

## Розділ 5

### Екологічний маркетинг та менеджмент

УДК 711.4 : 678.021.9 (066)

JEL Classification: C12, C13, O18, R 23

**Марина Федорівна Аверкіна,**

*д-р. екон. наук, доцент,  
професор кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій  
Національного університету «Острозька академія» (м. Острог, Україна)*

#### ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СТІЙКОГО РОЗВИТКУ МІСТ ТА АГЛОМЕРАЦІЙ

*Стаття присвячена розкриттю особливостей оцінювання рівня стійкого розвитку міст та агломерацій. Автором сформовано показники оцінювання рівня стійкого розвитку міст й агломерацій. В основу оцінювання рівня стійкого розвитку міст та агломерацій покладено інформаційну ентропію як функцію стану, що дає змогу найкраще описувати поведінку відкритих багатокомпонентних динамічних систем. На ґрунті визначених показників й запропонованих інтегральних індикаторів використання та відтворення соціо-еколого-економічних ресурсів, соціо-еколого-економічної безпеки, логістизації оцінено рівень стійкого розвитку агломерацій України.*

Ключові слова: стійкий розвиток, ентропія, ресурсна ефективність, управлінська ефективність, логістизація.

DOI: 10.21272/mmi.2017.4-30

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** В сучасних умовах проблема забезпечення стійкого розвитку міст та агломерацій набула особливої гостроти. Це пояснюється нераціональним використанням соціо-еколого-економічних ресурсів (населення, трудовий потенціал, людський та інтелектуальний капітал, природні ресурси, просторовий базис, засоби виробництва, устаткування, машини, оснащення, будівлі та споруди, транспорт, фінанси), зростання рівня небезпеки в економічній, екологічній та соціальній підсистемах міст та агломерацій. Також негативно на рівень стійкого розвитку впливає відсутність дієвої методики оцінювання рівня використання та відтворення соціо-еколого-економічних ресурсів, стану безпеки й рівня логістизації у містах та агломераціях. Логічно сформована та добре налагоджена система аналізу показників забезпечення стійкого розвитку дасть змогу найбільш точно оцінити економічний, екологічний і соціальний ефекти досліджуваних процесів, забезпечити стійкий розвиток міста й агломерації, а отже, слугуватиме відправною точкою процесу зміни деструктивних тенденцій на конструктивні.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Теоретико-методичні аспекти оцінювання рівня стійкого розвитку територіальних систем представлено у працях таких вчених, як А. Ю. Бережної, Ю. М. Попової [1], Т. П. Галушкіної Л. М. Грановської [3], З. В. Герасимчук [4], Б. М. Данилишина, Л. Б. Шостак [6], Д. А. Ломоносова [8], Л. Г. Мельника [9] та ін.

**Не вирішеної раніше питання, що є частиною загальної проблеми.** Утім, на сучасному етапі

розвитку наукової думки відчувається недостатність методичного інструментарію проведення оцінювання рівня стійкого розвитку міста й агломерації.

**Мета статті.** Мета дослідження полягає у визначенні особливостей оцінювання рівня стійкого розвитку міст та агломерацій.

**Основний матеріал.** З нашої позиції, місто та агломерація є динамічними логістичними системами, розвиток яких, визначається використанням та відтворенням соціо-еколого-економічних ресурсів. Оскільки, на нашу думку, «стійкий розвиток міста» – це позитивні, прогресивні, кількісні, якісні спрямовані та необоротні зміни, які дають змогу адаптуватися до пливу ендо- й екзогенних чинників, досягати рівноваги, розширеного відтворення з одночасним збереженням соціо-еколого-економічної безпеки в процесі організації логістичних потоків у підсистемах міста для задоволення потреб сучасних і прийдешніх поколінь; а «стійкий розвиток агломерації» – якісні, прогресивні, спрямовані та необоротні зміни, вираженням, яких слугує глибина інтеграції підсистем окремих міст, що її утворюють, наявність ефективних агломеративних зв'язків у процесі організації логістичних потоків для задоволення потреб сучасних і прийдешніх поколінь.

