

У роботі надано теоретико-практичне обґрунтування і приклади використання корпоративної екологічної системи (КЕС) як базової моделі для прийняття управлінського рішення в екологічному моніторингу з метою підвищення ефективності системи екологічної безпеки, забезпечення допустимого ризику здоров'ю населення

Ключові слова: корпоративна система, екологічна безпека, моніторинг, термодинамічний підхід, управлінське рішення, оцінка ризику

В работе представлено теоретико-практическое обоснование применения корпоративной экологической системы (КЭС) как базовой модели для принятия управленческого решения в экологическом мониторинге с целью повышения эффективности системы экологической безопасности, обеспечения допустимого риска здоровью населения

Ключевые слова: корпоративная система, экологическая безопасность, мониторинг, термодинамический подход, управленческое решение, оценка риска

The theoretical practical grounds and application of corporate ecological system (CES) as base model for acceptance of the administrative decision in system of ecological monitoring with the purpose of increasing ecological security (environmental safety) system effectiveness, preservation of an equilibrium condition of compound CES systems, guaranteeing of permissible risk population health state are shown in the article

Key words: corporate system, ecological security, monitoring, the thermodynamic approach, the administrative decision, estimated risk

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ КОРПОРАТИВНОЇ СИСТЕМИ І ОЦІНКА РИЗИКУ ЗДОРОВ'Ю НАСЕЛЕННЯ

Т. В. Козуля

Кандидат географічних наук, доцент
Кафедра комп'ютерного моніторингу і логістики
Національний технічний університет «ХПІ»
вул. Фрунзе, 2., м. Харків, 61002

М. Г. Щербань

Доктор медичних наук, професор
Медичний національний університет
пр. Леніна, 4, м. Харків, 61022

1. Актуальність дослідження і постановка проблеми

Суттєвим недоліком існуючих підходів стосовно корпоративного управління екологічною безпекою можна вважати методологію оцінки екологічності, спрямованої на контроль дотримання нормативів, яка передбачає збір інформації на базі систем екологічного моніторингу, аналіз, порівняння наслідків діяльності корпорації з нормативними значеннями, оцінку характеристик життєвого циклу продукції.

Для уникнення вищезазначених недоліків *формування корпоративної системи управління* екологічною безпекою для еколого-соціально-економічної системи пропонується, по-перше, корпорація трьох систем як єдиної системи – *корпоративної екологічної системи* (КЕС); по-друге, розробка для такої системи спеціальної *корпоративної системи еколо-*

гічного управління (КЕСУ) на засадах нової теорії корпоративного підходу щодо оцінки стану КЕС будь-якого рівня; по-третє, впровадження і розвиток корпоративної інформаційної системи моніторингу як інформаційної бази для оцінки ризику здоров'ю населення.

Проблема досліджень полягає в необхідності формування нового підходу щодо узгодження різномірних наукових знань, їх поєднання на єдиній теоретичній платформі для створення умов впровадження екологічної пріоритетності і доцільності локальних управлінських рішень з метою досягнення гармонізації взаємодії трьох систем – економічної, соціальної і екологічної. Головним напрямком роботи є визначення цілісної корпоративної системи, яка б і була основним об'єктом екологічного управління і базою у дослідженнях взаємовідносин «людина – навколишнє середовище».

Мета та завдання дослідження полягає у впровадженні теоретичних основ концепції корпоративної екологічної системи, нового корпоративного підходу для розв'язання задач управління екологічною безпекою.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- 1) встановити систему вимірювань (кількісної характеристики) стану КЕС в умовах невизначеності параметрів об'єктів навколишнього середовища;
- 2) визначити переваги застосування корпоративного підходу для системи екологічного нормування в умовах КЕС і еколого-гігієнічної оцінки ризику здоров'ю населення.

