

Т.В. КОЗУЛЯ, д-р техн. наук, проф. НТУ «ХП»;

М.О. БІЛОВА, аспірант, НТУ «ХП»

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ МЕТОДИКИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ВІДПОВІДНОСТІ ЗА СТАНОМ СИСТЕМНИХ ОБ'ЄКТІВ

У статті надані основні аспекти необхідності удосконалення методичного забезпечення оцінки стану складних об'єктів, що базується на теорії компараторної ідентифікації. Запропоновані підходи до створення комплексної методики для ідентифікації вагомих факторів порушення екологічної відповідності, ідентифікації рівня екологічності природно-техногенних систем і оцінки екологічної якості різного рівня дослідження об'єктів. У роботі запропоновано застосування методу головних компонент як першочергового етапу аналізу загального стану контрольованої системи, алгоритмічне забезпечення його реалізації у комплексі з методом компараторної ідентифікації. Отримані та проаналізовані результати практичної реалізації удосконаленої методики при дослідженні екологічного стану регіонів України. Визначені перспективи подальших досліджень, що передбачають аналіз більшої кількості даних і розділення їх за напрямками (екологічний, економічний, соціальний) з виявленням вагомих факторів екологічної небезпеки, що потребують управлінського регулювання.

Ключові слова: соціально-еколого-економічна система, екологічна якість, оцінка небезпеки, компараторна ідентифікація, метод головних компонент.

Вступ. Актуальність даної роботи пов'язана з подальшим розвитком методичного забезпечення оцінки екологічної відповідності стану складних системних об'єктів різного рівня дослідження, що мають природно-техногенне походження. Необхідність розробки комплексних підходів і методик ідентифікації рівня екологічності територіальних систем, системних об'єктів соціально-економічного, еколого-економічного характеру відповідає програмам екологічного розвитку суспільства і положенням концепції сталого розвитку. Запропонована методика компараторної ідентифікації екологічності системних об'єктів дозволила отримати порівняні результати на глобальному та локальному рівнях дослідження. Однак, аналіз наданої оцінки стану дослідженого об'єкта на мезо- і мікрорівні досліджень визначив необхідність подальшого вдосконалення методики з метою отримання конкретних вагомих результатів для цільового регулювання екологічної якості природно-техногенних утворень [1]. У роботі пропонується комплексне використання методів

головних компонент і компараторної ідентифікації як методичного забезпечення екологічної оцінки систем і управління безпекою техногенних об'єктів.

Таким чином, **метою роботи** є вдосконалення методичного забезпечення дослідження екологічності системних об'єктів, формування комплексної методики оцінки відповідності рівню екологічної безпеки природно-техногенних систем. Цільовими задачами дослідження визначені такі:

1) надати аналіз працездатності запропонованої методики комплексного дослідження стану об'єктів регіонального моніторингу на базі теорії компараторної ідентифікації;

2) запропонувати практичні удосконалення для отримання комплексного методичного забезпечення екологічної оцінки безпеки і визначення факторів регулювання якості техногенних систем;

3) розробити алгоритмічне забезпечення запропонованої методики;

4) визначити рівень результатів використання комплексної методики на рівні регіональних екологічних досліджень.

Розв'язання задачі дослідження і аналіз результатів. Для успішної обробки інформації кількість даних має вагомим значення для правильності отриманих результатів і встановлення межі негативної дії інформаційного шуму. Інформаційним шум – це частина даних, яка не містить у собі шуканої інформації і проявляє себе через кореляційні зв'язки між змінними. Поняття ефективного рангу і прихованих, так званих латентних змінних, число яких дорівнює цьому рангу, є важливим у методі головних компонент. Метою цього методу є вилучення з усього доступного набору даних необхідної для вирішення поставленої задачі інформації. У багатовимірному випадку процес виділення головних компонент відбувається за рахунок послідовного виконання кроків:

1) пошук центру сукупності даних для переносу початку координат – нульова головна компонента (GK_0);

2) вибір напрямку максимальної зміни даних – перша головна компонента (GK_1);

3) визначення наступного напрямку (GK_2), перпендикулярного до першого, якщо дані описані не повністю (шум великий), з метою подан-

ня змін в даних, що залишилися і т.д.