У зв'язку із зазначеним, особливості оцінювання рівня стійкого розвитку міст та агломерацій полягають в тому, що необхідно враховувати раціональне використання та відтворення соціо-еколого-економічних ресурсів, стан соціо-еколого-економічної безпеки, баланс між економічними, екологічними та соціальними складовими стійкого розвитку й рівень логістизації в містах та агломераціях.

Оскільки міста й агломерації – це відкриті, динамічні системи, то вони відзначаються хаотичним розвитком, як і будь-які відкриті, динамічні системи. Для надання розвитку відкритої та динамічної стійкості необхідне створення системи запобігання наростання хаосу в ній. Для побудови моделі стійкого розвитку міста й агломерації використовуємо інформаційну ентропію як функцію стану, що дає змогу найкраще описувати поведінку відкритих багатокomпонентних динамічних систем. Тому, що ентропія – це функція, для її дослідження доцільно дібрати відповідні параметри. Це підтверджується в працях таких учених, як Лі ян Сана, Ченг лі Мяо, Лі Янга [12], Г. Лозада [13]. В нашому контексті пропонуємо визначати ентропію ресурсної ефективності, підґрунтям якої слугують показники раціонального використання та відтворення соціо-еколого-економічних ресурсів, та ентропію управлінської ефективності, яка базована на показниках стану соціо-еколого-економічної безпеки та логістизації розвитку міст і агломерацій.

Для вирішення завдання обчислення ентропії таких показників будемо розглядати показник стану як реалізацію деякої випадкової величини, представленої у вигляді часового ряду даних.

На ґрунті закону розподілу випадкової величини (густина ймовірності  $p(x)$ ) можна визначити її інформаційну ентропію за такою залежністю [11]:

$$S = - \int_{-\infty}^{\infty} p(x) \log_2 p(x) dx. \quad (1)$$

Утім, зважаючи на те, що на практиці не завжди можна отримати достатню кількість інформації стосовно певного показника, ентропію доводиться обчислювати на основі малих вибірок дискретних даних, що здебільшого унеможлиблює точне визначення закону розподілу випадкової величини. У такому разі звернемося до відомої процедури обчислення ентропії на основі дискретних даних.

Розподілимо весь діапазон спостережуваних значень величини  $x$  на інтервали та підрахуємо кількість значень  $m_i$ , які відповідають  $i$ -му інтервалу. Знайдемо частоту появи випадкової величини в кожному інтервалі:

$$p_i = \frac{m_i}{n}, \quad (2)$$

де  $n$  – загальна кількість спостережень (кількість елементів вибірки).

Тоді інформаційну ентропію дискретної випадкової величини можемо оцінити за залежністю:

$$S = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i \quad (3)$$

де  $S$  – інформаційна ентропія, що є невід'ємною величиною;  $p_i$  – частота значень  $m_i$ , яка відповідає  $i$ -му інтервалу.

Отримаємо значення (в бітах) ентропії показника, що має вигляд часового ряду даних.

Максимально можливу ентропію, тобто максимально можливе значення у випадку рівноймовірних випадкових величин, обчислимо за залежністю:

$$S_{\max} = -\sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \log_2 \frac{1}{n} = -\log_2 \frac{1}{n} = \log_2 n. \quad (4)$$

Для переходу до безрозмірного вигляду означимо нормовану ентропію як відношення ентропії деякого показника до її максимально можливого значення:

$$H = \frac{S}{S_{\max}}, \quad (5)$$

де  $H$  – нормована ентропія, яка змінюється від 0 до 1.

На основі інформаційної ентропії кожного окремого показника сформуємо індикатори використання та відтворення соціальних, екологічних, економічних ресурсів; соціальної, економічної й екологічної безпеки, оптимальності, інтенсивності, навантаження й екологічності, що визначимо за формулою:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n a_i H_i}{\sum |a_i|}, \quad (6)$$

де  $a_i$  – ваговий коефіцієнт, який може приймати значення -1 або +1 залежно від відповідно дестимулюючого або стимулюючого впливу на формування індикатора ( $I$ ).

