



МЕТОД КОМПАРАТОРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ В СИСТЕМІ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

КОЗУЛЯ Т.В., БІЛОВА М.О.

Обґрунтовується методичне забезпечення відповідності вимогам екологічності системних об'єктів за концепцією сталого розвитку і аналізуються отримані результати з його реалізації. Розглядається практичне застосування методу компараторної ідентифікації рівня екологічної якості на регіональному рівні дослідження соціально-еколого-економічних систем..

Вступ

Сучасна екологічна ситуація потребує зміни традиційних підходів – переходу від контролюючої діяльності до регулюючих методів, які б дозволили порівнювати між собою різні фактори впливу на навколишнє середовище (НС), узгоджувати соціально-еколого-економічні інтереси з забезпеченням балансу між екологією та соціально-економічною сферою.

Для розв'язання задачі оцінки якості НС доцільним є звернення до сучасних розробок в галузі інтелектуальних моделей, які б поєднували функції узагальненої корисності з оцінкою альтернатив розв'язання задачі структурної і параметричної ідентифікації.

Незважаючи на те, що на сьогодні запропоновано і розроблено безліч різноманітних комплексних показників якісного екологічно безпечного функціонування навколишнього природного середовища, актуальність таких робіт не втрачає вагомості за умови реалізації концепції сталого розвитку, суть якої полягає у поєднанні та узгодженості в екологічній оцінці економічного, екологічного та людського розвитку при відсутності зниження якості і безпеки життя людей, збереження природного стану НС й соціального прогресу [1, 2].

Системне узгодження та збалансування цих трьох складових пов'язано з узгодженістю оцінки відповідності розвитку окремої системи вимогам екологічної якості і безпеки. Взаємозв'язок природоохоронної та економічної складових потребує вартісної оцінки техногенних впливів на навколишнє середовище. Індикатором екологічного розвитку соціальної системи вважається передусім рівень здоров'я населення [1].

Таким чином, важливою проблемою на шляху втілення концепції сталого розвитку є формування системи вимірів для кількісного і якісного оцінювання відповідності вимогам екологічності систем. Головними вимогами до зазначеної системи вимірів є інформаційна «повнота» і адекватність представлення взаємопов'язаної тріади складових сталого розвитку.

На даний момент різні системи прийнято оцінювати індексами: система задається у вигляді детермінованого набору показників у кожному блоці, які шляхом математичних обчислень зводяться у три індекси. Індекс сталого розвитку прийнято визначати як суму індексів розвитку економічної, соціальної та екологічної сфер з певними ваговими коефіцієнтами, тобто як деяку адитивну оцінку [1]. Адитивні моделі такого виду орієнтовані на оцінювання явних (прямих) властивостей системи, рівень яких безпосередньо, як сума, визначається властивостями елементів, що утворюють систему. Однак система характеризується емерджентністю як системною властивістю, що не зводиться до простої суми властивостей її елементів, а визначає її як цілісність. Враховуючи вказане вище, дати оцінку таким системам достатньо складно, а тому необхідно створити методіку з визначення природи зв'язків між станами, в яких може знаходитись система, та оцінити ці зв'язки.

1. Мета та задачі дослідження

Метою роботи є обґрунтування нового підходу до визначення екологічної оцінки стану системних об'єктів для підвищення об'єктивності, зниження системності та покращення ефективності прийняття рішень з використанням методу компараторної ідентифікації в багатофакторному аналізі. Відповідно до цілі дослідження поставлені такі задачі:

- 1) надати зміст запропонованих методик оцінки екологічної якості складних систем за концепцією сталого розвитку при використанні основ теорії компараторної ідентифікації;
- 2) розробити алгоритмічне забезпечення реалізації методик оцінки екологічності соціально-еколого-економічних систем;
- 3) проаналізувати практичні результати розрахунків за методиками і визначити ефективність запровадження компараторної ідентифікації для системи оцінювання стану складних екологічних систем.

