

УДК 502/504

ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАЛОСТІ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ДАНИХ 2005-2007 РОКІВ

Г.О. Статюха

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*

Контактний тел.: 8 (044) 241-76-12

E-mail: gen.statyukha@mail.ru

І.М. Джигирей

Кандидат технічних наук, асистент*

Контактний тел.: 8 (044) 241-76-12

E-mail: dzhygyrey@gmail.com

І.А. Тишенко

Магістрант*

Контактний тел.: 8 (044) 241-76-12

E-mail: tyshenko@gmail.com

*Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів

Національний технічний університет України «Київський

політехнічний інститут»

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

Дана класифікація методів і підходів оцінювання сталого розвитку. Запропонований модифікований український регіональний індекс екологічної сталості. Наведені результати оцінювання екологічної сталості регіонів України на основі даних 2005-2007 років

Ключові слова: сталий розвиток, оцінювання, індикатори, індекси

Приведена классификация методов и подходов оценивания устойчивого развития. Предложен модифицированный украинский региональный индекс экологической устойчивости. Приведены результаты оценивания экологической устойчивости регионов Украины на основе данных 2005-2007 годов

Ключевые слова: устойчивое развитие, оценивание, индикаторы, индексы

This article represents sustainable development assessment methods and approaches classification. Modified Ukrainian Regional Environmental Sustainability Index is proposed. The results of environmental sustainability assessment of Ukrainian regions based on 2005-2007 data are given

Key words: sustainable development, assessment, indicators, indices

1. Вступ

Індикатори сталості та зведені індекси – корисний інструмент прийняття рішень і суспільного спілкування. За допомогою методів аналізування і візуалізації індикатори сталості кількісно визначають та спрощують відображення великих об'ємів інформації. Методи оцінювання прогресу на шляху до сталого розвитку застосовуються в основному на глобальному і національному рівнях. Однак, оцінювання сталості на нижчих рівнях, таких як держава або регіон, є необхідним для розуміння і досягнення сталості.

Існує багато ініціатив у сфері оцінювання сталості й аналізування прогресу на шляху до сталого розвитку, які відрізняються методикою оцінювання, масштабом застосування, широтою охоплення аспектів сталого розвитку тощо. Їх об'єднує намагання розробити моделі, метрики та інструменти визначення меж, за якими шляхи досягнення суспільного та індивідуального до-

бробуту є несталими, а дії призводять до непоправних наслідків для Людини і Природи.

2. Інструментарій оцінювання сталості

Необхідно відзначити, що на даний момент існує понад 800 ініціатив у сфері оцінювання сталості, від глобальних до локальних, відмінних за типом, метою, сферою застосування, базовою схемою тощо [1]. Серед розмаїття схем розроблення індикаторів сталості [2], можна виділити наступні: «тиск – стан – реакція» (ТСР), «рушійні сили – стан – реакція» та схеми, які є похідними від них; рахунки матеріальних потоків; матрицю соціального обліку; систему національних рахунків; схему тематичних індикаторів Комісії ООН зі сталого розвитку (КСР) та побудовану на її основі Вуппергальську схему (т.з. призму сталості) [3] та ін. Серед базових схем однією з найуживаніших є схе-

ма «рушійні сили – тиск – стан – вплив – реакція» (РсТСВР), яка базується на моделі ТСР і є основою для аналізу взаємозалежних впливних факторів (рис. 1).



Рис. 1. Схема «рушійні сили – тиск – стан – вплив – реакція»

Різноманітність методів і підходів до оцінювання сталого розвитку дозволяє здійснити декілька варіантів їх класифікації. Зокрема, виділяють такі

три групи інструментів оцінювання: (I) індикатори та індекси сталого розвитку, (II) підходи застосовні на рівні продукційних систем та (III) інтегровані підходи, окрема група охоплює монетаризаційні методи [4]. До першої групи відносяться, наприклад, система індикаторів сталого розвитку КСР ООН, екологічний слід, індекс добробуту та ін., до другої – оцінювання життєвого циклу, емергетичний аналіз та ексергетичний аналіз продукційних систем тощо, до третьої – аналізування ризиків, оцінювання уразливості й т.і.

