

Т.В. КОЗУЛЯ, д-р тех. наук, проф., НТУ «ХПІ»;

М.О. БІЛОВА, магістр, НТУ «ХПІ»

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЗА МЕТОДОМ КОМПАРАТОРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

У статті надано методичне забезпечення оцінки стану соціально-еколого-економічних об'єктів на відповідність вимогам сталого розвитку та екологічної безпеки, основане на теорії компараторної ідентифікації. Обговорені результати практичної реалізації запропонованої методики при дослідженні екологічного стану областей України, адекватність отриманої оцінки відповідно до офіційних даних.

Ключові слова: соціально-еколого-економічна система, сталий розвиток, компараторна ідентифікація.

Вступ. Актуальність даної роботи обумовлена недостатньою розробленістю теоретичних положень з ідентифікації несприятливих техногенних впливів на навколишнє природне середовище (НПС), що відрізняються генезисом, динамічністю, інтенсивністю і небезпечними наслідками для стану і функціонування соціально-екологічних систем. Необхідність і доцільність таких розробок пов'язана з виконанням Концепції екологічної політики України за умови реалізації загальноприйнятих принципів сталого розвитку (СР), які полягають у поєднанні та узгодженості в екологічній оцінці економічного, екологічного та людського розвитку за умови відсутності зниження якості і безпеки життя людей, збереження природного стану НС й соціального прогресу, відповідно до потреб людини.

Екологічна ситуація, що склалася в регіонах України, потребує створення методик, які б дозволили порівнювати між собою різні фактори впливу на НС, узгоджувати соціально-еколого-економічні інтереси на основі забезпечення балансу між екологічністю стану НПС і соціально-економічним розвитком. За цих умов запропоновано звернутися до сучасних розробок в галузі інтелектуальних моделей, які б поєднували функції узагальненої корисності з оцінкою альтернатив розв'язання задач структурної і параметричної ідентифікації.

© Т.В. Козуля, М.О. Білова. 2014

Враховуючи вищесказане, **метою роботи** є формування методичного забезпечення з оцінювання екологічного стану системних об'єктів, що пов'язано з багатофакторним аналізом, на основі застосування елементів теорії компараторної ідентифікації. У виконаних дослідженнях поставлені та розв'язані такі задачі:

1) надано зміст запропонованої методики оцінки екологічної якості складних систем з урахуванням принципів СР за методом компараторної ідентифікації факторів небезпеки;

2) представлено алгоритмічне забезпечення реалізації методики оцінювання екологічності стану соціально-еколого-економічних систем;

3) отримані практичні результати використання запропонованої методики для визначення екологічного рейтингу областей України, проаналізовано їх значення.

Розв'язання задачі дослідження і аналіз результатів. У сучасній науковій практиці індекс сталого розвитку визначають як суму індексів розвитку економічної, соціальної та екологічної сфер з урахуванням вагових коефіцієнтів. Такі адитивні моделі орієнтовані на оцінювання явних (прямих) властивостей системи, рівень яких безпосередньо, як сума, визначається властивостями елементів, що утворюють систему. За концепцією СР екологічність як рівень якості НПС досягається за умови цілісності еколого-соціально-економічної системи, що передбачає визначення екологічної безпеки країни не за усередненими проміжними результатами, а з врахуванням усього спектру різноманітних даних моніторингу. Саме багатофакторність аналізу вихідної інформації і її різноманітність за природою і динамікою є проблемою об'єктивного оцінювання соціально-еколого-економічних об'єктів.

У межах 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 стану складних об'єктів і факторів негативного впливу на них. Для будь-якої сукупності об'єктів $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ загальною кількістю n , кожен з яких характеризується

m певних параметрів, зазначено стан S_n відповідно до прийнятого початкового S_0 :

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

Кожен з параметрів стану (1) має різний фізичний зміст, тому доцільним є нормування величин на основі вибраного «еталонного» значення, що є найкращим для заданої вибірки параметрів. Відповідно до «еталонного» значення розраховують відхилення кожного з параметрів. Чим більше величина відхилення буде наближеною до 0, тим кращим буде стан об'єкта, що оцінюється. Допустимим є відхилення від 0 на 20% [3]. Для визначення стану об'єкту використовується компаратор, що має m входів та один вихід (рис. 1). У випадку, якщо для конкретного об'єкту всі відхилення параметрів від еталонних значень дорівнюють нулю, або є більшими від нуля на 20% – об'єкт є «нормальним», тобто не потребує зовнішнього управління (регулювання відповідності). Однак, якщо хоч одне з відхилень дорівнює 0 – об'єкт потребує регулюючих змін для отримання його початкових параметрів або покращення відповідності вимогам соціально-екологічної безпеки за рахунок управляючих дій [3, 4].