2. Методика дослідження і аналіз результатів

В рамках теорії компараторної ідентифікації розглядаються завдання математичного опису сенсорних систем, структурної ідентифікації невідомого оператора та визначення його параметрів, що може бути використано для визначення оцінки якості складних систем – еколого-економічної, соціально-економічної, еколого-соціальної і соціально-еколого-економічної, при дослідженнях за концепцією сталого розвитку [2].

Нехай існує деяка сукупність об'єктів $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ загальною кількістю n , кожен з яких характеризується

ся m певних параметрів та знаходиться у деякому початковому стані S :

$$\begin{aligned} X_0(x_{00}, x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0m}), S_0; \\ X_1(x_{10}, x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1m}), S_1; \\ X_2(x_{20}, x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2m}), S_2; \\ \dots \\ X_n(x_{n0}, x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nm}), S_n; \\ i = \overline{1; n}, j = \overline{1; m}. \end{aligned}$$

Постає питання пошуку нового підходу, що дозволив би визначати об'єкт, який максимально відповідає потребам суспільства, а також його структурну здатність приводити до виникнення процесу, який спричиняє перехід системи у новий екологічно відповідний стан S_1 або збереження її стану на деякий час S'_0 з переходом до нового стану (рис. 1).

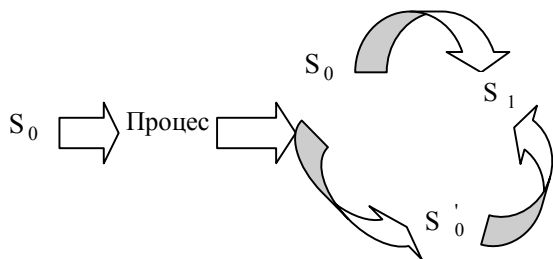


Рис. 1. Схема екологічної відповідності розвитку систем

Для методу компараторної ідентифікації характерною є методика порівняння заданого результату вимірювання з еталоном за певною шкалою. Ми пропонуємо розробити таку шкалу для кожного окремого випадку – для фіксованого j обирається одне еталонне значення параметра y_j , яке буде мінімальним або максимальним значенням параметра x_{ij} серед усіх X_n залежно від фізичного змісту кожного з параметрів. Загальна кількість еталонних значень буде складати m .

Оскільки фізичний зміст параметрів є різним, то необхідним є їх нормування, що полягає у порівнянні розглянутої встановленої властивості системи x_{ij} з її еталонним значенням y_j і знаходженні частки:

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{y_j}. \quad (1)$$

Надалі пропонується три варіанти отриманого відношення, що характеризує стан системи: $n_{ij} = 1$ – оптимальний, $n_{ij} \gg 1$ та $n_{ij} \ll 1$ – незадовільний, який свідчить про високий рівень відхилення від відповідності вимогам екологічного розвитку.

З метою встановлення міри відповідності запропоновано визначення відхилення від еталонного значення, прийнятого на одиницю, у вигляді:

$$\Delta_{ij} = \frac{|n_{ij} - 1|}{\max n_j - \min n_j}. \quad (2)$$

Оптимальним слід вважати значення $\Delta_{ij} = 0$, однак допустимим буде відхилення на 20% [3], а тому на даному етапі еталонними значеннями будуть $\Delta_{ij} \in [0; 0.2]$.

Для вибору екологічно відповідного рівня за станом з досліджених об'єктів запропоновано використати метод компараторної ідентифікації: усі значення Δ_{ij} проходять через найпростіший компаратор, що має один вхід і один вихід. Якщо значення Δ_{ij} , що поступає на вхід компаратора, входить в проміжок $[0; 0.2]$, відповідь на виході компаратора буде ТАК, тобто 1. В іншому випадку на виході компаратора буде НІ, тобто 0 [4].