У руслі формування методики діагностики забезпечення стійкого розвитку міст й агломерацій доберемо ті показники, які найбільш повно характеризуватимуть процеси раціонального використання та відтворення соціо-еколого-економічних ресурсів, стан соціо-еколого-економічної безпеки, рівень логістизації розвитку міста для формування інтегрального індикатора забезпечення стійкого розвитку міста, який стане основним узагальнювальним показником результативності функціонування підсистем міста. З огляду на те, що на практиці досить складно комплексно оцінити ефективність забезпечення стійкого розвитку міста, доцільно використовувати сукупність показників, які уможливають найбільш повне оцінювання рівня стійкого розвитку.

Відтак, констатуємо про доцільність формування сукупності із часткових індикаторів

використання та відтворення соціо-еколого-економічних ресурсів, наведених у табл. 1, на основі яких буде визначено інтегральні індикатори використання та відтворення соціо-еколого-економічних ресурсів.

Таблиця 1 – Показники для формування ентропії ресурсної ефективності  
(сформовано автором)

Складові індикатора		Показники індикатора		
1	2	3		
Інтегральний індикатор використання соціо-еколого-економічних ресурсів	Індикатор використання соціальних ресурсів	Продуктивність праці, тис. грн./особу		
		Співвідношення сукупного обсягу вироблених товарів, робіт, послуг і річного фонду оплати праці, грн./грн.		
		Рівень зареєстрованого безробіття, %		
		Рівень зайнятості населення, %		
	Індикатор використання екологічних ресурсів	Щільність населення на 1 км <sup>2</sup>		
		Частка води, використаної на виробничі потреби, %		
		Забір води із природних водних об'єктів для користування у розрахунку на одну особу, м <sup>3</sup>		
		Використання енергетичних матеріалів і продуктів перероблення нафти		
	Індикатор використання економічних ресурсів	Водоємність валового місцевого продукту, м <sup>3</sup> /грн.		
		Рівень зносу основних засобів, %		
		Індекс роздрібного товарообороту, %		
		Обсяг роздрібного товарообороту у розрахунку на одну особу, грн.		
		Рівень використання вторинної сировини, %		
		Інтегральний індикатор відтворення соціо-еколого-економічних ресурсів	Індикатор відтворення соціальних ресурсів	Природний рух населення на 1000 жителів
				Приріст населення за рахунок міграційних процесів
Частка населення працездатного віку до загальної кількості населення, %				
Середньомісячна заробітна плата, грн.				
Житловий фонд у середньому на одного жителя, м <sup>2</sup>				
Питома вага житлової площі, обладнаної водопроводом, %				
Питома вага житлової площі, обладнаної каналізацією, %				
Питома вага житлової площі, обладнаної центральним опаленням, %				
Питома вага житлової площі, обладнаної газом, %				
Питома вага житлової площі, охопленої централізованим вивезенням сміття, %				
Введення житлового фонду на одного жителя, м <sup>2</sup>				
Індикатор відтворення економічних ресурсів	Співвідношення кількості створених робочих місць і кількості безробітних			
	Рівень охоплення дітей дошкільними закладами, %			
	Інвестиції в основний капітал у розрахунку на одного мешканця			
	Частка підприємств, що впроваджує інновації, у загальній кількості промислових підприємств, %			
	Кількість малих підприємств на 10 тис. наявного населення			
	Співвідношення доходів і видатків міста			
	Прямі іноземні інвестиції у місто			

1	2	3
	Індикатор відтворення екологічних ресурсів	Частка вловлених і знешкоджених шкідливих речовин у загальному обсязі утворених стаціонарними джерелами забруднення, %
		Співвідношення обсягів водовідведення та потужностей очисних споруд
		Економія забору води за рахунок оборотного та послідовного водопостачання, млн. м <sup>3</sup>
		Частка оборотної та послідовно використаної води у загальному обсязі використання на виробничі потреби, %
		Частка використання енергетичних ресурсів, продукованих із альтернативних джерел енергії в загальному обсязі використання енергетичних ресурсів, %
		Співвідношення витрат на попередження негативних екологічних наслідків і витрат на ліквідацію негативних наслідків
		Загальна площа зелених масивів на одного жителя, м <sup>2</sup>

Як видно із представленої інформації у табл. 1, для оцінювання рівня стійкого розвитку оперуватимемо 3 груповими показниками використання ресурсів (індикатор використання соціальних ресурсів, індикатор використання екологічних ресурсів, індикатор використання економічних ресурсів) і 3 груповими показниками відтворення ресурсів (індикатор відтворення соціальних ресурсів, індикатор відтворення екологічних ресурсів, індикатор відтворення економічних ресурсів).