Виділення головних компонент дозволяє перейти до нового подання інформації у більш компактній і вагомій формі для аналізу при збереженні інформативності вихідних даних. Отримані головні компоненти дозволяють виявити вагомі параметри управління характером і структурою змін в аналізованій системі з збереженням інформативності даних [2]. Для аналізу вихідних даних моніторингу пропонується використовувати програмний пакет Statistica 6.0 [2, 3]. Алгоритмічне забезпечення з оцінки екологічності природно-техногенних об'єктів у зв'язку з комплексуванням методик аналізу вихідної інформації визначає етапність дослідження: попередній аналіз даних, встановлення узагальненої оцінки якості системного об'єкта (рис. 1).



Рис. 1. Схема алгоритму комплексного методичного забезпечення оцінки екологічності системного об'єкта

У практичних дослідженнях роботи методики оцінки екологічної якості системних об'єктів проаналізовано дані еколого-соціально-

економічного моніторингу регіонів України за 2013 рік. Аналіз здійснено за двадцятьма параметрами, де x_1 – природний приріст населення у 2013 р.; x_2 – міграційний приріст населення у 2013 р.; x_3 – народжуваність; x_4 – померлі до 1 року; x_5 – середня зарплата, грн.; x_6 – прийняття в експлуатацію житла, тис.м²; x_7 – обсяг виконаних будівельних робіт, млн. грн.; x_8 – безробітні працездатного віку, тис.; x_9 – кількість зайнятих працівників на підприємствах, тис. осіб; x_{10} – кількість підприємств; x_{11} – реалізована промислова продукція, млн.грн.; x_{12} – капітальні інвестиції, млн. грн.; x_{13} – обсяг експорту товарів, тис. дол. США; x_{14} – викиди забруднюючих речовин в а. п., тис. т.; x_{15} – викиди діоксиду вуглецю, тис. т.; x_{16} – утворено відходів, тис. т.; x_{17} – утилізовано відходів, тис. т.; x_{18} – наявність відходів у спеціально відведених місцях чи та на території підприємств, тис. т.; x_{19} – відтворення лісів, тис. га; x_{20} – залишок деревини на лісосіках, тис. куб. м [4].

Початкові дані за вказаними параметрами мають вигляд: Автономна Республіка Крим (0; 4276; 24054; 167; 2850; 963,4; 2173,9; 55,2; 228,8; 16228; 22673,4; 14383,4; 904896,2; 130,4; 2696,6; 2584,8; 389; 55118,6; 1; 1,1); Вінницька (0; 62; 17437; 140; 2651; 352,4; 1434,5; 64,4; 157,3; 9321; 22739,0; 5757,5; 679307,9; 229; 2189,2; 2907,4; 225; 27832,9; 2,1; 55,5); Волинська (1034; 312; 14700; 91; 2580; 225,1; 665,3; 37,9; 108,2; 5511; 10185,3; 3104,6; 628811,2; 85,5; 1255,2; 572; 78,6; 15505,5; 4,3; 17,4); Дніпропетровська (0; 1812; 36134; 276; 3336; 305,5; 5096,7; 106,8; 739,9; 28194; 201228,3; 20456,3; 9795286,3; 1143,8; 35614,5; 300581,8; 102195,5; 9739080,6; 0,6; 2,8); Донецька (0; 1267; 41034; 467; 3755; 415,6; 7928,7; 165,5; 855,6; 28731; 205697,2; 26939,6; 12408182,7; 1646,5; 62514,5; 53295,2; 10993,7; 2819404,2; 1; 5,7); Житомирська (0; 721; 15001; 116; 2561; 175,2; 610,5; 56,8; 121,6; 6645; 15672,8; 2755,3; 606116,3; 88,4; 1694,4; 673,2; 89,3; 6630,7; 8,5; 172,4); Закарпатська (3689; 0; 18490; 175; 2553; 380,2; 426,7; 45,6; 86,9; 6024; 9290,7; 2331,4; 1299965,6; 69,2; 1071,9; 123,3; 5,7; 1825; 2,9; 37,1); Запорізька (0; 870; 18134; 149; 3142; 179,6; 1451,8; 57,7; 293; 14777; 75846,9; 6271,3; 3678506,8; 353; 14598,8; 4594,9; 1338,6; 157910,2; 2; 1,2); Івано-Франківська (0; 767; 16716; 133; 2679; 631,2; 1280,5; 43,8; 93,8; 7996; 50472,1; 4531,7; 471719,9; 253,5; 11753,1; 1692,6; 520,9; 40636,3; 3,7; 37,2); Київська (0; 1292; 20511; 122; 3351; 1514,7; 3219; 49,4; 367,1; 18676; 40271,5; 19462,7; 1973749,9; 277,3;