Крім того, інструменти оцінювання прогресу на шляху до сталого розвитку можна класифікувати згідно мети і сфери застосування, наприклад як представлено у табл. 1 для індексів оцінювання сталості [5].

Існує ще одна розповсюджена класифікація інструментів оцінювання сталого розвитку – за підґрунтям, на яке опираються підходи і методи. Це (I) монетаризаційні інструменти, (II) біофізичні моделі і вищезгадані (III) системи індикаторів та індекси сталого розвитку [6]. Окремої уваги вимагають біофізичні моделі як напрямок, що стрімко розвивається.

Тут можна виділити ексергетичний аналіз й емергетичний аналіз, останній вирізняється варіативністю сфер застосування – від продукційних систем до глобальних процесів.

Незважаючи на жорстку критику агрегованих показників сталого розвитку [6], індексів, їх використання дозволяє здійснити ефективне згортання великих обсягів даних з метою прийняття рішень за допомогою, зокрема й зворотного аналізу.

Таблиця 1

Індекси сталого розвитку

Оцінювана сфера	Приклади
Індекси інновацій, знань і технологій	Інноваційний індекс / Innovation Index Загальний індикатор науки і технологій / General Indicator of Science and Technology
Індекси розвитку	Індекс розвитку людини / Human Development Index Індекс сталого й економічного добробуту / Index of sustainable and economic welfare
Ринкові індекси	Дійсні заощадження / Genuine Savings Зелений чистий національний продукт / Green Net National Product
Екосистемні індекси	Екологічний слід / Ecological Footprint Індекс живої планети / Living Planet Index
Зведені індекси сталості для промисловості	Метод G-рахунку / G score method Зведений індекс ефективності сталості / Composite Sustainability Performance Index
Інвестиційні індекси Рейтингові індекси Індекси керування активами	Глобальні індекси сталості DJSGI та SAM / Dow Jones sustainability group indices and Sustainable Asset management Корпоративний індекс сталості / Bovespa Corporate Sustainability Index
Продуктові індекси	Індекс життєвого циклу / Life Cycle Index Індекс сталості продукту / Ford of Europe's Product Sustainability Index
Індекси сталості міст	Індекс розвитку міста / City Development Index Індекс міської сталості / Urban Sustainability Index
Національні та регіональні екологічні індекси	Індекс екологічної сталості / Environmental Sustainability Index Індекс екологічної уразливості / Environmental Vulnerability Index
Екологічні індекси для промисловості Енергетичні індекси	Еко-індикатор 99 / Eco-indicator 99 Індекс екологічної ефективності / COMPLIMENT – Environment Performance Index for Industries
Індекси якості життя Соціальні індекси	Індекс благополуччя / Well-Being Index Індекс сталого суспільства / Index for Sustainable Society

3. Український регіональний індекс екологічної сталості

Індекс URESI⁴⁴ (Ukrainian Regional Environmental Sustainability Index) розроблений для оцінювання екологічної сталості регіонів України й методологічно базується на відомому індексі ESI-2005 [7], у якому для формування складових (індикаторів) використана схема «рушійні сили – тиск – стан – вплив – реакція» (див. рис. 1). Індекс URESI⁴⁴ охоплює три компоненти «Екологічні системи», «Зниження екологічного навантаження» і «Глобальне керування» [8]. Компоненти містять 13 індикаторів, а саме «Повітря», «Біорізноманіття», «Земля», «Якість води», «Кількість води», «Радіаційна й екологічна небезпека», «Зменшення забрудненості повітря», «Зниження навантаження на екосистеми», «Зниження використання ресурсів і вироблення відходів», «Зниження водного навантаження», «Участь в екологічних проектах», «Викиди парникових газів» та «Зниження трансграничного екологічного тиску». Розрахунок значень індикаторів екологічної сталості здійснюється на основі 44 показників, які формуються за допомогою близько 100 наборів даних. Методика розрахунку індексу базується на перетворенні значень показників у z-рахунки, індикатори є рівнозначними охоплюваних z-рахунків [8]. Вихідні набори даних одержані з екологічних паспортів регіонів України Міністерства охорони навколишнього природного середовища, даних Державного комітету статистики України, Міністерства економіки України, Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи та інших джерел.