Інтегральний індикатор використання соціо-еколо-економічних ресурсів пропонуємо обчислювати за такою формулою (евклідова норма вектора у просторі показників використання ресурсів):

$$I_{\text{вик.с.е.е.р.}} = \sqrt{(I_{\text{вик.с.р.}})^2 + (I_{\text{вик.екол.р.}})^2 + (I_{\text{вик.екон.р.}})^2}, \quad (7)$$

де  $I_{\text{вик.с.р.}}$  – індикатор використання соціальних ресурсів;  $I_{\text{вик.екол.р.}}$  – індикатор використання екологічних ресурсів;  $I_{\text{вик.екон.р.}}$  – індикатор використання економічних ресурсів.

Інтегральний показник відтворення соціо-еколо-економічних ресурсів визначатимемо за формулою (норма вектора у просторі показників відтворення):

$$I_{\text{відт.с.е.е.р.}} = \sqrt{(I_{\text{відт.с.р.}})^2 + (I_{\text{відт.екол.р.}})^2 + (I_{\text{відт.екон.р.}})^2}, \quad (8)$$

де  $I_{\text{відт.с.р.}}$  – індикатор відтворення соціальних ресурсів;  $I_{\text{відт.екол.р.}}$  – індикатор відтворення екологічних ресурсів;  $I_{\text{відт.екон.р.}}$  – індикатор відтворення економічних ресурсів.

На основі інтегральних індикаторів використання та відтворення соціо-еколо-економічних ресурсів обчислимо ентропію ресурсної ефективності міста як співвідношення інтегральних показників відтворення та використання соціо-еколо-економічних ресурсів:

$$I_{\text{р.е.}} = \frac{I_{\text{відт.с.е.е.р.}}}{I_{\text{вик.с.е.е.р.}}}, \quad (9)$$

де  $I_{\text{відт.с.е.е.р.}}$  – інтегральний індикатор відтворення соціо-еколо-економічних ресурсів;  $I_{\text{вик.с.е.е.р.}}$  – інтегральний індикатор використання соціо-еколо-економічних ресурсів.

За умови, коли значення інтегрального показника становитиме 1 і більше 1, можна констатувати, що в місті забезпечено рівновагу між використанням і відтворенням соціо-еколого-економічних ресурсів.

Пропонуємо оцінювати логістизацію й у середині міста, і між містами, що охоплюватиме й агломеративні зв'язки та їхню ефективність; останнє окреслює зміст ідеї оцінювання стійкого розвитку агломерацій. Оцінювання стану соціо-еколого-економічної безпеки вважаємо за необхідне проводити шляхом визначення інтегральних індикаторів соціальної безпеки, економічної безпеки, екологічної безпеки. На нашу думку, в ході формування економічних і соціальних показників варто враховувати положення «Методики розрахунку рівня економічної безпеки України», затвердженої наказом Міністерства економіки України №60 від 02.03.2007 р. [10], у якій уміщено граничні значення. Для формування екологічних параметрів доцільно залучати показники впливу господарської діяльності суб'єктів господарювання міста на навколишнє природне середовище міста.