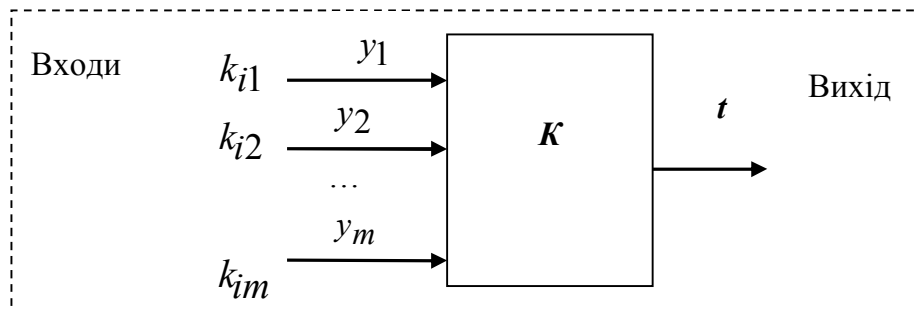


Рис. 1. Схема компаратора

Надану методику оцінки екологічної відповідності використано для визначення рейтингу досліджених систем за їх станом. На перше місце рейтингу розміщується об'єкт з оптимальним відхиленням параметрів – варіація від еталонного значення не перевищує 20%, і позначається відповідністю 1. Надалі формується нова вибірка об'єктів, яка не включає вищеназваний об'єкт. Розрахунки проводяться спочатку, з визначення еталонних значень параметрів. Знов обраний об'єкт займає друге

місце рейтингу. Формується оновлена вибірка. Таким чином розрахунки проводяться до отримання загального рейтингу розглянутих об'єктів за значеннями екологічних відхилень (рис. 2).

