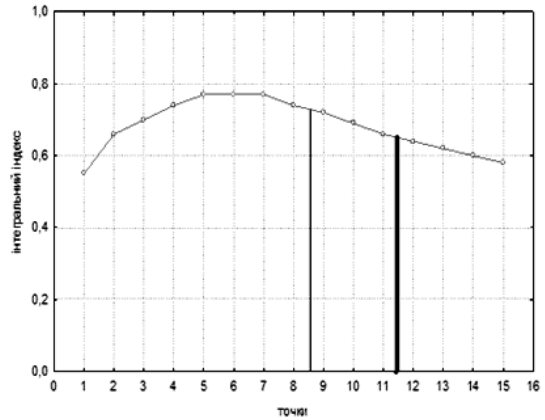


Рис. 9. Залежність індексу від показника *Ступінь зносу основних фондів*

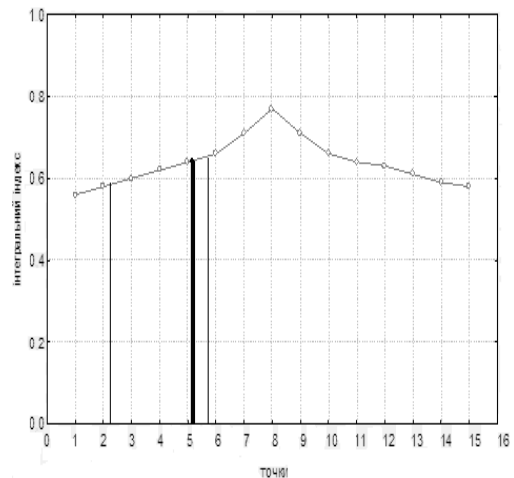


Рис. 10. Залежність індексу від показника *Частка прямих іноземних інвестицій у загальному обсязі*

основних засобів та Відношення обсягів інвестицій в основний капітал до ВВП подано на рис. 7 та 8.

Очевидно, що з обох боків оптимального діапазону значень за кусково-лінійної нормалізації внесок показника різко зменшується стрибком в діапазоні як стимулятора, так і дестимулятора — тобто ніби «штрафується» його вихід з оптимального інтервалу, а за нелінійної нормалізації цей штраф змінюється значно повільніше (при відходженні від оптимальної точки), що є більш коректно з економічної точки зору.

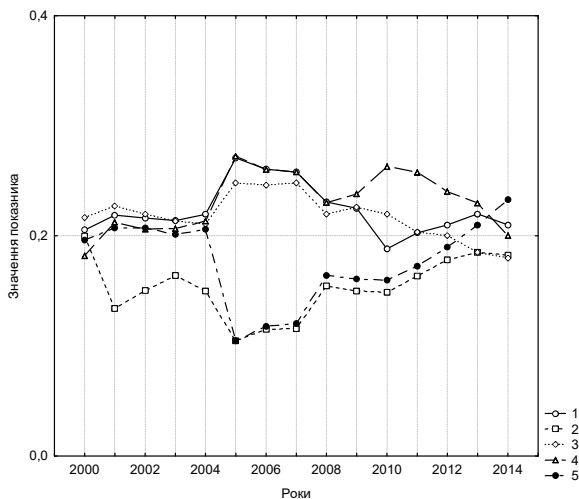


Рис. 11. Динаміка вагових коефіцієнтів по роках 2000–2014 рр.

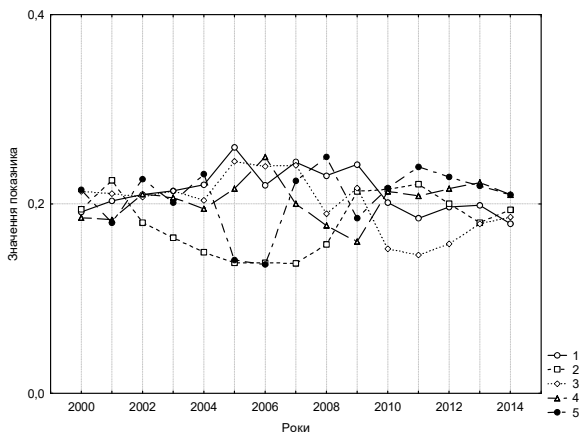


Рис. 12. Динаміка ваг нормованих показників інвестиційної сфери

Аналіз залежності інтегрального індексу від зміни значень первинних показників

Мета — з’ясувати характер залежності інтегрального індексу стану складної системи від можливої зміни первинних показників у всьому діапазоні їхніх значень. Оскільки йдеться про залежність саме від окремо взятого показника, то зрозуміло, що при цьому інші показни-