Методи дослідження: теорія корпоративних систем і корпоративного управління – аналіз вітчизняного і закордонного досвіду; методи системного аналізу, теорія самоорганізуючих систем (синергетика), комплексна система вимірювання, яка поєднує методи термодинамічного аналізу, теорію інформації і принципи єдності інформаційного простору корпоративних утворень; теорія статистичної оцінки параметрів і функціональний аналіз, ризик-аналіз.

2. Характеристика розв'язання задачі та отриманих результатів

Загалом проблематика впровадження корпоративного підходу і доцільність концепції КЕС для реалізації екологічного управління визначається складністю взаємозв'язків між трьома складними системами – екологічною, економічною та соціальною (рис. 1).

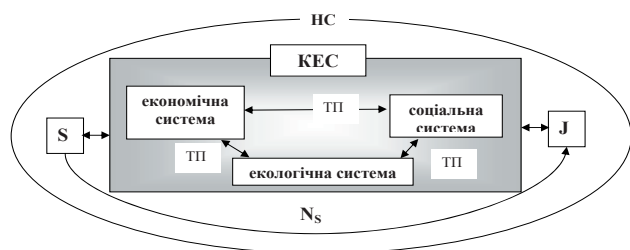


Рис. 1. Інформаційно-ентропійна структура корпоративної екологічної системи: КЕС – корпоративна екологічна система; ТП – термодинамічний потік; S – ентропія; J – інформація; NS – негентропія

Концепція корпоративної екологічної системи (КЕС) – інформаційно-екологічна система одержання інформації і знань (теорії) на основі інформаційно-усвідомлених даних системи екологічного моніторингу з метою підтримки екологічної безпеки навколишнього середовища.

У системі екологічного моніторингу надана концепція корпоративної екологічної системи (КЕС), яка розглядає корпоративний взаємозв'язок між трьома складовими макросистемами, їх незалежний розвиток, що дозволяє визначити стан як кожної підсистеми, так і системи в цілому. Безризиковий стійкий стан КЕС і підсистем запропоновано оцінювати з використанням основ термодинаміки й синергетики [1, 2]. Екологічний ризик, враховуючи термодинамічну структуру екосистем, при наявності порушень у ній,

обумовлений зростанням ентропії; у стійкому стані зміна ентропії зводиться до мінімуму.

Залежно від *ентропії* або *інформативності* у кожній з підсистем КЕС визначається оцінка управлінського рішення відповідно до стану КЕС у цілому, тобто параметром або критерієм результату дії буде ентропія стану КЕС. Реалізація даного рішення в межах деякого тимчасового інтервалу $[t_0, T]$ може призвести до цілого ряду взаємовиключних наслідків, враховуючи термодинамічний потоковий зв'язок між складовими підсистемами в межах КЕС локального рівня. Критерієм оптимальності функціонування такої системи є збереження термодинамічної рівноваги, тобто $\Delta S \rightarrow \min \rightarrow 0$ або стан $S = \max$ відносно інших станів. У цілому стан КЕС як макросистеми буде визначатися макростаном її складових. Поряд з реалізацією різних мікростанів підсистем КЕС встановлюються й різні макроскопічні їх стани. Певний стан системи пов'язаний з імовірністю реалізації одного з можливих рівнів E_n енергії, якому буде відповідати якась статистична вага Ω_n . Якщо вбачати, що внутрішня енергія системи з ентропією S_n близька до значення E_n , то

$$\Omega_n = e^{(E_n - A)/kT},$$

де A – вільна енергія; k – постійна Больцмана; T – температура.

Імовірність одного з макростанів корпоративної системи за умови, що всі Ω_n макростани системи з енергією E_n рівномірні, дорівнює $P_n = 1/\Omega_n$. Для КЕС з погляду статистичної термодинаміки визначається стан через параметри

$$S_{КЕС} = S_{ПЕС} + S_{СС} + S_{ЕС}, \quad \Omega = \Omega_{ПЕС} \times \Omega_{СС} \times \Omega_{ЕС},$$

де $S_{ПЕС}, S_{СС}, S_{ЕС}$ – простір існування природної екологічної системи, соціальної і економічної систем відповідно; $\Omega_{ПЕС}, \Omega_{СС}, \Omega_{ЕС}$ – статистична вага реалізації макростану підсистем КЕС.