Таким чином, кожен з об'єктів X_i буде характеризуватись множиною k_{im} , де кожне k_{ij} дорівнює 0 або 1. На наступному кроці використовується компаратор більш складного виду (рис. 2): він має m входів та 1 вихід. Такий компаратор застосовується для кожного X_i : на вхід подаються відповідні значення k_{ij} і, якщо всі вони дорівнюють 1 – на виході буде значення ТАК. Такий об'єкт є «нормальним» – він не потребує внесення коректив в управління. Однак, якщо хоч один з k_{ij} дорівнює 0 – об'єкт потребує регулюючих змін для отримання початкових параметрів або за рахунок управляючих дій необхідно покращити екологічні відповідності вимогам соціально-екологічної безпеки [3, 4].

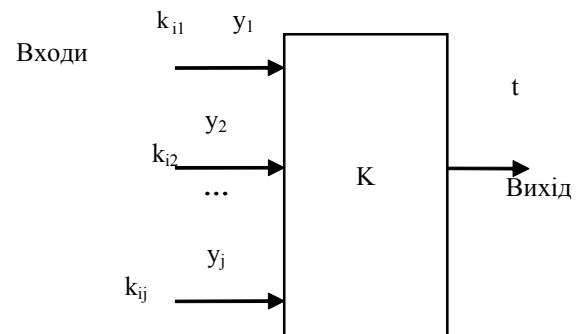


Рис. 2. Схема компаратора

Запропоновану методику і оцінки екологічної відповідності можна використовувати у випадках, коли потрібно визначити рейтинг об'єктів за їх станом. На перше місце рейтингу пропонується розмістити об'єкт, для якого найбільша кількість характеристик k_{ij} приймає значення 1. Надалі пропонується сформулювати нову вибірку об'єктів, яка більше не буде включати в себе названий об'єкт. Розрахунки проводяться заново, починаючи з пошуку еталонних значень параметрів y_j . За тим же принципом обирається об'єкт, який займає друге місце рейтингу. Формується оновлена вибірка. Таким чином, розрахунки проводяться до моменту повного розміщення розглянутих об'єктів у певній послідовності за значеннями екологічних відхилень (рис. 3).