ки, що формують інтегральний індекс, мають бути константами. З огляду на це, доцільно використувати таку методику дослідження [32]:

- весь діапазон реальних значень кожного з показників (загалом різної розмірності) розбити на однакову кількість інтервалів постійної довжини (різної для різних показників) для порівняння результатів;

- встановити для кожного показника значення, що буде постійним при зміні одного з них — найпростіше взяти останнє зі значень за часом;

- по чергово змінювати перший, другий та подальші показники від найменших до найбільших значень, що відповідають межах обраних інтервалів, та обчислювати значення інтегрального індексу в цих точках за умови, що інші показники є встановленими константами;

- побудувати графіки зміни значень інтегрального індексу в обраних точках для кожного з показників;

- вказати на графіку діапазон зміни реальних значень показника від мінімального до максимального, а також його поточне значення;

- проаналізувати отримані графіки і встановити показники, які:

- дають мінімальне та максимальне значення інтегрального індексу;

- при їх зміні від поточних значень до досягнення максимуму інтегрального індексу дадуть найбільший його приріст;

- вже знаходяться в діапазоні максимуму інтегрального індексу;

- пояснити отримані результати з економічних позицій;

- запропонувати найбільш доцільні варіанти напрямків зміни економічної політики в певних галузях.

В табл. 4 наведено значення інтегрального індексу інвестиційної безпеки України, обчислені в поданих у табл. 3 точках значень п’яти первинних показників (при постійних значеннях інших показників).

Визначено, які показники дають мінімальне та максимальне значення інтегрального індексу. Найбільше можна покращити стан інтегрального індексу за показників *Ступінь знос*

основних фондів та Частка прямих іноземних інвестицій у загальному обсязі.

Таблиця 4. Значення первинних показників, для яких обчислюється інтегральний індекс (2) інвестиційної безпеки України

Показник	Значення показників у точках від 1 до 15, %														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	10	14	18	22	26	30	34	33	42	46	50	54	58	62	66
2	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Якщо від максимального значення індексу для кожного з цих показників відняти їхні значення станом на 2014 р., то можна визначити максимально вірогідний приріст індексу за змінами показників *Ступінь зносу основних засобів* від 0,65 до 0,78, тобто на 0,13, та *Частка прямих іноземних інвестицій у загальному обсязі* від 0,64 до 0,78, тобто на 0,14. Отже, при прийнятті управлінських рішень у галузі інвестиційної безпеки є можливість спрямувати наявні ресурси для покращення стану безпеки саме на ті напрямки, які дадуть найбільший ефект (у нашому випадку це будуть витрати на оновлення основних засобів та стимулювання прямих іноземних інвестицій).

Дослідження динаміки зміни вагових коефіцієнтів

Розраховано значення ваг п'яти показників інвестиційної сфери, використавши метод головних компонент в період з 2000 по 2014 р.

Динаміка зміни значень ваг як нормованих, так і не нормованих показників інвестиційної діяльності показує тенденцію до стабілізації значень ваг особливо в період з 2010 по 2014 рік, при цьому значення кожного показника становить приблизно 0,2.

Задача прогнозування інтегрального індексу

Розрахунок прогнозів стану інвестиційної сфери України.



Рис. 13. Динаміка розвитку та інерційний прогноз інтегрального індексу інвестиційної сфери України

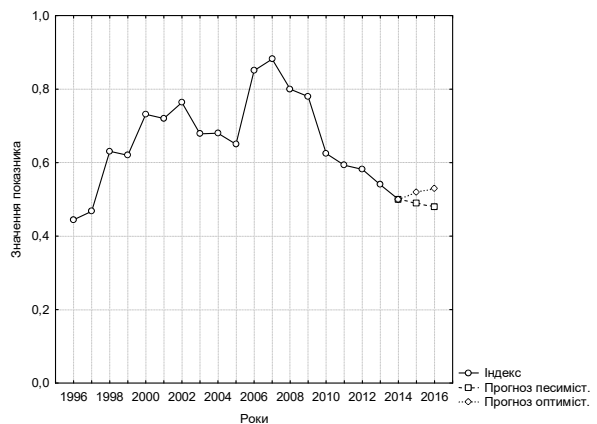


Рис. 14. Динаміка розвитку та прогноз інтегрального індексу показників інвестиційної сфери України (сценарний підхід)