Загальний стан КЕС характеризується значенням

$$S(t) = \int_{dV} S_{dV}^{(p,e,s)}(x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)) dV \quad (1)$$

де $S^{(p,e,s)}$ – ентропія стану природної екологічної, економічної й соціальної системи відповідно; dV – характеристика розміру макросистем.

Щоб система не виходила за межі стаціонарного процесу, а управляючий вплив не спричиняв виробництва ентропії, порушення екологічної безпеки необхідне виконання умови для КЕС $dS_n/dt = P(t) \rightarrow \min$. Визначення в умовах концепції КЕС ідентифікаційного параметра рівноважного стану і відповідності вимогам екологічності і гармонії в системі «людина – природа (навколишнє середовище)» запропоновано проводити відповідно алгоритму, наданого на рис. 2.

У разі перебігу необоротних процесів у складових корпоративної системи, які є фізико-хімічними системами, зміна ентропії визначається як $\Delta S_{dV} \geq 0$, що відповідає інтенсивності виробництва ентропії в КЕС:

$$\sigma(t) = \frac{dS_{dV}}{dt} \geq 0 \text{ при } t \rightarrow 0 \quad (2)$$

Ця величина пов'язана з імовірністю реалізації нового стану КЕС зі змінами, що відбуваються у часі, тобто з величиною виробництва ентропії макросистемою:

$$P(t) = \frac{dS_{dv}}{dt} = \int_v \sigma(x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)) dv \quad (3)$$