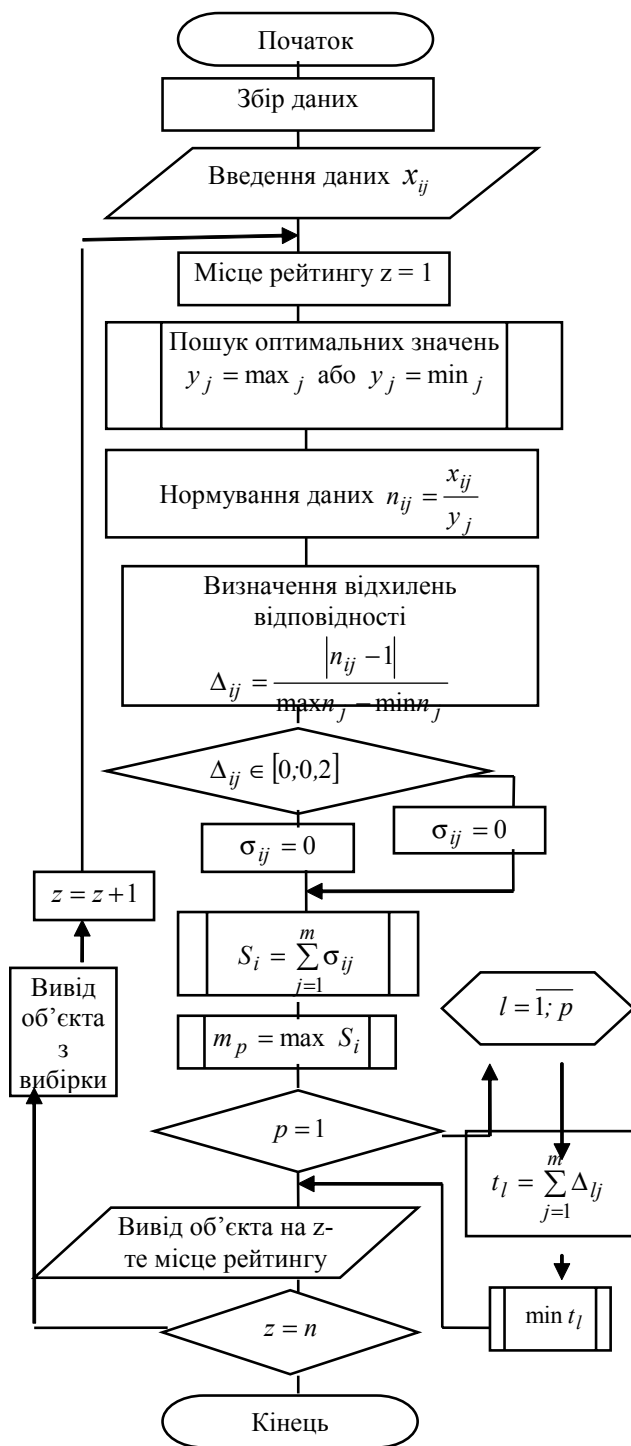


Рис. 3. Схема алгоритму методики I

Для перевірки отриманих результатів була використана методика II, відповідно до умов якої при формуванні рейтингу враховується загальна сума відхилень параметрів кожного окремого об'єкта від норми. Перше місце рейтингу визначено мінімальною сумою відхилень параметрів Δ_{ij} .

Поступове видалення з вибірки об'єктів за збільшенням суми відхилень дозволяє отримати повний рейтинг об'єктів від найкращого до найгіршого екологічного стану (рис. 4).