8714,7; 2427,8; 536,5; 41702,5; 3,3; 108,9); Кіровоградська (0; 528; 10562; 119; 2608; 109,3; 585,8; 37; 103,3; 7381; 14416,7; 3039,5; 857324,6; 73,8; 1763,3; 38934,9; 18292,1; 291142,6; 1,5; 9,7); Луганська (0; 2578; 20531; 152; 3337; 178,2; 1656,7; 66,3; 336; 11385; 67806; 11110,9; 3544014,9; 522,4; 22394; 17838,6; 5305,4; 1539532,1; 4,6; 10,5); Львівська (0; 633; 29542; 247; 2789; 675,1; 2420,6; 84,3; 356,3; 18762; 30786,8; 8803,2; 1290873,7; 238,4; 5627,6; 2652,3; 164,2; 219908,2; 3,8; 53,7); Миколаївська (0; 580; 13043; 102; 3094; 122,1; 975,4; 42,6; 134,9; 10767; 21702,3; 4603,8; 2174097,7; 83; 3009,6; 2476,3; 111,7; 46413,1; 0,7; 1,8); Одеська (0; 3248; 29075; 244; 2947; 637,3; 4258,7; 59,5; 352; 26016; 25041,1; 10415,4; 1628431,2; 164,8; 5440,4; 720,5; 26,6; 1891,8; 2,3; 6,9); Полтавська (0; 1000; 14296; 79; 2988; 197,6; 3565,7; 57,7; 233,6; 10129; 65466,7; 8398,8; 2654641,1; 176,6; 4784,1; 5898,9; 4365,2; 25628,3; 2,4; 28,8); Рівненська (2889; 245; 17445; 138; 2844; 269,5; 1350,2; 51,4; 92,5; 5174; 14483,4; 2673,3; 482649,1; 56,1; 1914,6; 1587,1; 57,1; 28206; 6,7; 45,5); Сумська (0; 118; 10411; 67; 2702; 142,6; 777,7; 42,8; 125,5; 5817; 22391,2; 2496; 294718,6; 77,5; 2227,6; 768,2; 253,8; 30391,1; 2,4; 66,6); Тернопільська (0; 108; 11807; 81; 2359; 395,4; 689,8; 46,2; 82,8; 5234; 7612,4; 2830,6; 365085,6; 57,7; 1264,3; 690,2; 195,7; 289,9; 0,8; 16,3); Харківська (0; 3847; 26700; 195; 2975; 392,2; 3910,8; 87,8; 440,4; 26086; 63007,2; 8435; 1986810,9; 328,5; 13350,1; 2179,5; 281,4; 42480,8; 1,4; 38,8); Херсонська (0; 228; 12300; 116; 2464; 190,3; 548,9; 44,4; 95; 8104; 10834; 1934,2; 369051,4; 72,7; 1236; 439,4; 94,2; 883; 1,3; 0); Хмельницька (0; 232; 14548; 104; 2641; 290,2; 956,4; 49,9; 115; 6925; 16615,7; 3144; 488973,2; 80,7; 3007,5; 1111,6; 492,2; 7686,2; 1,4; 28,1); Черкаська (0; 688; 12100; 89; 2682; 128,7; 891,3; 55,2; 144,4; 7931; 28242,2; 3041; 770714; 150,1; 3787,3; 1029,8; 784,2; 4308,6; 1,7; 6,2); Чернівецька (0; 719; 11465; 88; 2484; 340,5; 900,7; 31,4; 56,2; 4160; 4013,7; 2127,2; 125316,4; 39; 700,4; 415,9; 90,8; 2416,5; 2,9; 54,40); Чернігівська (0; 513; 9852; 77; 2504; 190,9; 470,9; 48,4; 109,1; 6220; 14085,3; 2586,8; 555096,5; 91; 2403; 674,7; 233,4; 9891; 4,1; 148,1) [4].

За методикою компараторної ідентифікації екологічного стану областей отримано рейтинг, результати порівняно з даними оцінки стану екологічної безпеки областей України за значенням інтегрального показника ризику і відповідністю їх трьом класам небезпеки [1, 3] (табл. 1).