Стан соціо-еколого-економічної безпеки можна також оцінити шляхом порівняння показників використання та відтворення соціо-еколого-економічних ресурсів із їхніми граничними значеннями. Проте такий підхід суперечить специфіці нашого дослідження: по-перше, в роботі оцінюємо два незалежні процеси, а саме – ресурсну ефективність та управлінську ефективність (власне ресурсна ефективність описує перенесення ентропії через межі системи, а управлінська ефективність – ентропію, вироблену безпосередньо у системі); по-друге, визначаємо інтегральний показник забезпечення стійкого розвитку (встановлення рівня соціо-еколого-економічної безпеки на ґрунті граничних показників відзначатиметься тісним корелюванням із показниками використання та відтворення соціо-еколого-економічних ресурсів, що може призвести до отримання хибного результату).

З огляду на вищевикладене вбачаємо логіку у розмежуванні показників соціальної, екологічної й економічної безпеки. Так, показники соціальної безпеки залучені для з'ясування рівня конфліктності у містах та агломераціях (коефіцієнт злочинності), рівня депопуляції та гідного і якісного рівня життя населення (забезпечення лікарняними ліжками, видатки бюджету на розвиток соціальної сфери). Діагностику екологічної безпеки варто проводити на основі оцінювання техногенного навантаження суб'єктами господарювання міста, що детерміноване показниками викидів шкідливих речовин стаціонарними джерелами, утворення відходів, часткою забрудненого повітря та часткою забруднених відходів у загальному обсязі скидів. Вектором формування показників економічної безпеки слугувала потреба визначення економічної незалежності міста (коефіцієнт покриття імпорту експортом), здатності міста до саморозвитку (валовий місцевий продукт на душу населення, рентабельність операційної діяльності підприємств і частка збиткових підприємств) і безпеки інфляційних процесів, тобто врахування рівня інфляції, який є пріоритетним показником і характеризує забезпечення внутрішньої стабільності у конкретному місті й агломерації. Граничні значення показників соціо-еколого-економічної безпеки міста представлено у табл. 2.

Інтегральний індикатор соціо-еколого-економічної безпеки міста пропонуємо визначати за такою формулою (норма вектора у просторі показників безпеки):

$$I_{с.е.б.} = \sqrt{(I_{соц.б.})^2 + (I_{екол.б.})^2 + (I_{екон.б.})^2}, \quad (10)$$

де  $I_{соц.б.}$  – індикатор соціальної безпеки;  $I_{екол.б.}$  – індикатор екологічної безпеки;  $I_{екон.б.}$  – індикатор економічної безпеки.

Для з'ясування проміжних станів соціо-еколого-економічної безпеки скористаємося формулою так званого «золотого поділу», сутність якого полягає у пропорційному співвідношенні, близькому до 0,618:0,382 [2, с. 466].

Таблиця 2 – Граничні значення показників соціо-еколого-економічної безпеки міста (сформовано автором на основі [5, 10])

Показники	Граничне значення показника
1	2
1. Соціальна безпека	
1.1. Коефіцієнт злочинності	не більше ніж 5
1.2. Коефіцієнт депопуляції	не більше ніж 1
1.3. Кількість хворих на кількість ліжок	не більше ніж 1
1.4. Обсяг видатків зведеного бюджету на охорону здоров'я, % до ВМП	не менше ніж 4
2. Екологічна безпека	
2.1. Викиди шкідливих речовин стаціонарними джерелами, т/км <sup>2</sup>	не більше ніж 2,5
2.2. Утворення відходів I–III класів небезпеки, т	мінімальне значення в місті
2.3. Частка забруднених вод у загальному обсязі скидання, %	не більше ніж 70%
3. Економічна безпека	
3.1. Коефіцієнт покриття імпорту експортом	не менше ніж 1
3.2. Валовий місцевий продукт на душу населення, грн.	максимальне значення в місті
3.3. Рентабельність операційної діяльності підприємств, %	не менше ніж 5
3.4. Рентабельність операційної діяльності підприємств сфери послуг, %	не менше ніж 5
3.5. Відсоток підприємств, які отримали збиток, у загальній кількості підприємств, %	мінімальне значення в місті
3.6. Рівень інфляції (до грудня попереднього року), %	не більше ніж 107%

Визначення проміжних станів детерміноване потребою обґрунтування пріоритетних напрямів управління для досягнення стану соціо-еколого-економічної безпеки в місті. Для визначення проміжних станів необхідно вирішити квадратне рівняння:

$$x^2 + ax - a^2 = 0. \quad (11)$$

Розв'язавши (11), у загальному випадку отримаємо

$$x_{1,2} = -\frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4} + a^2}, \quad (12)$$

зокрема при  $a = 1$ :  $x_1 = 0,383$  та  $x_2 = 0,618$ .