1. Інерційне прогнозування показників інвестиційної сфери України з використанням моделей авторегресії для кожного показника. Послідовне обчислення прогнозних значень дає можливість отримувати прогнози на задану кількість років. На основі цих прогнозів виконано розрахунок інерційного прогнозу значень інтегрального індексу інвестиційної сфери України на 2015–2016 рр. за методикою [33], рис. 13.

На рис. 14 показано результати моделювання інвестиційної сфери на основі сценарних

моделей. Виходячи з наявних тенденцій розвитку інвестиційної сфери України, можна сформулювати оптимістичні та песимістичні варіанти розвитку процесів у цій галузі. При цьому варто зазначити, що інерційний прогноз виявився близьким до песимістичного варіанту сценарного прогнозу.

Висновки

Результатом дослідження стала розробка інформаційної технології для розв'язання задач інтегрального оцінювання та прогнозування стану економічної безпеки.

Програмне забезпечення виявляє ступінь впливу кожного показника (індикатора) на рівень інтегральних показників підсистем еко-

номічної безпеки та дозволяє визначити інтегральний показник рівня економічної безпеки в цілому.

Розроблена інформаційна технологія дає змогу особам, що ухвалюють управлінські рішення у відповідних державних установах відслідковувати і прогнозувати стан економічної безпеки держави, по галузях і через інтегральний індекс безпеки в цілому у динаміці. Зокрема забезпечується оперативне виявлення галузей з поточним або потенційно можливим низьким рівнем безпеки, визначаються показники, які є джерелом відповідних небезпечних тенденцій, і гарантується можливість виявлення ресурсів і більш раціональне їх використання, що має покращити рівень безпеки як окремої галузі, так і стану економічної безпеки в цілому.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Дацків Р.М.* Економічна безпека держави в умовах глобалізаційної конкуренції, Львів: Центр Європи, 2006, 160 с.
2. *Сухоруков А.І.* Економічна безпека України в умовах сучасних геоекономічних змін, Стратегічна панорама, 2007, № 2, с. 31–39.
3. *Буравльов В.П., Гетьман В.В.* Динаміка розвитку системи національної безпеки України, Там же, 2006, № 3, с. 35–41.
4. *Політологія: Навч. посіб.* М.П. Гетьманчук, В.К. Грищук, Я.Б. Турчин та ін.; За ред. М.П. Гетьманчука, К.: Знання, 2010, 415 с.
5. *Резнік О.М.* Порівняльний аналіз сутності економічної безпеки України та країн Європейського Союзу, Форум права, 2015, № 4, с. 232–236, http://nbuv.gov.ua/j-df/FP_index.htm_2015_4_42.pdf
6. *Пастернак–Таранушенко Г.А.* Економічна безпека держави. Статика процесу забезпечення, Ред. Б. Кравченко, К.: Кондор, 2002, 302 с.
7. *Степашко В.С., Мельник І.М., Кваша Т.К., Волощук Р.В.* Моделі розрахунку інтегрального індексу для груп первинних економічних показників, Наук.-техн. інформація, 2005, № 2 (24), с. 8–12.
8. *Волощук Р.В.* Інтеграція засобів інформаційної підтримки управлінських рішень у сфері економічної безпеки, Моделювання та керування станом еколого-економічних систем регіону: Зб. наук. праць, 4, К.: МННЦ ІТС НАН та МОН України, 2008, с. 47–56.
9. *Кваша Т.К., Волощук Р.В.* Підходи до інтегрального оцінювання стану економічної безпеки як складної системи, Науково-технічна інформація, 2015, № 3, с. 31–41.
10. *Волощук Р.В.* Огляд підходів до інтегрального оцінювання стану економічної безпеки держави, Індуктивне моделювання складних систем: Зб. наук. праць, 4, К.: МННЦ ІТС НАН та МОН України, 2017, с. 38–50.
11. *Hu Angang, Men Honghua.* The Rising of Modern China: Comprehensive National Power and Grand Strategy, Strategy and Management, 2002, 3, N 2, p. 3–39.
12. *Зыбарев М.В.* Экономическая безопасность, Изд-во Орского гуманитарного ин-та, 2010, 259 с.
13. *Сенчагов В.К.* Экономическая безопасность России: Общий курс. Учебник, М.: Дело, 2005, 896 с.
14. *Климук В.В.* Императивы экономической безопасности государства в новых экономических условиях. Экономические тенденции, http://ej.barsu.by/index.php?view=archiv_journal&razdel=arhiv&id=2
15. *Методика* розрахунку рівня економічної безпеки України, затверджена наказом Мінекономіки України № 60 від 2.03.2007 р., me.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id.
16. *Сухоруков А.І., Харaziшвілі Ю.М.* Щодо методології комплексного оцінювання складників економічної безпеки держави, Стратегічні пріоритети, 2013, № 3, с. 5–15.
17. *Харaziшвілі Ю.М., Дронь С.В.* Адаптивний підхід до визначення стратегічних орієнтирів економічної безпеки України, Економіка України, 2014, № 5, с. 28–45.