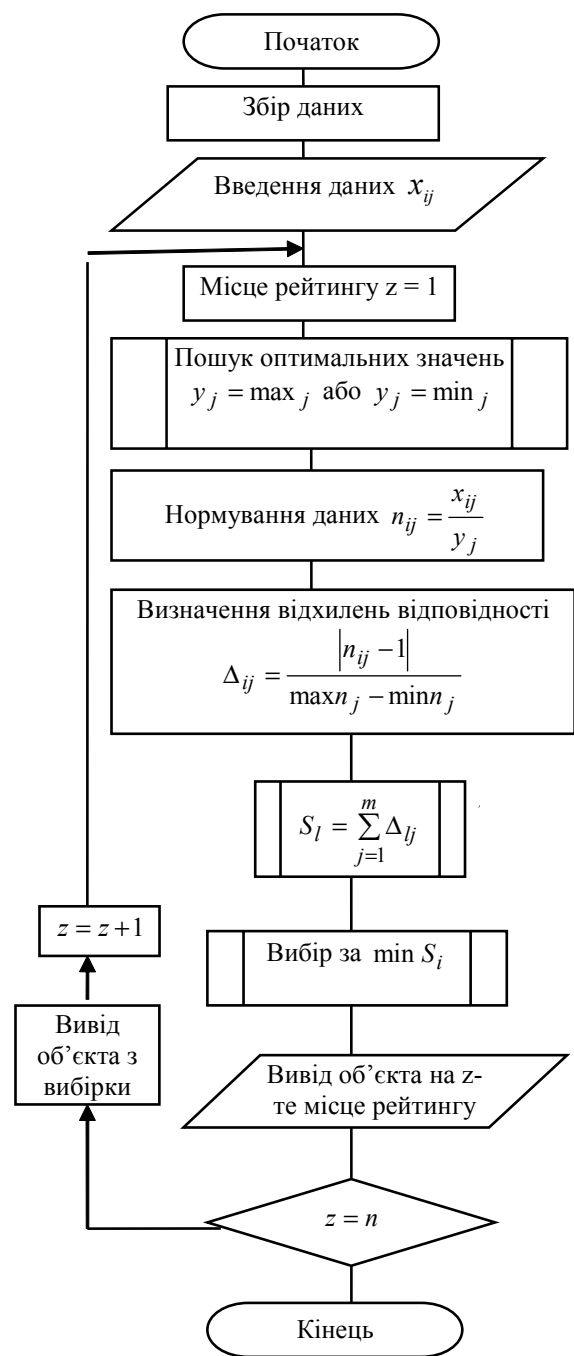


Рис. 4. Схема алгоритму методики II

Запропонований підхід компараторної ідентифікації екологічної якості за поданими алгоритмами методик реалізований для визначення стану міст з високорозвиненою промислово-соціальною інфраструктурою (X_i) за такими показниками: x_{i1} – приріст жителів у 1990-2000 рр., млн.; x_{i2} – кількість чоловік на приміщення; x_{i3} – відсоток заробітку, що йде на харчування; x_{i4} – відсоток будинків з водо- та електропостачанням; x_{i5} – кількість телефонів на 100 жителів; x_{i6} – кількість смертей на 100000 новонароджених; x_{i7} – кількість вбивств на 100000 жителів; x_{i8} – відсоток дітей у середніх школах; x_{i9} – рівень шуму (за шкалою від 1 до 10) (табл. 1).

Відповідно до фізичного змісту наведених параметрів для нормування обирають еталонні значення за таких вимог: y_1 – приріст населення має бути максимальним (свідчить про високу народжуваність); y_2 – кількість людей на приміщення має бути мінімальною (свідчить про якість умов для проживання); y_3 – процент заробітку, що йде на харчування, має бути мінімальним (свідчить про високий рівень заробітних плат та низьку вартість продуктів харчування); y_4 – процент будинків з електро- та водопостачанням має проживання); y_5 – кількість телефонів на 100 жителів має бути максимальною (свідчить про добробут населення); y_6 – кількість смертей на 100000 новонароджених має бути мінімальною; y_7 – кількість вбивств на 100000 жителів має бути мінімальною; y_8 – відсоток дітей в середніх школах має бути максимальним (свідчить про освіченість населення та рівень добробуту); y_9 – рівень шуму має бути мінімальним (свідчить про якість умов для проживання) (табл. 2).

Нормування здійснюється шляхом ділення відповідних даних з табл. 1 на дані табл. 2 (див. формулу (1)).

Отримані результати заносять у відповідну таблицю. Наступним є визначення відхилення від відповідності на одиницю існуючого розкиду за формулою (2):

$$y = \frac{|x - 1|}{x_{\max} - x_{\min}}$$

Результати розрахунків порівнюють для встановлення більш відповідного екологічним вимогам міста за методом компараторної ідентифікації (див. рис. 2), отримуючи оціночну табл. 3.

За вихідними даними таблиці 3 визначено, що найбільш придатний для проживання Токіо-Йокогама, він виводиться на перше місце рейтингу. Далі здійснюється перерахунок відхилення від відповідності на одиницю існуючого розкиду (2) для залишених міст з встановленням міри відповідності за компаратором за параметрами (див. рис. 3) (табл. 4).

Таким чином, отримуємо друге за рейтингом місто – Лос-Анджелес. Надалі відповідно до алгоритму знов будують таблиці відхилень і компараторної оцінки з метою встановлення наступного за рейтингом міста.

Кінцевий рейтинг має вигляд: 1. Токіо-Йокогама. 2. Лос-Анджелес. 3. Нью-Йорк. 4. Сеул. 5. Буенос-

Таблиця 1

Вхідні дані з оцінки якості промислових міст

Місто	Населення міста в 1990-2000рр., млн.	Чоловік на приміщення	Відсоток заробітку, що йде на харчування, %	Відсоток будинків з електропостачанням, %	Телефонів на 100 жителів	Смертей на 100000 новонароджених	Вбивств на 100000 жителів	Відсоток дітей в середніх школах, %	Рівень шуму (1-10 балів)
Токіо-Йокогама	0,8	0,9	18	100	44	5	1,4	97	4
Мехіко	5,4	1,9	41	94	6	36	27,6	62	6
Сан-Паулу	4,7	0,8	50	100	16	37	26,0	67	6
Нью-Йорк	0,6	0,5	16	99	56	10	12,8	95	8
Шанхай	3,6	2,0	55	95	4	14	2,5	94	5
Лос-Анджелес	2	0,5	0,9	94	35	9	12,4	90	6
Калькутта	3,9	3,0	60	60	2	46	1,1	49	4
Буенос-Айрес	1,4	1,3	40	86	14	21	7,6	51	3
Бомбей	4,2	4,2	57	85	5	59	1,1	49	5
Сеул	1,7	2,0	34	100	22	12	1,2	90	7

