

Н.В. ШАРОНОВА, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП»;
М.М. КОЗУЛЯ, магістр, НТУ «ХП»

МОДЕЛЮВАННЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ ТА КОМПЛЕКСНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ДОВКІЛЛЯ

У статті розглянуто новий науково-практичний підхід до екологічної оцінки стану техногенно-навантажених територіальних комплексів, що становлять соціо-еколого-економічні системи, якість яких має визначатися відповідністю екологічним принципам сталого розвитку. Теоретично обґрунтовується впровадження методу компараторної ідентифікації природно-техногенних об'єктів та систем для екологічної оцінки якості довкілля.

Ключові слова: системний об'єкт, соціо-еколого-економічна система, екологічна оцінка якості, компараторна ідентифікація.

Вступ. У науковій літературі достатньо повно представлено теоретичні та методичні розробки щодо ідентифікації складних систем для прийняття ефективних управлінських рішень з метою гармонізації взаємодії системи «природа – суспільство». Усю різноманітність аналізованих систем відповідно до концепції сталого розвитку загалом прийнято надавати у вигляді триєдиного соціо-еколого-економічного комплексу. Він гармонійно відображує ієрархічну структуру навколишнього середовища (НС), яка складається з взаємопов'язаних природних, або фізико-біологічних, соціальних і технічних систем [1].

Управління якістю НС пов'язано з системою екологічної безпеки, що спрямована на зменшення навантаження на природні об'єкти і збереження їх властивостей до самоорганізації, самопідтримки (принцип обережного втручання) [2]. Такий підхід зважає на гармонізацію екологічних систем і процесів у них самих. Саме з таких позицій у роботі поставлені питання розробки методичних положень з визначення комплексної оцінки якості навколишнього середовища. Таким чином, актуальним і необхідним стає пошук нових теоретичних і практичних методів математичного розв'язання екологічних задач в сучасних умовах інноваційного розвитку науково-технічного прогресу і збільшення навантаження на НС.

© Н.В. Шаронова, М.М. Козуля. 2014

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розробка і впровадження нових математичних підходів з визначення оптимальної моделі складних природно-техногенних систем [3, 4, 5] і надання комплексної оцінки екологічності об'єктів НС для прийняття управлінського рішення. У ході теоретичного аналізу інформації щодо досягнення мети поставлені і розв'язані такі задачі:

1) визначення екологічності систем як міри відповідності їх стану і процесів природному гомеостазу для встановлення умов регулювання якості навколишнього природного середовища (НПС);

2) запровадження методу компараторної ідентифікації як функції відношення між характеристиками стану різнорідних систем об'єкта дослідження і визначення факторів екологічного регулювання.

Дослідження питання і наукові результати. Для встановлення об'єктивної комплексної оцінки екологічності систем (КЕС) запропоновано запровадити структурну і параметричну ідентифікацію рівноваги систем і необоротних процесів, визначених самоорганізацією об'єкта [5].

На основі характеристик стану систем і процесів (P – імовірність, S – міра упорядкування і параметр стану x) запропоновано перейти від результатів аналізу статистичних спостережень до характеристики процесів, які дозволяють утримати систему в стані рівноваги ($\Delta S \rightarrow 0$) чи зменшити негативні впливи між системами за рахунок трансформаційних перетворень ($S \rightarrow \max$), або фіксувати дестабілізацію в об'єкті ($\Delta S \rightarrow \max$).