Необхідно відмітити, що м. Київ та м. Севастополь були виключені з розрахунків як не порівнювані об'єкти.

Запропонований регіональний індекс екологічної сталості URESI⁴⁴ враховує національні пріоритети в екологічній політиці, зокрема радіаційне і техногенне навантаження. Результати використання регіонального індексу в значній мірі залежать від якості вихідних наборів даних. Отримувані результати, поряд з індексами оцінювання економічної, соціальної й інституціональної складових сталого розвитку дозволяють представити повну картину прогресу регіонів на шляху до сталого розвитку.

4. Особливості методики розрахунку та інтерпретування URESI⁴⁴ на основі даних 2005-2007 років

Нормалізація показників в z-рахунки знімає ефект масштабування, але z-рахунки залежать від статистичних параметрів спостережуваних даних. Вони є відносними перетвореннями й змінюються кожного разу, коли змінюються дані, структура індексу тощо. Тому, якщо всі об'єкти, тобто регіони, покращать значення деякого показника на одну й ту саму величину, це покращення не вплине на значення z-рахунків, незважаючи на те, що реальне значення показника змінилось.

Це означає, по-перше, що отримувані значення індикаторів, компонентів й самого індексу не несуть коїсної інформації, результатом аналізування є порівнювання цих значень, наприклад, рейтинги, кластери, порівняльні гістограми тощо. По-друге, нормалізація регіональних показників в z-рахунки у межах одного року не дозволяє здійснити порівняння результатів для декількох років.

Була поставлена задача аналізування екологічної сталості регіонів України на основі даних 2005-2007 років. Для вирішення цієї задачі необхідно модифікувати методику розрахунку індексу URESI⁴⁴ з метою надання можливості порівнювання результатів для трьох років. Для цього пропонується здійснювати нормалізацію показників екологічної сталості у межах трьох років разом.

Одним із результатів процедури агрегування показників в індекс є одержання рейтингу екологічної сталості областей України. Подальша кластеризація значень індексу або його складових (компонентів) дозволяє отримати також групи областей із певними характеристиками. Враховуючи критику агрегування індикаторів у індекси [6], а також останні роботи у сфері розроблення систем індикаторів та індексів сталого розвитку, зокрема [9], пропонується модифікувати останній етап розрахунків – отримання індексу екологічної сталості регіонів.

Згідно методики розрахунку ESI-2005 значення індексу є рівнозначними значень індикаторів трансформоване у процентилю кумулятивної функції нормального розподілу. Значення компонентів є аналогічно трансформованими рівнозначними значень охоплюваних індикаторів. Для одержання значень індексу регіональної екологічної сталості URESI⁴⁴ можна використати розраховані значення компонентів, для чого необхідно адаптувати підхід світлофора запропонований у [9]. А саме пропонується значенню кожного з трьох компонентів присвоювати певний колір: у діапазоні значень компоненту від «0» до «1/3» – червоний колір, від «1/3» до «2/3» – жовтий колір та від «2/3» до «1» – зелений колір, де червоний відображає найнижчу екологічну сталість, а зелений – найвищу. Таким чином, комбінація трьох кольорів компонентів для певного року містить інформацію щодо успіхів або невдач регіону у даному році за напрямками «Екологічні системи», «Зниження екологічного навантаження» і «Глобальне керування».

Додатково пропонується здійснювати інтерпретування результатів згорання показників за допомогою схеми веселки:

- якщо усі компоненти червоного кольору, результатом є фіолетовий колір й оцінка «URESI=1», яка відповідає найнижчій екологічній сталості;
- якщо два компоненти червоного кольору – червоний колір й оцінка «URESI=2»;
- якщо хоча б один компонент червоного кольору – жовтогарячий й оцінка «URESI=3»;
- якщо усі компоненти жовтого кольору – жовтий й оцінка «URESI=4»;
- якщо один компонент зелений, а два компоненти жовті – зелений й оцінка «URESI=5»;
- якщо два компоненти зелені, а один жовтий – блакитний й оцінка «URESI=6»;

• якщо усі компоненти зелені – синій й оцінка «UR-ESI=7».