Таблиця 2

Оптимальні значення для наданих параметрів стану міст

Населення міста в 1990-2000рр., млн.	Чоловік на приміщення	Відсоток заробітку, що йде на харчування, %	Відсоток будинків з електропостачанням, %	Телефонів на 100 жителів	Смертей на 100000 новонароджених	Вбивств на 100000 жителів	Відсоток дітей в середніх школах, %	Рівень шуму (1-10 балів)
max	min	min	max	max	min	min	max	min
y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9
5,4	0,5	0,9	100	56	5	1.1	97	3

Таблиця 3

Результати використання компараторної оцінки даних

Місто	Населення міста в 1990-2000рр., млн.	Чоловік на приміщення	Відсоток заробітку, що йде на харчування, %	Відсоток будинків з водота електропостачанням, %	Телефонів на 100 жителів	Смертей на 100000 новонароджених	Вбивств на 100000 жителів	Відсоток дітей в середніх школах, %	Рівень шуму (1-10 балів)	Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Токіо-Йокогама	0	1	0	1	0	1	1	1	1	6
Мехіко	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Сан-Паулу	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
Нью-Йорк	0	1	0	1	1	1	0	1	0	5
Шанхай	0	0	0	1	0	1	1	1	0	4
Лос-Анджелес	0	1	1	1	0	1	0	1	0	5
Калькутта	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Буенос-Айрес	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Бомбей	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Сеул	0	0	0	1	0	1	1	1	0	4

Таблиця 4

Компараторна оцінка перерахованих даних для залишених за рейтингом міст

Місто	Населення міста в 1990-2000рр., млн.	Чоловік на приміщення	Відсоток заробітку, що йде на харчування, %	Відсоток будинків з водота електропостачанням, %	Телефонів на 100 жителів	Смертей на 100000 новонароджених	Вбивств на 100000 жителів	Відсоток дітей в середніх школах, %	Рівень шуму (1-10 балів)	Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Мехіко	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Сан-Паулу	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
Нью-Йорк	0	1	0	1	1	1	0	1	0	5
Шанхай	0	0	0	1	0	1	1	1	0	4
Лос-Анджелес	0	1	1	1	0	1	0	1	0	5
Калькутта	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Буенос-Айрес	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Бомбей	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Сеул	0	0	0	1	0	1	1	1	0	4

Айрес. 6. Шанхай. 7. Сан-Паулу. 8. Мехіко. 9. Бомбей. 10. Калькутта.

За алгоритмом методики II (див. рис. 4) визначають загальну суму відхилень (табл. 5).

Відповідно до отриманих даних визначають рейтинг, що має вигляд: 1. Токіо-Йокогама. 2. Лос-Анджелес. 3. Нью-Йорк. 4. Сеул. 5. Шанхай. 6. Буенос-Айрес. 7. Сан-Паулу. 8. Мехіко. 9. Бомбей. 10. Калькутта.

Отже, маємо майже однакові результати за двома методиками (незначні відмінності у 5 і 6 місті), але на відміну від поширеної методики II, запропонована методика компараторної ідентифікації вже на першому кроці аналізу дозволяє встановити рівень стану з екологічних питань для аналізованих об'єктів: для прикладу визначено задовільний рівень, оскільки за всіма показниками не отримано на виході компаратора 1, а тільки в межах відхилення 0,2 [3].

Запропоновані методики протестовані на об'єктах глобального моніторингу за методологією виміру сталого розвитку (СР) і порівнянням з отриманими результатами розрахунку індексу СР і рейтингу, наданих у роботі [1] (табл. 6).