Стан соціо-еколого-економічної безпеки міста на проміжку від 0 до 1 буде відображено так:

- проміжок від 0 до 0,382 – стан соціо-еколого-економічної небезпеки;
- проміжок від 0,383 до 0,618 – стан соціо-еколого-економічної загрози;
- проміжок від 0,619 до 0,854 – стан соціо-еколого-економічного ризику;
- проміжок від 0,855 до 1 – стан соціо-еколого-економічної безпеки.

Визначення рівня логістизації детерміноване тим, що на забезпечення стійкого розвитку міста й агломерації також впливає переміщення у процесі виробництва–розподілу–обміну–споживання у їхніх підсистемах ресурсів у вигляді потоків. Виявами логістизації виступає зменшення кількості використання та втрат соціо-еколого-економічних ресурсів під час обслуговування потоків і загалом зменшення навантаження на навколишнє природне середовище. Тому із функціональної точки зору стійкий розвиток також пов'язаний із перерозподілом потоків у підсистемах міста й агломерації, що позначається на рівні логістизації. Перерозподіл потоків – це процес, за якого напрям потоків у просторі може зазнавати змін. Перерозподіл дає змогу уникнути непродуктивних втрат ресурсів,

зменшити втрати під час перероблення, скоротити перелік ступенів перероблення сировини за наявності можливостей і забезпечуватиме процес відтворення в місті й агломерації. Перерозподіл потоків передбачає їхнє залучення в ті сфери певної території, які можуть поставати найбільш вигідними та забезпечувати відтворювальні процеси в місті й агломерації.

Рівень логістизації пропонуємо оцінювати на основі інтегрального індикатора логістизації, базованого на критеріях оптимальності, інтенсивності, навантаження й екологічності.

Так, відповідно до критерію оптимальності розміщення підприємств та інфраструктури міста повинно бути таким, щоб сприяти прибутковості, раціональному використанню простору міста, адекватній доступності для жителів міста, а також уможливити оптимізацію матеріальних, фінансових і трудових ресурсів, що переміщуються та формують підсистеми управління у вигляді потоків, які використовує місто у процесі реалізації своїх цілей у руслі забезпечення стійкого розвитку.

Інтенсивність – це параметр, яким описують переміщення потоків за одиницю часу; залежить від розміщення логістичної інфраструктури міста. У площині посилення ефективності забезпечення стійкого розвитку в напрямі підвищення рівня логістизації міста виникає необхідність оцінення впливу вантажообороту, пасажирообороту й інших результуючих показників для визначення рівня інтенсивності через призму ефективності їхнього використання.

Викремлення критерію навантаження зумовлене потребою використання соціо-еколого-економічних ресурсів і перероблення екологічних ресурсів, переміщення та перероблення більшої кількості субстанцій, що часто призводить до змін зовнішнього середовища та додаткового навантаження на простір міста.

Зміст критерію екологічності окреслений установленням кількісної характеристики негативного навантаження потоків на систему міста, а відтак передбачає з'ясування пріоритетних напрямів усунення останнього. Оскільки однією із основних системопідтримуючих підсистем міста є транспортна, що також відзначається тісною взаємодією з аналогічною підсистемою поряд розташованих міст, то в руслі нашого дослідження пропонуємо оцінити вплив потоків, переміщуваних у межах транспортної підсистеми, на навколишнє природне середовище міст. Розмежуємо такі показники, як: «викиди шкідливих речовин пересувними джерелами», «частка води, втраченої під час транспортування», «частка знешкоджених відходів у спеціально відведених місцях або об'єктах і на території підприємства на кінець року (у розрахунку на 1 км<sup>2</sup>), «наявність небезпечних відходів у спеціально відведених місцях або об'єктах і на території підприємств на кінець року». На основі перерахованих показників означимо пріоритетні напрями екологоорієнтованого логістичного управління.