Загальний підхід у визначенні екологічності чи рівня екологічної безпеки системного об'єкта дослідження передбачає таку послідовність розв'язку задачі екологічної якості:

$$S_0 \xrightarrow{S_w} < S_1 \xrightarrow{q(x,t)} S_1^1 \xrightarrow{A_w} < S_2 \xrightarrow{D_w \rightarrow H'_w} S_{\max} (\Delta S \rightarrow 0), \quad (1)$$

де S_w – стохастичний оператор при дії природних впливів, зовнішнього регулювання в межах природоохоронних заходів;

$q(x,t)$ – зв'язок між системами, речовинно-енергетичний потік;

A_w – оператор переходу стохастичних функцій у детерміновані, який визначає перехід системи у новий стаціонарний стан у результаті самоорганізації;

D_w – детермінований оператор, який відповідає за функцію виходу, що приводить об'єкт у рівноважний екологічний стан за умови стабілі-

зації зовнішнього і внутрішнього гомеостазу – оператор H_w схеми «вхід–вихід», який для системного утворення визначається досягненням максимального ентропійного стану S_{\max} і відсутністю дестабілізуючих явищ ($\Delta S \rightarrow 0$).

Застосування імовірнісних характеристик дозволяє надати комплексну оцінку якості стану і процесів усіх складових досліджених природно-техногенних систем, встановити процеси стабілізації і дестабілізації в аналізованих об'єктах НС, які впливають на обчислення ризику здоров'ю.

Для комплексної оцінки екологічності територіально-об'єктових систем компараторна ідентифікація більш об'єктивна і достовірна ніж експертне оцінювання в балах: вона надає кількісне значення у двох параметрах – 0 і 1, що дозволяє поєднати за параметром ΔS зміни у стані систем і об'єкта й імовірності P порушення зв'язків у середовищі [4, 7, 8]. Компараторна ідентифікація для територіально-об'єктових систем пов'язана з оцінкою оператора P_M (структурна ідентифікація) і значення A_M (параметрична ідентифікація), які, відповідно до умов:

$$P(x_s) > (\geq) P(x_1), x_s, x_i \in X, s = \overline{2, n}, s \neq 1, \\ P(x_2) < (\leq) P(x_1), P(x_3) < (\leq) P(x_1)$$

описують реальні фізичні, фізіологічні, біохімічні процеси за функцією S , порушення екологічності у системах через негативну дію [5].

При вивченні територіально-об'єктових екосистем поряд із варіантами поведінки $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ для $x_i \in X, i = \overline{1, n}$ розглядаються поодинокі кількісні вимірювання для окремих систем (наприклад, при дослідженні стану екосистеми ґрунт – вимірювання фізичних параметрів і хімічного складу як індикаторів їх екологічності і відповідності гомеостазу):

$$K(x_i) = \langle k_1(x_i), k_2(x_i), \dots, k_m(x_i) \rangle. \quad (2)$$

На основі аналізу окремих характеристик систем за певних умов стану об'єкта визначають імовірнісну оцінку реалізованої структури і її відповідність вимогам екологічної безпеки, наданих у вигляді $P: X \rightarrow V$, де P – оператор моделі оцінювання, а $V = P(X)$ – модель багатofакторних оцінок альтернатив рішення ($v_i = P(x_i), i = \overline{1, n}$).

Ідея такого підходу до оцінки екологічності систем і рівня безпеки передбачає застосування *вимірювальної процедури екологічного ризику*, яка у разі виконання відповідності реалізує предикат виду

$$D_1(v_q, v_n) = \begin{cases} 1 & \text{при } v_q = v_n \\ 0 & \text{при } v_q \neq v_n \end{cases}, \quad E_1(x_q, x_n) = D_1[P(x_q), P(x_n)] \quad \forall x_q, x_n \in X, \quad (3)$$

де v_q, v_n – оцінка корисності дослідженого і природного стану, як $v_q = P(x_q)$, $v_n = P(x_n)$ з урахуванням витрат на підтримку екологічності систем.

За даними моніторингу для системного об'єкта визначають функцію

$$Y(x_i) = F(K(x_i)),$$

де $Y(x_i)$ – скалярна багатофакторна оцінка станів чи змін у складових і об'єкті, $x_i \in X$; $K(x_i) = \{k_1(x_i), k_2(x_i), \dots, k_m(x_i)\}$, $i = \overline{1, n}$ – фактори оцінювання x_i , для яких вводиться коефіцієнт ізоморфізму з метою досягнення однорідності $K(x_i) - A = \langle a_1, a_2, \dots, a_r \rangle$.