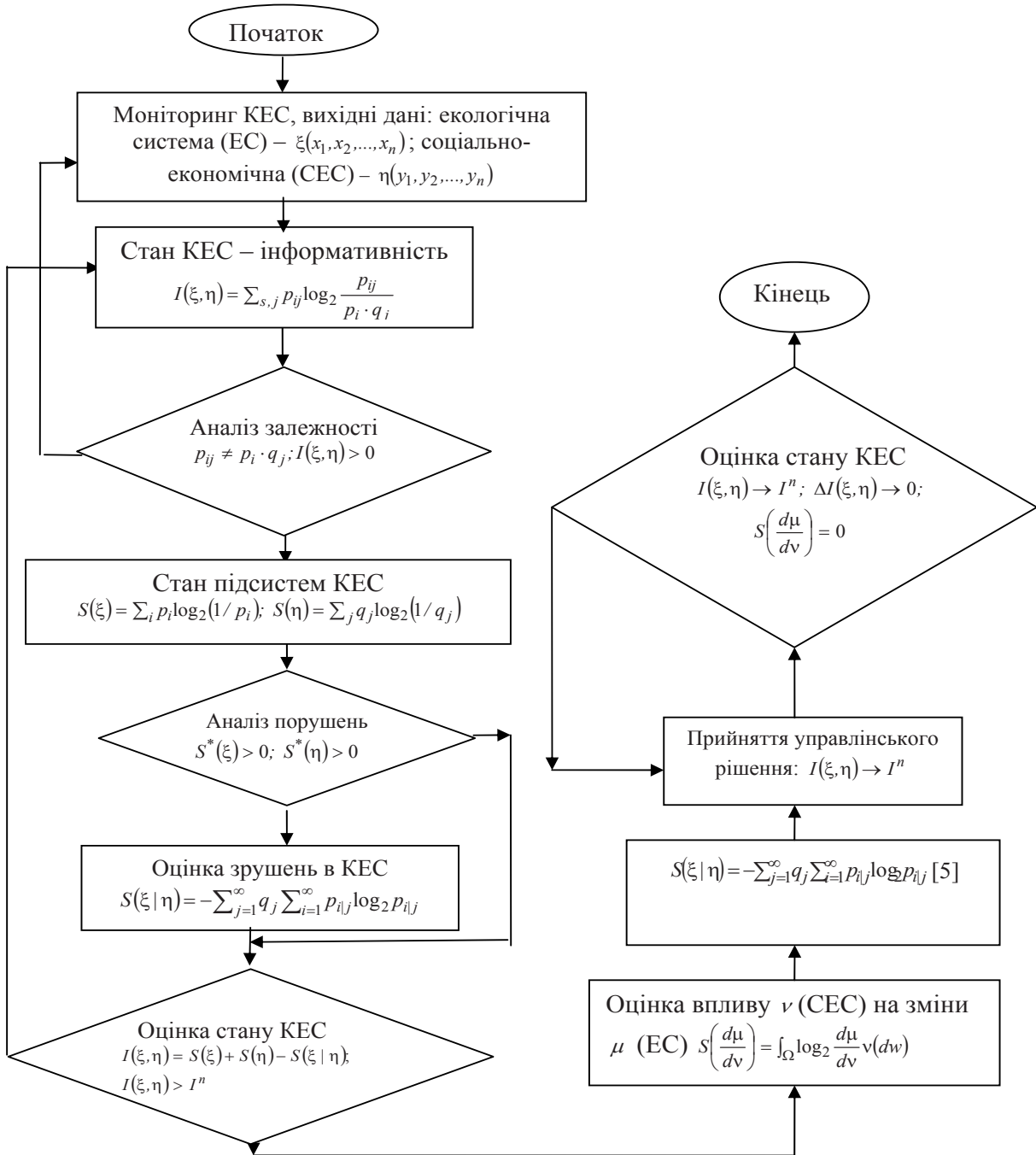


Рис. 2. Схема алгоритму оцінки стану КЕС на основі ентропійного підходу і компаратора К:

- ξ – випадкова величина, яка набуває значення (x_1, x_2, \dots, x_n) з ймовірністю (p_1, p_2, \dots, p_n) ;
- η – випадкова величина, яка набуває значення (y_1, y_2, \dots, y_m) з ймовірністю (q_1, q_2, \dots, q_m) ;
- p_{ij} – ймовірність сполучення подій $\xi = x_i; \eta = y_j$; S – ентропія стану систем; μ – зрушення екологічні від мір ν антропогенних (відповідно до Радона-Никодима) ($S_1 w = w(t + \tau)$);
- I^n – початковий рівноважний стан; * – визначення S за умови $I^n = 0$

Реалізація наданого корпоративного підходу розглянута при розв'язанні задачі визначення порушень еколо-

гічної безпеки за моніторингом Дергачівського полігону відходів та якості водних об'єктів за такою схемою:

$$X = \frac{x_i}{ГДК}$$

$$\sigma(X) := \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{\text{length}(X)-1} (X_i - \text{mean}(X))^2}{\text{length}(X) - 1}}$$

$$F(X, i) := \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma(X)}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2 \cdot (\sigma(X))^2} \cdot (X_i - 1)^2\right]$$

імовірність стану, впливу:

$$P(X, x1, x2) := \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma(X)}} \cdot \left[\frac{-1}{2} \cdot \text{erf}\left[\frac{1}{2} \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{(-x2 + \text{min}(X))}{\sigma(X)}\right] \cdot \frac{\pi^1}{2} \cdot \sqrt{2} \cdot \sigma(X) + \frac{1}{2} \cdot \text{erf}\left[\frac{1}{2} \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{(-x1 + \text{min}(X))}{\sigma(X)}\right] \cdot \frac{\pi^1}{2} \cdot \sqrt{2} \cdot \sigma(X) \right]$$

$$PP(X, x1, x2) := \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma(X)}} \cdot \left[\frac{-1}{2} \cdot \text{erf}\left[\frac{1}{2} \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{(-x2 + 1)}{\sigma(X)}\right] \cdot \frac{\pi^1}{2} \cdot \sqrt{2} \cdot \sigma(X) + \frac{1}{2} \cdot \text{erf}\left[\frac{1}{2} \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{(-x1 + 1)}{\sigma(X)}\right] \cdot \frac{\pi^1}{2} \cdot \sqrt{2} \cdot \sigma(X) \right]$$