Таблиця 1. Аналіз результатів екологічного рейтингу за методикою [1]

Отриманий рейтинг	Клас небезпеки за [5]	Отриманий рейтинг	Клас небезпеки за [5]
1. Донецька	високий	14. Чернівецька	низький
2. Дніпропетровська	високий	15. Закарпатська	низький
3. Харківська	середній	16. Черкаська	низький
4. Київська	високий	17. Рівненська	низький
5. Автономна Республіка Крим	середній	18. Волинська	низький
6. Одеська	середній	19. Житомирська	низький
7. Полтавська	середній	20. Сумська	низький
8. Львівська	середній	21. Хмельницька	низький
9. Запорізька	середній	22. Тернопільська	низький
10. Луганська	високий	23. Кіровоградська	низький
11. Вінницька	низький	24. Чернігівська	низький
12. Миколаївська	низький	25. Херсонська	низький
13. Івано-Франківська	середній		

Наданий рейтинг дозволяє отримати інформацію щодо стану екологічної небезпеки регіонів, як небезпечних і найбільш придатних для життя.

У цілому, отримані результати за компараторною ідентифікацією рівня екологічності визначених об'єктів відповідають даним оцінки стану регіонів у роботі Качинського А. Б. [5].

Для удосконалення практичної здатності аналізу і підняття реальності отриманих результатів впроваджено додатково методіку головних компонент, що дозволило виділити 20 перших компонент (рис. 2). За своєю природою рішення про вибір кількості головних компонент є довільним, однак за прийнятими рекомендаціями з метою отримання кращих результатів у роботі використано критерій Кайзера.

Відповідно до критерію виділяються лише фактори за значенням більші 1, у даному випадку головні компоненти 1–5 (рис. 2), що пояснюють майже 91% загальної дисперсії.

Value number	Eigenvalues of correlation matrix, and related statistics Active variables only			
	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	12,01943	60,09717	12,01943	60,0972
2	2,27842	11,39209	14,29785	71,4893
3	1,61762	8,08808	15,91547	79,5773
4	1,26145	6,30727	17,17692	85,8846
5	1,01966	5,09831	18,19659	90,9829
6	0,67956	3,39778	18,87614	94,3807
7	0,45822	2,29108	19,33436	96,6718
8	0,22171	1,10853	19,55606	97,7803
9	0,17001	0,85005	19,72607	98,6304
10	0,09638	0,48190	19,82245	99,1123
11	0,05916	0,29578	19,88161	99,4081
12	0,05084	0,25418	19,93245	99,6622
13	0,02088	0,10439	19,95332	99,7666
14	0,01868	0,09339	19,97200	99,8600
15	0,01443	0,07217	19,98644	99,9322
16	0,00574	0,02870	19,99217	99,9609
17	0,00396	0,01982	19,99614	99,9807
18	0,00328	0,01640	19,99942	99,9971
19	0,00039	0,00197	19,99981	99,9991
20	0,00019	0,00094	20,00000	100,0000

Рис. 2. Головні компоненти

Аналіз з оцінки головних компонент встановив такі закономірності: перша головна компонента корелює з параметрами 3, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 17, друга – з 6, 16, 18, п'ята – з 1, третя та четверта компонента не мають сильних зв'язків з жодним з параметрів (рис. 3).