Таблиця 6
Вхідні дані глобального моніторингу

Країна	Населення 2005-2006 р.р.	Кількість телефонів на 100 жителів	Дитяча смертність	Сукупний % освіченого населення	Тривалість життя (р)
Болгарія	0	36,77	16	81,5	72,7
Ірландія	46559	50,24	6	99,9	78,4
Угорщина	0	36,12	9	89,3	72,9
Фінляндія	28607	52,35	5	101	78,9
Чилі	153307	23,04	12	86,1	78,3

Об'єктами дослідження X_i є країни, стан яких визначено такими показниками СР, взятими за основу екологічної відповідності: x_{i1} – приріст населення у 2005-2006 рр.; x_{i2} – кількість телефонів на 100 жителів; x_{i3} – дитяча смертність; x_{i4} – сукупний відсоток освіченого населення; x_{i5} – тривалість життя у роках.

Відповідно до алгоритму (див. рис. 3) визначають оптимальні значення для кожного критерію (табл. 7).

Таблиця 5

Загальні сума відхилень

Токіо-Йокогама	1,789
Мехіко	5,036
Сан-Паулу	4,56
Нью-Йорк	2,56
Шанхай	3,446
Лос-Анджелес	2,494
Калькутта	5,947
Буенос-Айрес	4,339
Бомбей	5,919
Сеул	3,445

Таблиця 7

Значення параметрів з оцінки відповідності

Приріст населення	Кількість телефонів на 100 жителів	Дитяча смертність	Відсоток освіченого населення	Тривалість життя (р)
max	max	min	max	max
153307	52,35	5	101	78,9

За методикою I (див. рис.3) отримують нормовані значення параметрів (табл. 8).

Таблиця 8

Результати нормування вихідних даних

Країна	Населення 2005-2006 р.р.	Телефонів на 100 жителів	Дитяча смертність	Відсоток освіченого населення	Тривалість життя (р)
Болгарія	0	0,702	3,2	0,807	0,921
Ірландія	0,304	0,96	1,2	0,989	0,994
Угорщина	0	0,69	1,8	0,884	0,924
Фінляндія	0,187	1	1	1	1
Чилі	1	0,44	2,4	0,852	0,992

Далі встановлюють відхилення відповідності на одиницю існуючого розкиду за формулою (2) і формують оціночні вихідні дані (табл.9).

Таблиця 9

Розрахунок відхилення відповідності

Країна	Населення 2005-2006 р.р.	Телефонів на 100 жителів	Дитяча смертність	Відсоток освіченого населення	Тривалість життя (р)	Σ
Болгарія	1	0,53	1	1	1	4,53
Ірландія	0,69	0,07	0,09	0,05	0,08	0,99
Угорщина	1	0,55	0,36	0,6	0,96	3,48
Фінляндія	0,81	0	0	0	0	0,81
Чилі	0	1	0,63	0,76	0,09	2,49

За компараторною оцінкою відповідно до алгоритму (див. рис. 3) встановлюємо послідовно рейтинг країн за рівнем їх сталого розвитку (табл. 10).

У двох країн – Ірландії та Фінляндії – однакова сумарна кількість одиниць. Для еталону порівняння прийнято Фінляндію, оскільки вона має мінімальну суму значень відхилень (табл. 9). Вона виводиться на перше місце рейтингу. Аналогічним чином здійснюється перерахунок для всіх інших країн і встановлюється

Таблиця 10
Результати компараторної оцінки

Країна	Населення 2005 - 2006 р.р.	Кількість телефонів на 100 жителів	Дітяча смертність	Супкупний % освіченості населення	Тривалість життя (р)	Σ
Болгарія	0	0	0	0	0	0
Ірландія	0	1	1	1	1	4
Угорщина	0	0	0	0	0	0
Фінляндія	0	1	1	1	1	4
Чилі	1	0	0	0	1	2

остаточний рейтинг, який порівняно з результатами оцінки рівня СР для 113 країн у роботі [1]:

1. Фінляндія (№1)
2. Ірландія (№9)
3. Чилі (№20)
4. Угорщина (№30)
5. Болгарія (№39)