Практична реалізація методики комплексної оцінки якості НС розглянуто на прикладі дослідження відповідності екологічному стану ландшафтно-геохімічних комплексів території Зміївського району, які знаходяться під впливом промислово-енергетичного комплексу, відповідно і забруднення НС важкими металами.

Сформована модель може бути корисною при визначенні стану соціо-еколого-економічних систем і всіх можливих суттєвих змін, які пов'язані з внутрішнім простором складного об'єкта дослідження і його взаємодією з навколишнім середовищем. Ця модель також має оптимізувати прийняття управлінського рішення для підтримки гомеостазу в природно-техногенних об'єктах. Обчислення показників аналізу та оцінки екологічності досліджених об'єкті відповідно до наданої в статті методики спираються на програмну реалізацію, розроблену в Microsoft Visual Studio 2005. Підсумкові дані виводяться у вигляді звіту (рис. 1).

Наукове і практичне значення отриманих результатів.

1. Визначено доцільність введення комплексної оцінки в екологічний моніторинг щодо прийняття управлінського рішення з метою

гармонізації зв'язків між природною і соціально-економічною системами.

2. Обґрунтовано введення екологічного компаратору з метою оптимізації прийняття управлінського рішення у системі екологічного моніторингу природно-техногенних об'єктів.

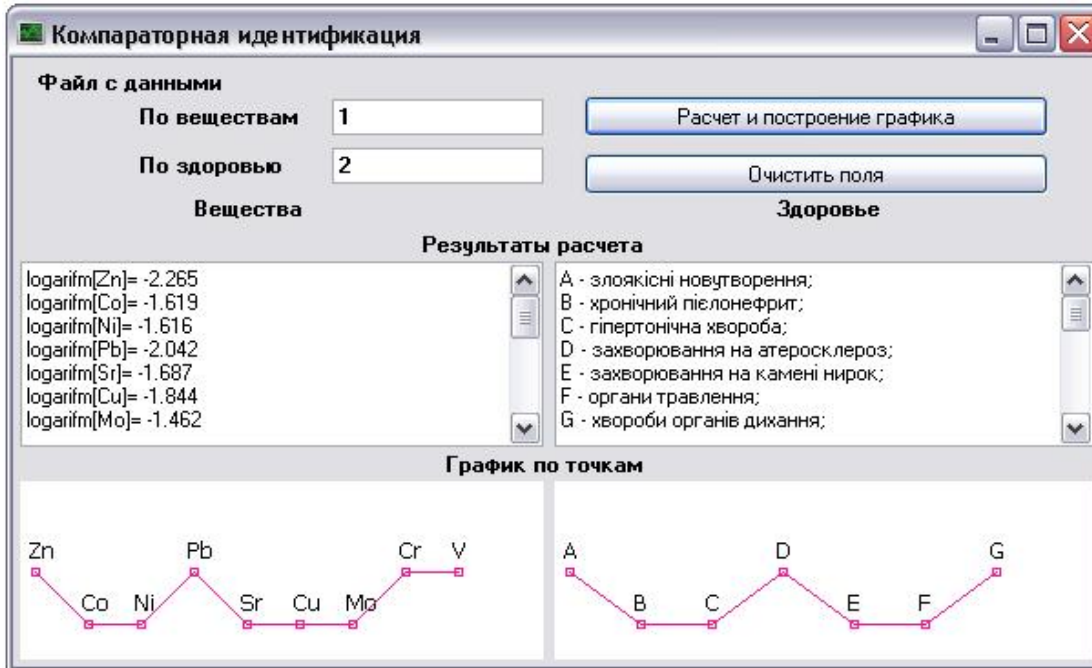


Рис. 1. Аналіз зв'язку між рівнем екологічності території і оцінкою стану здоров'я населення