Variable	Factor coordinates of the variables, based on correlations (Spreadsheet)																			
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7	Factor 8	Factor 9	Factor 10	Factor 11	Factor 12	Factor 13	Factor 14	Factor 15	Factor 16	Factor 17	Factor 18	Factor 19	Factor 20
1	-0,209452	-0,098979	-0,436020	0,359173	0,764234	-0,027783	0,070961	-0,188015	-0,037246	-0,000527	-0,018897	-0,011280	0,005478	0,008815	0,001489	0,002250	0,004029	-0,001145	0,000025	-0,000110
2	0,446200	0,451899	0,362854	-0,311572	0,165896	0,539362	0,098381	-0,081914	-0,181721	0,000906	-0,010995	0,005989	-0,004523	-0,003629	0,003300	-0,004534	-0,009495	0,002468	-0,000760	0,000102
3	0,900703	0,231831	-0,048502	0,021781	0,247897	0,087695	-0,171697	0,138673	0,052716	0,026195	0,008842	-0,052303	-0,028500	-0,067024	-0,041914	0,025716	0,009428	0,014044	-0,001181	-0,000756
4	-0,874868	-0,186168	0,120833	-0,258903	-0,126345	-0,036172	0,259880	-0,095260	0,021028	-0,082086	-0,056342	-0,114042	0,026799	-0,000592	-0,027441	0,004692	0,015620	0,019080	-0,001318	-0,000804
5	0,838138	0,213920	-0,032457	0,061319	-0,051085	-0,022801	0,450865	-0,035312	0,169516	0,098272	0,019596	-0,011091	-0,061180	0,000512	0,005374	-0,003862	-0,008833	-0,000814	-0,001145	-0,000066
6	0,215508	0,658185	-0,044522	-0,445421	0,256265	-0,485459	0,010251	0,096815	-0,071567	-0,009486	-0,057918	-0,008461	0,001610	0,002969	0,006199	-0,014253	-0,015061	0,005247	-0,000337	0,000091
7	0,920708	0,253147	0,006250	0,037023	-0,016309	-0,003687	-0,052600	-0,084268	0,097106	-0,246498	0,014801	0,047208	-0,037700	0,019562	-0,020439	-0,000943	-0,003123	0,000327	-0,000292	-0,000060
8	-0,905299	-0,090876	0,157930	-0,237958	0,137547	-0,061148	0,203394	0,038024	0,014644	0,004298	-0,025788	0,146264	0,013073	-0,017376	-0,037064	0,029252	0,008866	-0,009744	-0,001262	-0,000071
9	0,983541	0,094882	-0,036505	-0,021721	-0,045358	0,023691	-0,024651	-0,042104	0,072966	0,023697	-0,015392	-0,046823	0,066729	0,037822	-0,018331	0,036787	-0,028658	-0,011312	-0,000000	0,002064
10	0,876354	0,306190	0,152427	-0,166295	0,085298	0,094030	-0,129882	-0,064696	0,188809	0,070588	-0,075060	0,035966	0,038633	0,024177	0,008777	-0,016762	0,030755	0,001222	0,000483	-0,001254
11	0,949797	-0,195434	-0,080753	0,062417	-0,122166	-0,017100	0,087856	-0,023682	-0,026741	-0,063055	-0,113171	-0,012264	0,011109	-0,077509	0,038172	0,001350	0,002058	-0,023068	0,001641	0,000717
12	0,913473	0,263508	-0,014172	-0,138442	0,004424	-0,153156	0,139325	-0,007992	-0,090289	-0,024955	0,148703	-0,019208	0,033013	-0,000687	0,018590	0,012345	0,029096	-0,010540	0,002907	0,000306
13	0,946139	-0,164310	-0,100286	0,172798	-0,091515	-0,052080	0,092566	-0,058342	-0,014466	0,008889	0,042065	0,067276	0,065710	-0,044403	-0,021677	-0,024326	-0,014158	0,026885	0,000374	-0,000305
14	-0,949016	0,087201	0,135972	-0,168152	0,149323	0,062007	-0,019185	-0,028663	0,124395	-0,011242	0,029605	-0,010091	0,000723	-0,026549	0,005793	-0,004109	-0,008660	0,002332	0,014998	0,004581
15	-0,920509	0,031634	0,130456	-0,240600	0,186060	0,041698	-0,065491	-0,044336	0,149039	-0,026057	0,083592	-0,029073	0,026329	-0,042064	0,015488	-0,014680	-0,012427	-0,015944	-0,009301	-0,002262
16	-0,686927	0,615951	0,034596	0,356738	-0,135397	0,001641	0,028918	-0,010043	-0,010623	-0,000149	-0,009801	-0,008430	0,015244	-0,007322	-0,014152	-0,002306	-0,005272	-0,008478	0,006029	-0,009852
17	0,635380	-0,644380	-0,011693	-0,382587	0,147027	0,006791	-0,020755	0,007292	0,028652	-0,012264	0,010346	0,017325	-0,012132	0,011044	0,047614	0,019433	-0,008088	0,014833	0,003467	-0,007114
18	-0,762813	0,558710	0,077084	0,262113	-0,100697	-0,015053	-0,005238	-0,037983	0,034402	-0,019488	-0,008834	0,029913	0,010181	-0,012177	0,066214	0,029121	0,000751	0,023464	-0,003982	0,002309
19	-0,340783	0,163180	-0,814718	-0,111598	0,004658	0,311617	0,140600	0,239118	0,048363	-0,058560	-0,005385	0,006810	0,026910	0,014637	0,010660	-0,007038	0,001772	0,001120	0,000033	0,000106
20	-0,308197	0,212836	-0,709311	-0,410006	-0,321859	-0,010130	-0,142300	-0,242550	-0,026991	0,058658	0,007083	0,018023	-0,024113	-0,019834	-0,011376	0,008004	0,000797	-0,000173	-0,000021	-0,000194

Рис. 3 Факторні координати параметрів відповідно до кореляції

Отриману інформацію використовуємо для компараторної ідентифікації екологічності, залучивши до аналізу лише ті параметри, що пока-

зали високий рівень кореляції з обраними головними компонентами, тобто 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, і маємо більш досконалий рейтинг (табл. 2).