18. *Харазішвілі Ю.М., Ляшенко В.І.* Проблеми оцінки та інтегральні індекси сталого розвитку промисловості України з позицій економічної безпеки, Там же, 2017, № 2, с. 3–23.
19. *Волощук Р.В.* Підходи до нормування економічних показників, Індуктивне моделювання складних систем: Зб. наук. праць, **1**, К.: МННЦ ІТС НАН та МОН України, 2009, с. 47–56.
20. *Степашко В.С.* Про задачу нормалізації економічних показників // Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем: Зб. наук. праць, **9**, К.: МННЦ ІТС НАН та МОН України, 2005, с. 32–36.
21. *Волощук Р.В., Степашко В.С.* Нелінійна нормалізація статистичних показників для задачі побудови інтегральних індексів, Індуктивне моделювання складних систем: Зб. наук. праць, **6**, К.: МННЦ ІТС НАН та МОН України, 2014, с. 47–54.
22. *Методологія експертного оцінювання: конспект лекцій*, Уклад. Новосад В.П., Селіверстов Р.Г., К.: Вид-во НАДУ, 2008, 48 с.
23. *Медиковський М.О., Шуневич О.Б.* Дослідження ефективності методів визначення вагових коефіцієнтів, Вісн. Хмельн. нац. ун-ту, 2011, № 5, с. 120–123.
24. *Грабовецький Б.Є.* Основи економічного прогнозування: Навчальний посібник, Вінниця: ВФ ТАНГ, 2000, 209 с.
25. *Митяков Е.С., Корнилов Д.А.* К вопросу о выборе весов при нахождении интегральных показателей экономической динамики, Труды НГТУ, Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. техн. ун-та, 2011, № 3(90), с. 289–300.
26. *Гуляк Р.Е.* Методи визначення вагових коефіцієнтів при розрахунку таксономічних показників. Сталий розвиток міст. Управління проектами і програмами міського і регіонального розвитку: Зб. наук. праць, Харків: Харк. нац. академія міськ. господ., 2012, 155 с.
27. *Волощук Р.В.* Порівняльний аналіз підходів до визначення вагових коефіцієнтів інтегральних індексів стану складних систем, Індуктивне моделювання складних систем, **5**, К.: МННЦ ІТС НАН та МОН України, 2013, с. 151–165.
28. *Єріна А.М.* Статистичне моделювання та прогнозування, К.: Вид-во КНЕУ, 2001, с. 149–150.
29. *Офіційний сайт Microsoft Corp.:* <https://www.microsoft.com/uk-ua>
30. <http://statsoft.ru/products/integration/statistica-excel.php>
31. *Волощук Р.В.* Інтеграція засобів інформаційної підтримки управлінських рішень у сфері економічної безпеки, Моделювання та керування станом еколого-економічних систем регіону: Зб. наук. праць, **4**, К.: МННЦ ІТС НАН та МОН України, 2008, с. 47–56.
32. *Волощук Р.В., Степашко В.С.* Методика чисельного аналізу залежності інтегрального індексу від зміни значень первинних показників, Індуктивне моделювання складних систем: Зб. наук. праць, К.: МННЦ ІТС НАН та МОН України, 2011, **3**, с. 33–40.
33. *Волощук Р.В., Степашко В.С.* Підходи до прогнозування інтегрального індексу стану інвестиційної сфери України // Там же, **2**, К.: МННЦ ІТС НАН та МОН України, 2010, с. 32–38.