З огляду на те, що транспортна підсистема може охоплювати простір усередині міста та між містами, оцінювати рівень логістизації розвитку міста й агломерації вважаємо доцільним у розрізі різних підходів.

Із урахуванням згаданих вище критеріїв сформовано часткові індикатори, які складаються з тих показників, які найбільш повно відображають процеси, закладені у критеріях. Останнє представлено у табл. 3.

Інтегральний індикатор логістизації пропонуємо обчислювати за такою формулою:

$$I_{лог.} = \sqrt{(I_{опт.})^2 + (I_{інт.})^2 + (I_{н.})^2 + (I_{ек.})^2}, \quad (13)$$

де  $I_{опт.}$  – індикатор оптимальності;  $I_{інт.}$  – індикатор інтенсивності;  $I_{н.}$  – індикатор навантаження;  $I_{ек.}$  – індикатор екологічності.



Таблиця 3 – Показники для формування ентропії управлінської ефективності (сформовано автором)

Складові індикатора		Показники індикатора	
1	2	3	
Інтегральний індикатор соціо-еколого-економічної безпеки	Індикатор соціальної безпеки	Коефіцієнт злочинності	
		Коефіцієнт депопуляції	
		Кількість хворих на кількість ліжок	
		Обсяг видатків зведеного бюджету на охорону здоров'я, % до ВМП	
	Індикатор екологічної безпеки	Викиди шкідливих речовин стаціонарними джерелами, т/км <sup>2</sup>	
		Утворення відходів I–III класів небезпеки, т	
		Частка забруднених вод у загальному обсязі скидання, %	
	Індикатор економічної безпеки	Частка забрудненого повітря, %	
		Коефіцієнт покриття імпорту експортом	
		Валовий місцевий продукт на душу населення, грн.	
		Рентабельність операційної діяльності підприємств, %	
		Рентабельність операційної діяльності підприємств сфери послуг, %	
	Інтегральний індикатор логістизації	Індикатор оптимальності	Відсоток підприємств, які отримали збиток, у загальній кількості підприємств, %
			Рівень інфляції (до грудня попереднього року), %
			Цільність об'єктів логістичної інфраструктури
Середня відстань перевезень одного пасажирів, км			
Експлуатаційна довжина тролейбусних ліній загального користування (в однопутному обчисленні), км			
Індикатор інтенсивності		Співвідношення транспортних перевезень електротранспортом та автомобільним пасажирським транспортом	
		Розгалуженість маршрутів	
Індикатор навантаження		Вантажооборот, т. км	
		Пасажирооборот, пас. км	
Індикатор екологічності		Темпи росту грошового доданого потоку (темпи надходжень у бюджет міста з усіх джерел), %	
		Перевезено пасажирів, млн. осіб	
		Перевезено вантажів, тис. т	
		Підвезено товарів у місто, т	
Індикатор екологічності		Викиди шкідливих речовин пересувними джерелами, т/км <sup>2</sup>	
		Частка води, втраченої під час транспортування, %	
	Частка знешкоджених відходів у спеціально відведених місцях або об'єктах і на території підприємства на кінець року (у розрахунку на 1 км <sup>2</sup> ), %		
	Наявність небезпечних відходів у спеціально відведених місцях або об'єктах і на території підприємств на кінець року (у розрахунку на 1 км <sup>2</sup> ), тис. т		

На основі становлення інтегрального індикатора соціо-еколого-економічної безпеки міста й інтегрального індикатора логістизації оцінимо ентропію управлінської ефективності за формулою:

$$I_{\text{уп.еф.}} = \sqrt{(I_{\text{с.е.е.б.}})^2 + (I_{\text{лог.}})^2}, \quad (14)$$

де  $I_{\text{с.е.е.б.}}$  – інтегральний індикатор соціо-еколого-економічної безпеки;  $I_{\text{лог.}}$  – інтегральний індикатор логістизації розвитку міста.