Таблиця 2. Аналіз отриманих результатів за удосконаленою методикою

Отриманий рейтинг	Клас небезпеки [5]	Рейтинг	Клас небезпеки [5]
1. Донецька	високий	14. Черкаська	низький
2. Дніпропетровська	високий	15. Рівненська	низький
3. Харківська	середній	16. Хмельницька	низький
4. Луганська	високий	17. Кіровоградська	низький
5. Одеська	середній	18. Сумська	низький
6. Київська	високий	19. Закарпатська	низький
7. Львівська	середній	20. Волинська	низький
8. Запорізька	середній	21. Житомирська	низький
9. Полтавська	середній	22. Чернігівська	низький
10. АР Крим	середній	23. Херсонська	низький
11. Вінницька	низький	24. Тернопільська	низький
12. Миколаївська	низький	25. Чернівецька	низький
13. Івано-Франківська	середній		

У цілому рейтинг не зазнав значних змін, однак Луганська область, що характеризується високим рівнем ризику [3], в оновленому рейтингу небезпечності регіонів піднялася з 10 позиції на 4, що свідчить про покращення отриманих результатів.

Висновки та перспективи досліджень.

Впровадження удосконалень у запропоновану методику оцінки якості складних соціально-еколого-економічних об'єктів дозволяє підвищити адекватність кінцевих результатів за рахунок відокремлення даних, що становлять інформаційний шум.

У роботі отримано такі результати дослідження:

1) за оцінкою результатів компараторної ідентифікації екологічності стану складних об'єктів регіонального рівня [1] (табл. 1) визначено за необхідне додатковий аналіз вихідної інформації з метою відсіювання шуму і формування вагомих параметрів регулювання стану систем;

2) надано аналіз методу головних компонент, впроваджено його у запропоновану методику (рис. 1–2);

3) надано алгоритмічне забезпечення комплексного методичного забезпечення оцінки екологічності системних об'єктів (рис. 1);

4) встановлено підвищення адекватності отриманих практичних результатів при комплексуванні методик для визначення екологічного рейтингу на прикладі оцінки екологічного стану областей України.

Враховуючи отримані результати, визначено, що розробка комплексної системи аналізу і оцінки вихідної інформації щодо стану системних об'єктів збільшення кількості досліджуваних параметрів при використанні методу головних компонент сприятиме подальшому підвищенню адекватності отримуваного рейтингу та його достовірності.

Список літератури: 1. Козуля Т. В., Белова М. А. Обоснование методики компараторной идентификации для системы экологического мониторинга на региональном уровне исследования / Козуля Т. В., Белова М. А. – Проблемы інформаційних технологій. – 2013. – № 02 (014). – С. 45–49. 2. Российское хемометрическое общество. Метод главных компонент [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://chemometrics.ru/materials/textbooks/pca.htm> 3. STATISTICA. Версия 6.1. Системный подход к анализу данных [Електронний ресурс]. – StatSoft Russia. – Режим доступу: <http://www.statsoft.ru>. 4. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/> 5. Качинський А. Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення / А. Б. Качинський. – К.: Екологічна безпека, 2001. – 251 с.

Bibliography (transliterated): 1. Kozulya T. V., Bilova M. O. Obosnovaniye metodiki komparatornoy identifikatsii dlya sistemy ekologicheskogo monitoringa na regional'nom urovne issledovaniya / Kozulya T. V., Bilova M. O. – Problemi informatsiynikh tekhnologiy. – 2013. – No. 02 (014). – P. 45–49. 2. Rossiyskoye khemometricheskoye obshchestvo. Metod glavnikh komponent [Yeletkronniy resurs]. – Rezhim dostupu: <http://chemometrics.ru/materials/textbooks/pca.htm> 3. STATISTISA. Versiya 6.1. Sistemnyy podkhod k analizu dannykh [Yeletkronniy resurs]. – StatSoft Russia. – Rezhim dostup: <http://www.statsoft.ru>. 4. Derzhavna sluzhba statistiki Ukraïni [Yeletkronniy resurs]. – Rezhim dostupu: <http://www.ukrstat.gov.ua/> 5. Kachins'kiy A.B. Yekologichna bezpeka Ukraini: sistemniy analiz perspektiv pokrashchennya / A.B. Kachins'kiy. – Kyiv: Yekologichna bezpeka, 2001. – 251 p.

Надійшла (received) 27.10.14