Поступила 17.10.2018

REFERENCES

1. Datskiv, R.M., 2006. *Economic security of the state in the conditions of globalization competition*. Lviv : Tsentr Evropy, 160 p. (In Ukrainian).
2. Sukhorukov, A.I., 2007. “Economic security of Ukraine in the conditions of modern geoeconomic changes”. *Stratehichna panorama*, 2, pp. 31–39. (In Ukrainian).
3. Buravlov, V.P., Getman, V.V., 2006. “Dynamics of development of the national security system of Ukraine”. *Stratehichna panorama*, 3, pp. 35–41. (In Ukrainian).
4. Hetmanchuk, M.P., Hrishchuk, V.K., Turchyn, Ya.B., 2010. *Politolohiia*: Navch. posib. Kyiv : Znannya, 415 p. (In Ukrainian).
5. Rieznik, O.M., 2015. Forum prava. [Forum of law], 4, pp. 232–236, [online] Available at: <http://nbuv.gov.ua/j-pdf/FP_index.htm_2015_4_42.pdf> [Accessed 10 Oct. 2016]. (In Ukrainian).
6. Pasternak-Taranushenko, H.A., 2002. *Ekonomichna bezpeka derzhavy. Statyka protsesu zabezpechennia*. [Economic security of the state. Static of the process of provision]. Kyiv, 302 p. (In Ukrainian).
7. Stepashko, V.S., Melnyk, I.M., Kvasha, T.K., Voloshchuk, R.V., 2005. “Naukovo-tekhnichna informatsiia”. [Scientific and technical information], 2, pp. 8–12. (In Ukrainian).
8. Voloshchuk, R.V., 2008. “Integration of information support of managerial decisions in the field of economic security”. *Zb. nauk. prats. Modeliuvannia ta keruvannia stanom ekolooho-ekonomichnykh system regionu*. [Modeling and controlling the state of the ecological-economic systems of the region. Collection of scientific works], 4, pp. 47–56. (In Ukrainian).