Результат рейтингу за загальною сумою відхилень є цілком аналогічним:

1. Фінляндія (0,813)
2. Ірландія (0,996)
3. Чилі (2,497)
4. Угорщина (3,485)
5. Болгарія (4,532)

Таким чином, отриманий рейтинг цілком відповідає рейтингу сталого розвитку, що надано у роботі [1] за індексним методом. Це свідчить про практичну здатність наданої методики щодо її використання для розв'язання задач екологічної оцінки якості НС на глобальному рівні – визначення рейтингу сталого розвитку країн і задач відповідності вимогам екологічної рівноваги при дослідженні природно-техногенних об'єктів з додатковими можливостями встановлення першочергових факторів порушень вимог безпеки і загального рівня екологічної невідповідності.

3. Висновки

Запропоновано новий підхід до оцінки стану об'єктів навколишнього середовища з позицій сталого розвитку, що ґрунтується на методі компараторної ідентифікації. Аналіз одержаних результатів показав доцільність використання принципу системності з оцінки «стан–відповідність–фактори порушення рівноваги–рейтинг першочергових рішень». Обґрунтовано переваги впровадження компараторної ідентифікації в методику оцінки стану об'єктів, що дозволяє врахувати зв'язки між системами різної природи та передбачає визначення сталого розвитку країни не за усе-

редненими проміжними результатами, а шляхом врахування всіх наборів даних, якими вона характеризується.

Запропонована методологія оцінки якості системних природно-техногенних об'єктів (рис. 1-4) дозволила отримати такі науково-практичні результати:

- 1) відповідно до цілей удосконалення системного аналізу для розв'язання задач СР запропоновано алгоритмічне забезпечення реалізації методик оцінки екологічної якості складних об'єктів із застосуванням основ теорії компараторної ідентифікації (рис. 3, 4);
- 2) отримані збіжні рейтинги за результатами оцінки соціально-екологічного стану міст за двома запропонованими методиками (табл. 4,5);
- 3) встановлено ефективність запровадження компараторної ідентифікації для розробки системи оцінювання стану складних природно-техногенних і соціально-еколого-економічних систем.

4. Новизна отриманих результатів

У роботі вперше запропоновано:

- 1) системність підходу з аналізу складних за змістовністю об'єктів і невідповідностей їх стану поставленим вимогам безпеки (рис. 1);
- 2) впровадження основ компараторної ідентифікації з метою надання комплексної узагальненої оцінки досліджених системних об'єктів і встановлення рейтингу як для систем, так і для факторів порушень вимог безпеки (рівноваги «система – НПС»).

Література: 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. Петров К. Э. Компараторная идентификация модели формирования индекса устойчивого развития / К. Э. Петров // *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2009. №1. С. 36–46. 3. Машина Н. І. Економічний ризик і методи його вимірювання / Н. І. Машина. К.: Центр навчальної літератури, 2003. 188 с. 4. Бондаренко М. Ф. Про загальну теорію компараторної ідентифікації / М. Ф. Бондаренко, С. Ю. Шабанов-Кушнарченко, Ю. П. Шабанов-Кушнарченко // *Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал*. 2008. № 2 (69). С. 13–22.

Надійшла до редколегії 13.09.2013

Рецензент: д-р. техн. наук, проф. Шаронова Н.В.

Козуля Тетяна Володимирівна, д-р техн. наук, професор кафедри комп'ютерного моніторингу і логістики НТУ «ХП». Адреса: Україна, 61002, Харків, вул. Фрунзе, 12, тел. 8-057-707-64-74; 8-057-707-65-05, E-mail: kozulia@kpi.kharkov.ua.

Білова Марія Олексіївна, магістр кафедри комп'ютерного моніторингу і логістики НТУ «ХП». Адреса: Україна, 61093, Харків, вул. Соціалістична, 63, кв.138, тел. : 8-050-323-86-68, E-mail: maria_belova-91@mail.ru.