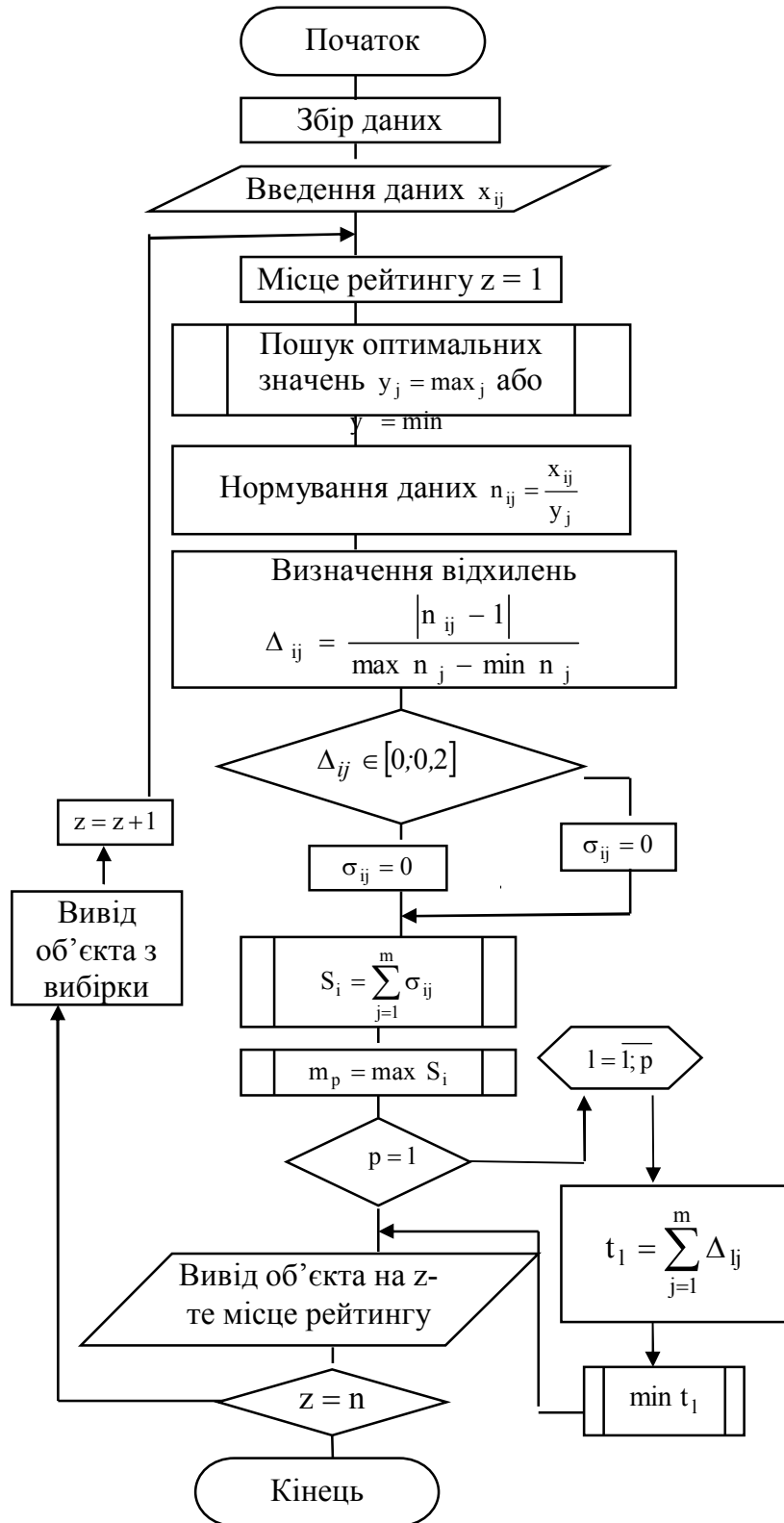


Рис. 2 – Схема алгоритму оцінки якості за екологічним компаратором

Запропонований підхід компараторної ідентифікації екологічної якості складних систем у даній роботі реалізовано відповідно до розробленого алгоритму визначення рейтингу областей України за екологічністю їх стану (X_i).

Аналіз здійснено в рамках дев'яти параметрів, кожен з яких визначає певний соціально-еколого-економічний стан: x_{i1} – приріст населення за останній рік; x_{i2} – народжуваність; x_{i3} – кількість померлих віком до одного року; x_{i4} – середня заробітна плата; x_{i5} – кількість безробітних працездатного віку; x_{i6} – реалізована промислова продукція, млн. грн.; x_{i7} – викиди забруднюючих речовин, тис. тонн; x_{i8} – утворено відходів, тис. тонн; x_{i9} – утилізовано відходів, тис. тонн.

Вихідні дані наведено в таблиці 1 [5], де 1 – приріст населення 2012–2013; 2 – народжуваність; 3 – померлі до 1 року життя; 4 – середня зарплата; 5 – безробітні працездатного віку, тис. чол.; 6 – реалізована промислова продукція, млн. грн.; 7 – викиди забруднюючих речовин, тис. т; 8 – утворено відходів, тис. т; 9 – утилізовано відходів, тис. т.

Таблиця 1. Вхідні дані з оцінки стану регіонів України

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	max	max	min	max	min	max	min	min	max
АРКрим	2381	15654	114	2927	56,1	16864	137,8	3709,1	321,9
Вінницька	0	11471	99	2639	66,5	16087,2	182,7	3132,6	855,6
Волинська	2080	9768	61	2621	39,9	7255,7	50,4	733,8	56,3
Дніпропетровська	0	23521	197	3338	109,8	152557,7	1173,1	291188	94763,3
Донецька	0	26975	323	3787	177,2	152185,7	1714,7	56650,7	13187,8
Житомирська	0	10000	80	2538	57,3	11555,1	85,7	866,8	121,6
Закарпатська	1621	11758	118	2636	47,5	6672,1	72,1	561,9	7,1
Запорізька	0	11925	100	3195	59,5	55192,1	316	6120,9	1686,6
Івано-Франківська	1307	11002	88	2692	45	14870,8	249,1	1782,8	530,6
Київська	3179	13480	83	3230	52,4	29863,1	308,1	3015,9	571,1
Кіровоградська	0	6914	77	2553	40,1	10429,6	73,8	40091,2	18639,5
Луганська	0	13467	106	3345	69,3	51432,7	529,5	16706,2	4998,5
Львівська	0	19506	162	2891	85,4	22000,8	253,9	3350,4	170,4
Миколаївська	0	8494	70	3058	45,8	15814,9	87,1	2475,1	116,1
Одеська	0	18807	177	2932	63,4	18065,2	169	1337,2	46,9
Полтавська	0	9339	56	2926	60,4	46050,8	178,9	6300,2	4481,9
Рівненська	1331	11379	96	2811	53,7	10797,2	60,4	1281,4	168,3
Сумська	0	6849	37	2714	46,3	15969,5	80,1	1261,7	402
Тернопільська	0	7829	44	2312	47,9	5232,2	65	1001,2	203,7
Харківська	0	17510	121	2990	89,9	45742,0	319,4	2417,5	320,6
Херсонська	0	7976	69	2437	44,9	7899,8	73,6	485,6	74,6
Хмельницька	0	9646	54	2611	54	11871,7	79,7	1471,1	526,4