Висновки та перспективи досліджень. У результаті теоретико-практичних досліджень розроблено математичне забезпечення комплексної оцінки екологічності системних об'єктів, що є інформаційною основою для прийняття ефективного управлінського рішення щодо гармонізації сталого розвитку [природна система]–[соціально – економічна · система] завдяки впровадженню наступних положень, визначених як результат даної роботи:

1) прийняття системного рівня моделей складних природно-техногенних комплексів з визначення їх відповідності екологічному стану;

2) визначення міри відповідності систем вимогам екологічності у вигляді характеристичної функції стану і процесів, що є основою прийняття рішення з регулювання якості навколишнього природного середовища;

3) запровадження методу компараторної ідентифікації для моделювання відношень між характеристиками стану різнорідних систем об'єкта дослідження і визначення факторів екологічного регулювання.

Список літератури: 1. Згуровский М.З. Глобальное моделирование процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни людей / М.З. Згуровский, А.Д. Гвишиани. – К.: Політехніка, 2008. – 331 с. 2. Екологічне управління / В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, Г.О. Білявський та ін. – К.: Либідь, 2004. – 432 с. 3. Козуля Т.В. Моделирование структуры и идентификация состояния корпоративной экологической системы (КЭС) / Т.В. Козуля, Н.В. Шаронова // Проблемы інформаційних технологій. – 2007. – № 01 (001). – С. 178–187. 4. Sharonova N.V. Entropy as Substratum of identifying the Corporative Ecological system (CES) condition / N.V. Sharonova, T.V. Kozulia // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2008. – № 2 (31). – С. 518–527. 5. Козуля Т.В. Процеси екологічного регулювання. Концепція корпоративної екологічної системи: монографія / Т. В. Козуля. – Х. : НТУ «ХПИ», 2010. – 588 с. 6. Козуля Т.В. Система підтримки прийняття екологічного рішення в умовах концепції КЕС і новітніх технологій екологічного аналізу / Т.В. Козуля, Д.І. Ємельянова // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2010. – № 2 (38). – С. 285–293. 7. Бондаренко М.Ф. Про загальну теорію компараторної ідентифікації / М.Ф. Бондаренко, С.Ю. Шабанов-Кушнарченко, Ю.П. Шабанов-Кушнарченко // Біоніка інтелекту: н-техн. журнал. – 2008. – № 2 (69). – С. 13–22. 8. Овез-гельдыев А.О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации / Овезгельдыев А.О., Петров Э.Г., Петров К.Э. – К.: Наукова Думка, 2002. – 163 с.

Поступила до редколегії 11.01.14

УДК 519.713: 504.064

Моделювання природно-техногенних систем та комплексна екологічна оцінка якості довкілля / Н. В. Шаронова, М. М. Козуля // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПИ» – 2014. – № 16 (1059). – С. 76 – 81. Бібліогр.: 8 назв.

В статье рассмотрен новый научно-практический подход к экологической оценке состояния техногенно-нагруженных территориальных комплексов, представляющие собой социо-эколого-экономические системы, качество которых должно определяться соответствием экологическим принципам устойчивого развития. Теоретически обосновано внедрение метода компараторной идентификации природно-техногенных объектов и систем для экологической оценки качества окружающей среды.

Ключевые слова: системный объект, социо-эколого-экономическая система, экологическая оценка качества, компараторная идентификация.

New theoretical and practical approach in ecological assessment state of anthropogenic loaded territorial complexes, which represent socio-ecological-economic system, quality of which should be formed by ecological principles equivalence of sustainable development is given in the article. Regulations by introduction the comparator identification method of ecological compatibility naturally-anthropogenic objects, which defined as system foundation, were theoretically explained.

Key words: system object, socio-ecological-economic system, ecology assessment quality, comparator identification.