«Колір» або оцінка за схемою веселки є відображенням екологічної сталості області у 2005, 2006 або 2007 роках. Сума оцінок за три роки, 2005-2007, дозволяє одержати загальну оцінку екологічної сталості регіону від «0» до «21».

5. Аналізування результатів

Оброблювання наборів даних для 2005-2007 років дозволяє одержати групи регіонів України, відповідно від найбільш екологічно сталих до найменш екологічно сталих, та карту «Екологічна сталість регіонів України» як для трьох років разом, так і окремо, компонентні профілі регіонів для 2005, 2006 та 2007 років, картки екологічної сталості. Зокрема, у табл. 2 та 3 представлені групи регіонів для трьох років разом і окремо.

Таблиця 2

Рейтинг екологічної сталості регіонів України за даними 2005-2007 років

Області	Група
Волинська, Закарпатська	Висока екологічна сталість
Луганська, Полтавська, Чернівецька, Чернігівська, Вінницька, Рівненська, Херсонська	Екологічна сталість вище середньої
Тернопільська, Хмельницька, Львівська, Миколаївська, Харківська	Середня екологічна сталість
Сумська, Київська, Житомирська, Запорізька, Одеська, Івано-Франківська, Дніпропетровська, Кіровоградська, Черкаська	Екологічна сталість нижче середньої
Донецька, АР Крим	Низька екологічна сталість

Аналізування табл. 3 дозволяє судити про позицію області згідно індексу екологічної сталості та змінюваність цієї позиції. Наприклад, такі області як Дніпропетровська, Кіровоградська та Черкаська мають незмінну оцінку URESI=3 протягом 2005-2007 років, тоді як Одеська область покращила свою позицію, а Харківська – погіршила і т.д. Звичайно така узагальнена оцінка як URESI⁴⁴ не дозволяє визначити конкретні проблеми області, необхідно провести зворотній аналіз, а саме повернутись до значень компонентів та індикаторів екологічної сталості області за певний рік. Тут важливу роль в інтерпретуванні результатів та підтримці прийняття рішень можуть відігравати екологічні або компонентні профілі регіонів [10] й картки екологічної сталості.

Картки регіонів за 2007 рік містять загальну характеристику області (валовий регіональний продукт, населення, територія), значення індексу екологічної сталості URESI⁴⁴ за 2005, 2006 і 2007 рік.

На картці наводяться також значення індикаторів екологічної сталості у діапазоні від «0» до «1», що дозволяє визначити успіхи регіону на шляху до сталого розвитку та його проблемні сфери. Екологічний профіль регіону 2007 року відображається за допомогою пелюсткової діаграми, на якій вершини трикутника компонентів відповідають кольорам компонентів за схемою світлофору, а колір заливання самого профілю – кольору індексу екологічної сталості за схемою веселки. На рис. 2 представлена картка одного з лідерів екологічної сталості за підсумками трьох років – Волинської області з оцінкою екологічної сталості «19» для 2005-2007 років.

Таблиця 3

Індекс екологічної сталості регіонів України за даними 2005-2007 років

Область	2005	2006	2007
Вінницька	5	6	5
Волинська	6	7	6
Дніпропетровська	3	3	3
Донецька	2	3	3
Житомирська	3	5	3
Закарпатська	5	7	7
Запорізька	5	3	3
Івано-Франківська	3	4	3
Київська	4	5	3
Кіровоградська	3	3	3
Луганська	6	5	6
Львівська	3	5	6
Миколаївська	3	6	5
Одеська	3	3	5
Полтавська	5	6	6
Рівненська	5	6	5
Сумська	5	3	5
Тернопільська	5	5	5
Харківська	5	5	4
Херсонська	6	3	7
Хмельницька	5	5	5
Черкаська	3	3	3
Чернівецька	6	5	6
Чернігівська	5	6	6
АР Крим	3	2	3