Ризик впливу як інформаційна ентропія і ентропія впливу, якщо ІЗ не перевищує x2=1: Risk = S; S(I) = -P(X, x1, x2) · ln[P(X, x1, x2)]; S = ln[P(X, x1, x2)]

Відповідно до індексів забруднення (ІЗ) об'єкту впливу – полігону, і поверхневих вод згідно з системою (4) розраховані у Mathcad 2001 Profession параметри екологічної небезпеки.

Досліджені об'єкти	Визначені параметри
мікробіологічні показники-В (МК)	max(M,K) = 4.3, σ(MK) = 1.048, P(MK, x1, x2) = 0.034, S = 0.362 чи Risk PP(MK, x1, x2) = 0.292, SS = 0.36 чи S(I)
органолептичні показники-В2 (L1-L6)	max(L1, L2, L3, L4, L5, L6) = 29.75, Values21 := stack(L1, L2, L3, L4, L5, L6), σ(Values21) = 4.714, P(Values, x1, x2) = 0.075, ln(P(Values, x1, x2)) = -2.596, PP(Values21, x1, x2) = 0.074, SS = 0.193
токсикологічні показники В3 (N1-N2)	max(N1, N2) = 25, Values31 := stack(N1, N2), σ(Values31) = 10.002, P(Values2, x1, x2) = 0.035 ln(P(Values2, x1, x2)) = -3.344, PP(Values21, x1, x2) = 0.074, SS = 0.193
Забруднювачі: аніони (B1), важкі метали (B2), органічні речовини (B3)	max(stack(B1, B2, B3)) = 350, Values3 := stack(B1, B2, B3), σ(Values3) = 78.022, P(Values3, x1, x2) = 4.531 × 10 ⁻³ , ln(P(Values3, x1, x2)) = -5.397, PP(Values3, x1, x2) = 4.531 × 10 ⁻³ , S1 = 0.024

Отже, найменшу ймовірність залишатися в межах норми мають токсикологічні показники води, а за умови реалізації ситуації перебільшення нормативу найбільший вплив будуть чинити органічні речовини і важкі метали, що підтверджено аналізом ситуації на звалищі відходів за умови ймовірності прояву дії за межами нормативних обмежень:

$$X := \text{Values3} \quad x1 = 0 \quad x2 := \text{max}(B1, B2, B3) \quad \text{mean}(X) = 33.985 \quad \sigma(X) = 78.022 \quad x2 = 350$$

$$PP(\text{Values3}, x1, x2) = 0.592 \quad P(\text{Values3}, x1, x2) = 0.445 \quad x2 = 350 \quad PP(\text{Values3}, x1, x2) = 0.592$$

$$S1 := -PP(\text{Values3}, x1, x2) \cdot \ln(PP(\text{Values3}, x1, x2)) \quad \ln(PP(\text{Values3}, x1, x2)) = -0.524$$

$$S1 = 0.31$$

Дослідження на корпоративному рівні кожного окремого блоку забруднювачів, вважаючи на одержані результати ймовірносно-термодинамічного аналізу, показали такі результати:

$$\begin{aligned}
 PP(B1, x1, x2) &= 0.438 & PP(B2, x1, x2) &= 4.969 \times 10^{-3} \\
 PP(B3, x1, x2) &= 3.673 \times 10^{-3} \\
 SS(B1) &:= -PP(B1, x1, x2) \cdot \ln(PP(B1, x1, x2)) & \ln(PP(B1, x1, x2)) &= -0.826 \\
 SS(B2) &:= -PP(B2, x1, x2) \cdot \ln(PP(B2, x1, x2)) & \ln(PP(B2, x1, x2)) &= -5.304 \\
 SS(B3) &:= -PP(B3, x1, x2) \cdot \ln(PP(B3, x1, x2)) & \ln(PP(B3, x1, x2)) &= -5.607
 \end{aligned}$$