Продовження табл. 1									
Черкаська	0	7921	62	2645	57,3	20903,7	146,4	1895,4	957,8
Чернівецька	348	7481	53	2483	33,5	2889,4	41,1	550,5	117,7
Чернігівська	0	6544	51	2461	49	10235,2	93,6	740,6	103,1

Надалі здійснюється вибір еталонних значень (табл. 2).

Таблиця 2. Еталонні значення по кожному з параметрів

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	max	max	min	max	min	max	min	min	max
Значення	3179	26975	37	3787	33,5	152557,7	41,1	485,6	94763,3

Наступний крок – нормування даних, наведених в таблиці 1, відповідно до еталонних значень (табл. 3).

Таблиця 3. Нормовані значення параметрів

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	max	max	min	max	min	max	min	min	max
АР Крим	0.251	0.554	0,269	0.249	0,157	0.907	0,058	0,011	0.997
Вінницька	1	0.759	0,217	0.333	0,23	0.912	0,085	0,009	0.991
Волинська	0.346	0.842	0,084	0.338	0,045	0.971	0,006	0,001	0.999
Дніпропетровська	1	0.169	0,559	1	0,531	0	0,676	1	0
Донецька	1	0	1	0	1	0.002	1	0,193	0.861
Житомирська	1	0.831	0,15	0.362	0,166	0.942	0,027	0,001	0.999
Закарпатська	0.49	0.745	0,283	0.334	0,097	0.975	0,019	0	1
Запорізька	1	0.737	0,22	0.172	0,181	0.651	0,164	0,019	0.982
Івано-Франківська	0.589	0.782	0,178	0.317	0,08	0.92	0,124	0,004	0.994
Київська	0	0.661	0,161	0.161	0,132	0.82	0,16	0,009	0.994
Кіровоградська	1	0.982	0,14	0.358	0,046	0.95	0,02	0,136	0.803
Луганська	1	0.661	0,241	0.128	0,249	0.676	0,292	0,056	0.947
Львівська	1	0.366	0,437	0.26	0,361	0.872	0,127	0,01	0.998
Миколаївська	1	0.905	0,115	0.211	0,086	0.914	0,027	0,007	0.999
Одеська	1	0.4	0,49	0.248	0,208	0.899	0,076	0,003	1
Полтавська	1	0.863	0,066	0.25	0,187	0.712	0,082	0,02	0.953
Рівненська	0.581	0.763	0,206	0.283	0,141	0.947	0,012	0,003	0.998
Сумська	1	0.985	0	0.311	0,089	0.913	0,023	0,003	0.996
Тернопільська	1	0.937	0,024	0.428	0,1	0.984	0,014	0,002	0.998
Харківська	1	0.463	0,294	0.231	0,392	0.714	0,166	0,007	0.997
Херсонська	1	0.93	0,112	0.391	0,079	0.967	0,019	0	0.999
Хмельницька	1	0.848	0,059	0.341	0,143	0.94	0,023	0,003	0.995
Черкаська	1	0.933	0,087	0.331	0,166	0.88	0,063	0,005	0.99
Чернівецька	0.891	0.954	0,056	0.378	0	1	0	0	0.999
Чернігівська	1	1	0,049	0.384	0,108	0.951	0,31	0,001	0.999

Рівень екологічності стану області за даними параметрами (табл. 1) відповідно до значення відхилення від еталонів (табл. 3) встановлюють за компараторною оцінкою (табл. 4).