фіолетовий	червоний	жовто-гарячий	жовтий	зелений	блакитний	синій
1	2	3	4	5	6	7

Основною відмінністю карток 2007 року є наявність трендів зміни індикаторів екологічної сталості [11]. Кожному індикатору присвоюється один або два символи:

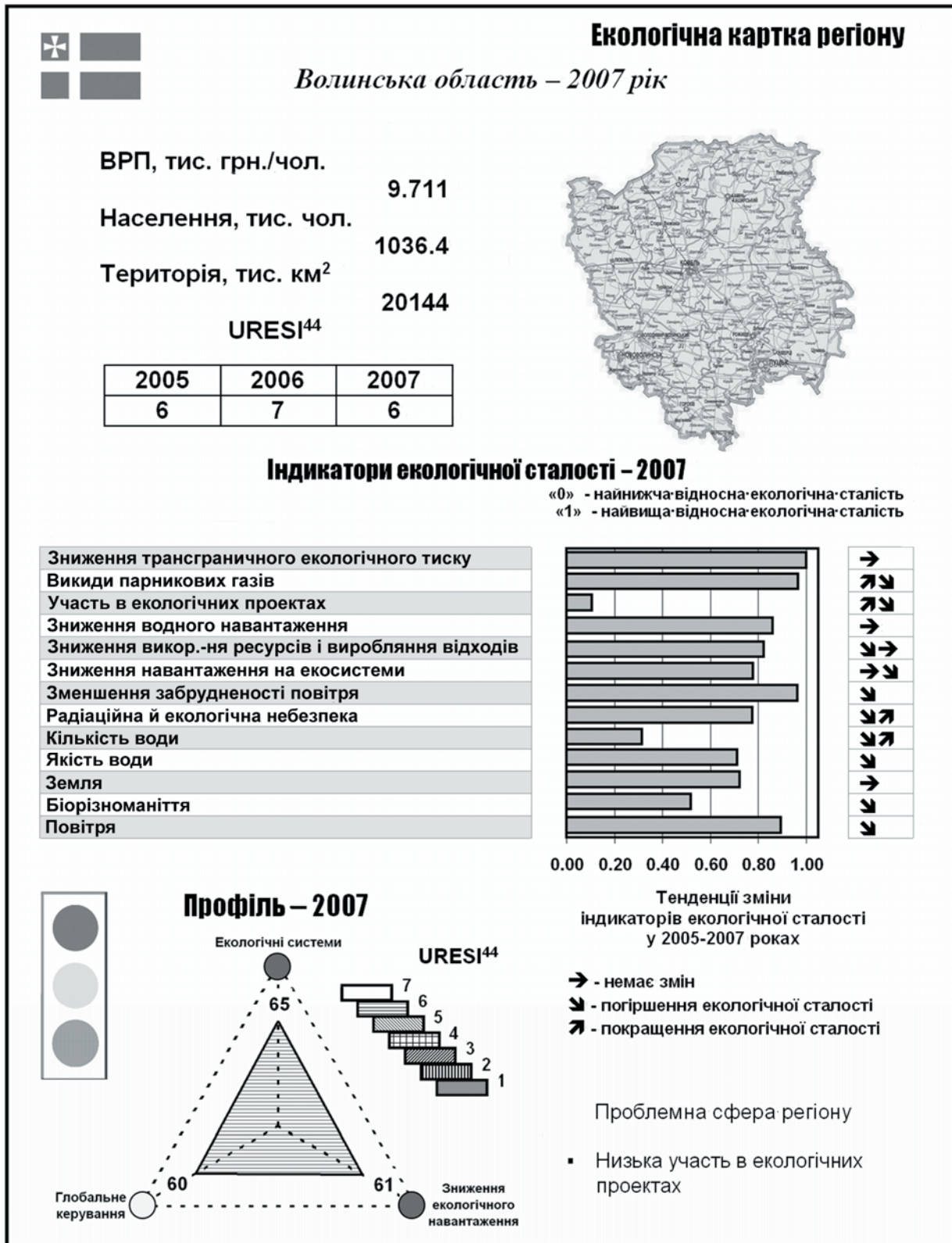


Рис. 2. Картка екологічної сталості Волинської області

- ↗ – покращення екологічної сталості;
- ↘ – погіршення екологічної сталості;
- – значення індикатору змінювалось незначно.