за якими в межах нормованого ІЗ найбільш імовірно діють аніони, більш небезпечні органічні речовини і

важкі метали, відповідно до відносно великого значення їх ентропії передбачені можливості до трансформаційних процесів.

Таким чином, у рамках корпоративного підходу визначено ймовірність появи зовнішнього негативного фактора дії на людину, тобто конкретного чинника ризику порушення здоров'ю.

Відповідно до визначеної ситуації в рамках КЕС розв'язуються дві задачі в екологічному і еколого-гігієнічному сенсі, що стосуються оцінки ризику здоров'ю населення:

1) визначення стану об'єкту дослідження, імовірності порушень, ризику дестабілізуючих процесів, що підтверджується значеннями ентропії;

2) формування нормативів як розрахункових величин на базі мінімізації впливу і за даними ефектів дії на організм дестабілізуючих факторів (рис. 3).



Рис. 3. Задачі ризик-аналізу з реалізацією концепції КЕС

Послідовність визначення інтегральної оцінки ризику представимо у вигляді алгоритму ризиків (рис. 4) з такими вихідними показниками локальних ризиків екологічний ризик і показники соціального ризику – людські втрати, зміна рівня здоров'я населення, і значення нормативного показника ГДК хімічного фактору за умови мінімального ризику здоров'ю.

3. Перспективи подальших робіт

Таким чином, запровадження корпоративного підходу в систему екологічного моніторингу дозволило визначити основні напрямки досліджень з метою

встановлення однозначної оцінки стану складових КЕС, а тим самим визначитися у можливостях обґрунтування зваженого управлінського рішення з ціллю збереження гармонійного і рівноважного розвитку усіх систем – природної екологічної, соціальної і економічної. Застосування основ теорії ризику дозволяє узгодити попередні дослідження щодо визначення стану КЕС через термодинамічні функції з оцінкою стану систем завдяки ризику екологічної безпеки і надати інформацію щодо наявності безпеки здоров'ю населення завдяки оцінці ризику здоров'ю. Такий напрямок досліджень відкриває нові погляди на сучасні позиції нормування в сфері екології, гігієни і санітарії на основі ризик аналізу.