Таблиця 4. Результати компараторної ідентифікації

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	max	max	min	max	min	max	min	min	max	
АР Крим	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3
Вінницька	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Волинська	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4
Дніпропетровська	0	1	0	0	0	1	0	0	1	3
Донецька	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4
Житомирська	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4
Закарпатська	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3
Запорізька	0	0	0	1	1	0	1	1	0	4
Івано-Франківська	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4
Київська	1	0	1	1	1	0	1	1	0	6
Кіровоградська	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4
Луганська	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
Львівська	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Миколаївська	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4
Одеська	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Полтавська	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4
Рівненська	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3
Сумська	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4
Тернопільська	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
Харківська	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4
Херсонська	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4
Хмельницька	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4
Черкаська	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4
Чернівецька	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4
Чернігівська	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4

За даними оцінювання найбільша екологічна відповідність за параметрами встановлена для Київської області. Вона розміщується на перше місце рейтингу. Аналогічним чином здійснюються розрахунки для всіх інших регіонів за наданим алгоритмом (рис. 2). Загальний рейтинг областей за екологічністю стану має вигляд:

1 Київська; 2 Волинська; 3 Автономна Республіка Крим; 4 Івано-Франківська; 5 Закарпатська; 6 Рівненська; 7 Чернівецька; 8 Запорізька;

9 Полтавська; 10 Сумська; 11 Миколаївська; 12 Кіровоградська; 13 Житомирська; 14 Тернопільська; 15 Донецька; 16 Дніпропетровська; 17 Харківська; 18 Херсонська; 19 Луганська; 20 Львівська; 21 Чернігівська; 22 Хмельницька; 23 Черкаська; 24 Одеська; 25 Вінницька.

Отже, запропонована методика компараторної ідентифікації вже на першому кроці аналізу дозволяє встановити рівень стану з екологічних питань для аналізованих об'єктів з встановленням точок регулювання за оцінкою невідповідності аналізованих параметрів прийнятим еталонам. Для об'єктів наданого прикладу визначено задовільний їх екологічний рівень, оскільки за всіма показниками не отримано на виході компаратора 1, а тільки в межах відхилення 0,2 [3]. Отримані результати рейтингу відповідають оцінці стану екологічної безпеки областей України, які поділені на три класи небезпеки за значенням інтегрального показника ризику (на перші 8 місць рейтингу більше ніж на 50% припадає оцінка низького ризику, а з 9-ї позиції переважає оцінка високого і середнього екологічного ризику) [6].

Висновки та перспективи досліджень. Запропоновано методика з оцінки стану об'єктів навколишнього середовища, що ґрунтується на методі компараторної ідентифікації, визначається новизною підходу стосовно використання принципу системності з оцінки «стан–відповідність–фактори порушення рівноваги–рейтинг першочергових рішень».

У роботі відповідно до постановки задачі дослідження отримано такі результати:

1) визначено зміст методики оцінки екологічності складних систем за методом компараторної ідентифікації факторів небезпеки у вигляді відношення показників стану чи динаміки систем до встановлених норм, еталонів тощо (параметри компараторної оцінки (1), рис. 1));

2) розроблено алгоритмічне забезпечення з практичної реалізації методики оцінювання екологічності стану соціально-еколого-економічних систем (рис. 2);

3) встановлені адекватні до загально прийнятих оцінок результати визначення екологічного рейтингу областей України на основі методики компараторного оцінювання екологічності соціально-еколого-економічних об'єктів (табл. 4).

Обґрунтованість переваг компараторної ідентифікації в методиці

оцінки стану екологічності об'єктів визначається можливістю розвитку теоретично-практичних положень з врахування зв'язки між системами різної природи і визначення стану складових систем і об'єкта в цілому за всіма даними інформаційного простору моніторингу.

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. *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. 5. "Державна служба статистики України" <http://www.ukrstat.gov.ua/> 6. *Качинський А. Б.* Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення / *А. Б. Качинський.* – К.: Екологічна безпека, 2001. – 251 с.

Поступила до редколегії 11.01.14

УДК 519.713: 504.064

Оцінка екологічного стану регіонів України за методом компараторної ідентифікації / Т.В. Козуля, М.О. Білова // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХП» – 2014. – № 16 (1059). – С. 67 – 75 . Бібліогр.: 6 назв.

В статье представлено методическое обеспечение оценки состояния социально-эколого-экономических объектов на соответствие требованиям устойчивого развития и экологической безопасности, основанное на теории компараторной идентификации. Обсуждены результаты практической реализации предложенной методики при исследовании экологического состояния областей Украины, адекватность полученной оценки в соответствии с официальными данными.

Ключевые слова: социально-эколого-экономическая система, устойчивое развитие, компараторная идентификация.

Methodological support assessment of the state of the socio-ecological-economic objects to meet requirements of sustainable development and environmental security based on the comparing identification theory is given in the article. The results of practical implementation of the proposed method in addressing the ecological state of the regions of Ukraine and the adequacy of the estimate obtained in accordance with official data were discussed.

Keywords: socio-ecological-economic system, sustainable development, comparing identification.