Наявність лише одного символу говорить про стійку тенденцію змінюваності індикатору – покращення, погіршення або незмінність певного напрямку

протягом 2005-2007 років. Наявність двох символів говорить про флуктуації значень індикатору. Наприклад, комбінація ↗↘ говорить, що регіон за певним напрямком у 2006 році покращив свою позицію у порівнянні з 2005 роком, й погіршив, якщо порівнювати 2007 і 2006 роки. Наприклад, така ситуація спостері-

гається за напрямками «Вікити парникових газів» і «Участь в екологічних проектах» для Волинської області (див. рис. 2).

6. Висновки

Запропоновано модифікацію індексу URESI44 для оцінювання екологічної сталості регіонів України на основі даних 2005-2007 років. Результатами роботи є рейтинг екологічної сталості регіонів України за групами для 2005-2007 років, індекси та карти екологічної сталості для 2005, 2006 й 2007 років, картки екологічної сталості регіонів. Розроблені картки містять екологічні профілі регіонів і відображають тенденції зміни індикаторів екологічної сталості для 2005-2007 років. Одержані результати можуть бути використані для прийняття рішень та інформування громадськості.

Література

1. Compendium. A Global Directory to Indicator Initiatives: [Electron. resource]. – Access link: <http://www.iisd.org/measure/compendium/>.
2. Bartelmus, P. Measuring sustainability: data linkage and integration [Text] / P. Bartelmus // Sustainability Indicators: A Report on Indicators of Sustainable Development; [editors B. Moldan, S. Billharz, R. Matravers]. – Chichester: Wiley, 1997. – P. 110-118.
3. Spangenberg, J.H. Environmental space and the prism of sustainability: frameworks for indicators measuring sustainable development [Text] / J.H. Spangenberg // Ecological indicators. – 2002. – Vol. 2. – P. 295-309.
4. Categorising tools for sustainability assessment [Text] / B. Ness, E. Urbel-Piirsalu, S. Anderberg, L. Olsson // Ecological Economics. – 2007. – Vol. 60. – P. 498-508.
5. An overview of sustainability assessment methodologies [Text] / R.K. Singh, H.R. Murty, S.K. Gupta, A.K. Dikshit // Ecological indicators. – 2009. – Vol. 9. – P. 189-212.
6. Gasparatos, A. A critical review of reductionist approaches for assessing the progress towards sustainability [Text] / A. Gasparatos, M. El-Haram, M. Horner // Environmental Impact Assessment Review. – 2008. – Vol. 28. – P. 286-311.
7. 2005 Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship: [Electron. resource]. – Access link: <http://www.yale.edu/esi/>.
8. Згуровский, М.З. Оценивание устойчивого развития окружающей среды на субнациональном уровне в Украине [Текст] / М.З. Згуровский, Г.А. Статюха, И.Н. Джигирей // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2008. – № 4. – С. 7-20.
9. The Happy Planet Index: [Electron. resource]. – Access link: <http://www.happyplanetindex.org>.
10. Екопрофіль регіону – інструмент відображення й аналізу складових сталого розвитку довкілля [Текст] / Г.А. Статюха, И.Н. Джигирей, Д.Р. Коломієць та ін. // Матеріали І наук.-практ. конф. з міжн. участю «Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях», Черкаси, 12-16 травня 2008 р.: тези доповідей / [заг. ред. Г.О. Статюха, В.І. Унрод]. – Черкаси: Вид-во «Черкаський ЦНТЕІ», 2008. – С. 214-215.
11. The Dashboard of Sustainability to measure the local urban sustainable development: The case study of Padua Municipality [Text] / A. Scipioni, A. Mazzi, M. Mason, A. Manzardo // Ecological indicators. – 2009. – Vol. 9. – P. 364-380.