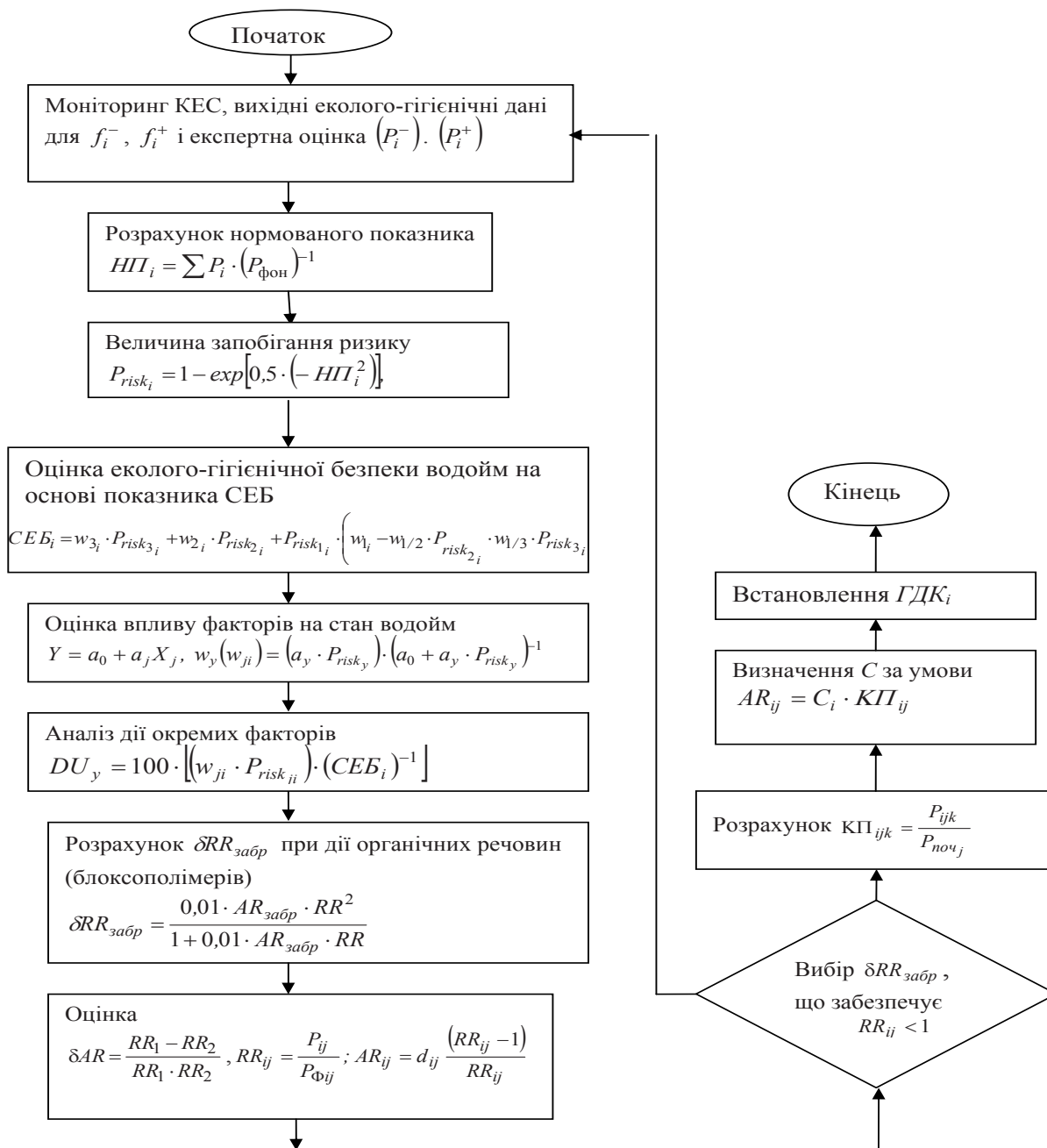


Рис. 4. Алгоритм розрахунку еколого-гігієнічного ризику здоров'ю і допустимого значення хімічного фактору за умови мінімальної оцінки ризику здоров'ю

4. Висновки

Застосування корпоративного підходу на основі імовірно-термодинамічного аналізу стану складових і загалом дослідженої корпоративної екологічної системи дозволило:

- 1) визначити комплексну систему імовірно-термодинамічного оцінювання екологічного стану джерела і об'єкта впливу як єдину корпоративну систему (рис. 1);
- 2) показати доцільність реалізації запропонованого корпоративного підходу на прикладі аналізу стану екологічно-небезпечної території при визначенні то-

чок екологічної небезпеки і забезпечення оцінки ризику здоров'ю населення (рис. 2-4).

Література

1. Козуля Т. В. Методологічні аспекти математичного моделювання процесів у корпоративній екологічній системі / Т. В. Козуля // Бионика интеллекта. – Харьков: ХНУРЕ, 2005. – № 2(63). – С. 124–129.
2. Козуля Т. В. Теоретичні аспекти створення корпоративної системи екологічного управління /Т. В. Козуля // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2005. – № 2(10). – С 193-197.