9. Kvasha, T.K., Voloshchuk, R.V., 2015. "Approaches to the integrated assessment of the state of economic security as a complex system". *Naukovo-tekhnichna informatsiia*. [Scientific and technical information], 3, pp. 31–41. (In Ukrainian).
10. Voloshchuk, R.V., 2017. "An overview of approaches to the integrated assessment of the state of economic security of the state". *Zb. nauk. prats. Induktyvne modeliuвання skladnykh system*. [Inductive modeling of complex systems], 4, pp. 38–50. (In Ukrainian).
11. Hu, Angang, Men, Honghua., 2002. "The Rising of Modern China: Comprehensive National Power and Grand Strategy". *Strategy and Management*. [Strategy and Management], 3 (2), pp. 3–39.
12. Zybarev m, V., 2010. "Economic security". *Publishing house of the Orsk humanitarian institute*, pp. 259. (In Russian).
13. Senchagov, V.K., 2005. *Ekonomicheskaya bezopasnost Rossii: Obshchii kurs*. Uchebnik. [Economic Security of Russia: A General Course.], Moscow: Delo, 896 p. (In Russian).
14. Klimuk, V.V. Ekonomicheskie tendentsii: Retsenziruemyi setevoi nauchnyi zhurnal. [Economic Trends: Reviewable Network Science Magazine], [online] Available at: <http://ej.barsu.by/index.php?view=archiv_journal&razdel=arhiv&id=2> [Accessed 10 Oct. 2016]. (In Russian).
15. Metodyka rozrakhunku rivnia ekonomichnoi bezpeky Ukrainy, zatverdzhena nakazom Minekonomiky Ukrainy [Methodology for calculating the level of economic security of Ukraine, approved by the order of the Ministry of Economy of Ukraine] № 60 vid 2.03.2007, [online] Available at: <http://me.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id> [Accessed 10 Oct. 2016]. (In Ukrainian).
16. Sukhorukov, A.I., Kharazishvili, Yu.M., 2013. "Regarding the methodology of integrated assessment of the components of economic security of the state". *Stratehichni prioriteti*. [Strategic priorities], 3, pp. 5–15. (In Ukrainian).
17. Kharazishvili, Yu.M., Dron, E.V., 2014. "Regarding the methodology of integrated assessment of the components of economic security of the state". *Ekonomika Ukrainy*, 5, pp. 28–45. (In Ukrainian).
18. Kharazishvili, Yu.M., Liashenko, V.I., 2017. "Harazishvili Yu.M., Lyashenko V.I. Problems of estimation and integral indices of sustainable development of Ukraine's industry from the standpoint of economic security". *Ekonomika Ukrainy*. [Ukraine economy], 2, pp. 3–23. (In Ukrainian).
19. Voloshchuk, R.V., 2009. "Approaches to the normalization of economic indicators // Inductive modeling of complex systems". *Zb. nauk. pr. Induktyvne modeliuвання skladnykh sistem*. [Inductive modeling of complex systems], 1, pp. 47–56. (In Ukrainian)
20. Stepashko, V.S., 2005. "On the task of normalization of economic indicators". *Zb. nauk. prats. Ekonomiko-matematychne modeliuвання sotsialno-ekonomichnykh system*. [Economic-mathematical modeling of socio-economic systems], 9, pp. 32–36. (In Ukrainian).
21. Voloshchuk, R.V., Stepashko, V.S., 2014. "Nonlinear normalization of statistical indicators for the problem of constructing integral indexes". *Zb. nauk. pr. Induktyvne modeliuвання skladnykh system*. [Inductive modeling of complex systems], 6, pp. 47–54. (In Ukrainian).
22. Novosad, V.P., Seliverstov, R.G., 2008. *Metodolohiia ekspertnoho otsiniuvannya: konspekt leksi*. [Methodology of expert evaluation: summary of lectures], Kyiv, 48 p. (In Ukrainian).
23. Medikovskiy, M.O., Shunevich, O.B., 2011. "Investigation of the effectiveness of methods for determining weight coefficients". *Visnik Khmelnytskoho natsionalnoho universitetu*. [Bulletin of the Khmelnytsky National University], 5, pp. 120–123. (In Ukrainian).
24. Grabovetskyi, B.E., 2000. *Osnovy ekonomichnoho prohnozuvannya*. Navchalnyi posibnik. [Fundamentals of Economic Forecasting: A Manual], Vinnytsia, 209 p. (In Ukrainian).
25. Mitiakov, E.S., Kornilov, D.A., 2012. "On the choice of weights when finding integral indicators of economic dynamics". *Trudy NGTU. N. Novgorod*. [Proceedings of the NSTU], 3(90), pp. 289–300.
26. Huliak, R.E., 2012. "Methods of determining weight coefficients in calculating taxonomic indices". *Zb. nauk. pr. Stalyi rozvytok mist. Upravlinnia proektamy i prohramamy miskoho i rehionalnoho rozvytku*. [Sustainable urban development. Management of projects and programs of urban and regional development]. Kharkiv, 155 p. (In Ukrainian).
27. Voloshchuk, R.V., 2013. "A comparative analysis of the approaches to determining the weight coefficients of the integral indexes of the state of complex systems". *Induktyvne modeliuвання skladnykh system*. [Inductive modeling of complex systems], 5, Kyiv, pp. 151–165. (In Ukrainian).
28. Erina, A.M., 2001. *Statystychne modeliuвання ta prohnozuvannya*. [Statistical simulation and forecasting]. Kyiv, 150 p. (In Ukrainian).
29. Ofitsiyniy sait Microsoft Corp, [online] Available at: <<https://www.microsoft.com/uk-ua>> [Accessed 15 Oct. 2016]. (In Ukrainian).
30. Statsoft, [online] Available at: <<http://statsoft.ru/products/integration/statistica-excel.php>> [Accessed 15 Oct. 2016]. (In Ukrainian).
31. Voloshchuk, R.V., 2008. "Integration of information support of managerial decisions in the field of economic security". *Zb. nauk. prats. Modeliuвання ta keruvannya stanom ekolooho-ekonomichnykh system rehionu*. [Modeling and controlling the state of the ecological-economic systems of the region]. Kyiv, 4, pp.: 47–56.

32. Voloshchuk, R.V., Stepashko, V.S., 2011. "The method of numerical analysis of the dependence of the integral index on the change in the values of the primary indicators". *Zb. nauk. pr. Induktyvne modeliuвання skladnykh system. [Inductive modeling of complex systems]*. Kyiv, 3, pp. 33–40. (In Ukrainian).
33. Voloshchuk, R.V., Stepashko, V.S., 2010. "Approaches to the forecasting of the integral index of the state of the investment sphere of Ukraine". *Zb. nauk. pr. Induktyvne modeliuвання skladnykh system. [Inductive modeling of complex systems]*. Kyiv, 2, pp. 32–38. (In Ukrainian).

Received 17.10.2018

R.V. Voloshchuk, Research Associate, International Research and Training Center for Information echnologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Glushkov ave., 40, Kyiv, 03187, Ukraine, volrom@bigmir.net

CONSTRUCTION OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR SOLVING THE INTEGRATED EVALUATION PROBLEMS AND FORECASTING THE STATE OF ECONOMIC SECURITY

Introduction. The state bodies are constantly solving the problems of the economic security. However, in modern conditions, we should create a system that would be able to provide and maintain the necessary level of security. In this case, the primary task is to create the means for an objective assessment of the economic security level.

Purpose of the article is to design information technology for quantitative assessment and forecasting the integral indicators of the economic security using the available statistical data to effectively solving the problems of the sound management decisions.

Methods: normalization of statistical indicators - piecewise linear and nonlinear; calculation of weights - based on pairwise comparisons, ranking method, direct assessment method, adaptive assessment method, CIM. For implementation the system Microsoft Excel and StatSoft Statistica software products are used.

Results. Information technology are developed to solve the problems of integrated assessment and forecasting the state of the economic security. The created technology are applied on the example of the investment security area. It is found that the greatest improvement in the state of the integral index is possible through the indicators "Depreciation of fixed assets" and "The share of foreign direct investment in total".

Conclusion. The developed information technology allows individuals to make management decisions in relevant government agencies (government, ministries, and departments) to monitor and predict the level of the state economic security, by industry and through the integral security index as a whole. In particular, the rapid identification of industries with a current or potential possible low level of security is provided, indicators that are the source of relevant dangerous trends are identified, and the possibility of the resources identification and their more rational use is provided, which should ensure an improvement in the level of safety of both the individual industry and security in general.

Keywords: *information technology, complex system, integral index, indicator weights, investment security.*

P.B. Волощук, мл. науч. сотр., отдел информационных технологий индуктивного моделирования, Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН Украины и МОН Украины, просп. Глушкова, 40, Киев 03187, Украина, volrom@bigmir.net

КОНСТРУИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Введение. В деятельности государственных органов проблемы экономической безопасности решаются постоянно. Однако в современных условиях речь должна идти о формировании системы, которая была бы способна обеспечить и поддерживать необходимый уровень безопасности. При этом первоочередная задача заключается в конструировании средств объективного оценивания уровня экономической безопасности.

Цель статьи. Конструирование информационной технологии количественного оценивания и прогнозирования интегральных показателей состояния экономической безопасности государства по имеющимся статистическим данным для эффективного решения задач поддержки принятия обоснованных управленческих решений в этой сфере.

Методы. Нормализации статистических показателей — кусочно-линейная и нелинейная; расчета весовых коэффициентов — на основе парных сравнений методами ранжирования, непосредственной оценки, адаптивной оценки, МГК. Для реализации системы использованы программные продукты *Microsoft Excel* и *StatSoft Statistica*.

Результаты. Разработана информационная технология для решения задач интегральной оценки и прогнозирования состояния экономической безопасности. Разработанная технология применена при расчете интегральной оценки инвестиционной безопасности. Установлено, что наибольшее улучшение состояния интегрального индекса возможно в показателях «Степени износа основных фондов» и в «Доле прямых иностранных инвестиций в общем объеме».

Выводы. Разработанная информационная технология позволяет лицам, принимающим управленческие решения в соответствующих государственных учреждениях отслеживать и прогнозировать состояние экономической безопасности государства, по отраслям и через интегральный индекс безопасности в динамике в целом. В частности обеспечивается оперативное выявление отраслей с текущим или потенциальным возможным низким уровнем безопасности, определяются показатели, которые являются источником соответствующих опасных тенденций, и обеспечивается возможность выявления ресурсов и более рациональное их использование, что должно обеспечить улучшение уровня безопасности как отдельной отрасли, так и состояния экономической безопасности в целом.

Ключевые слова: *информационные технологии, сложная система, интегральный индекс, веса показателей, инвестиционная безопасность.*