За умови, коли значення ентропії становитиме 1, можна стверджувати про ефективне управління ресурсами міста.

На основі визначення ентропії ресурсної ефективності й ентропії управлінської ефективності з урахуванням їхнього рівнозначного впливу ( $0,5=1/2$ ) на значення інтегрального індикатора пропонуємо обчислити рівень забезпечення стійкого розвитку міста за формулою:

$$I_{c.p.} = 0,5 \cdot I_{p.e.} + 0,5 \cdot I_{уп.еф.} \quad (15)$$

де  $I_{p.e.}$  – інтегральний індикатор ресурсної ефективності;  $I_{уп.еф.}$  – інтегральний індикатор управлінської ефективності.

Значення індикатора забезпечення стійкого розвитку міста може коливатися від 0 до 1 і більше 1. У тому разі, коли значення індикатора буде знаходитися в межах 1 або більше 1, доцільно стверджувати про забезпечення стійкого розвитку міста.

Графічною інтерпретацією ентропії є «зірка орієнтирів» (рис.1). Скористаємося нею для наочного зображення отриманих результатів і їхнього оцінювання в контексті забезпечення стійкого розвитку міст і агломерацій у нашому конкретному випадку.

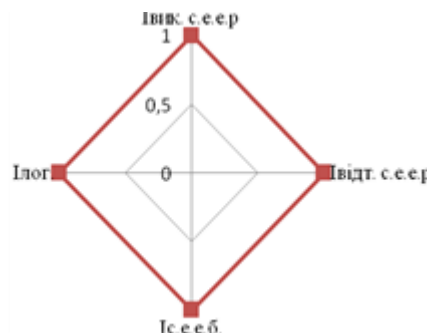


Рисунок 1 – «Зірка орієнтирів» (розроблено автором)

Оскільки стійкість відкритої та динамічної системи залежить від коливань параметрів цієї системи, оцінюємо коливання параметрів за допомогою ентропії (функції стану).

Практично на кожному промені «зірки орієнтирів» відкладемо значення зміни показника за досліджуваний період. Для зручності порівняння використаємо безрозмірні одиниці виміру, тобто представимо зміну значення показника в динаміці. Максимально можлива зміна показника за досліджуваний період відповідає одиничному значенню на «зірці орієнтирів», а діапазон зміни коливається від 0 до 1.

Площа фігури, отримуваної внаслідок з'єднання точок  $I_{внк.с.е.е.р.}$ ,  $I_{відт.с.е.е.р.}$ ,  $I_{с.е.е.б.}$ ,  $I_{лог.}$ , означає якісний стан міста в межах агломерації. Збільшення або зменшення площі фігури за досліджуваний період дає підстави стверджувати про збільшення або зменшення рівня забезпечення стійкого розвитку міста й агломерації.

Якщо за досліджуваний період зміна показників за всіма базовими орієнтирами була максимальною, то і площа фігури на «зірці орієнтирів» буде максимальною. У такому разі фігура матиме вигляд правильного многокутника (квадрат). Якщо значення параметрів максимально наближені до 1, то це означає, що місто й агломерація максимально наближені до стану стійкого розвитку.

Якщо за досліджуваний період зміна показників підсистеми за всіма базовими орієнтирами була

мінімальною, то і площа фігури на «зірці орієнтирів» буде мінімальною: фігура матиме вигляд стисненої до центральної точки «0».

У всіх інших випадках з'єднання точок  $I_{вук.с.е.е.р.}$ ,  $I_{відм.с.е.е.р.}$ ,  $I_{с.е.е.б.}$ ,  $I_{лог.}$  призводить до утворення неправильного багатокутника різної форми та площі, що слугує вказівкою на недосягнення містом або агломерацією стійкого розвитку. Шляхом порівняння «зірок», отриманих у результаті оцінювання параметрів впливу на забезпечення стійкого розвитку міст та агломерацій, можемо зробити висновок про зміни параметрів, які впливають на забезпечення стійкості міста (агломерації).

На основі параметрів, за якими сформовано площу означеної фігури, пропонуємо встановити рівень збалансованості між соціальними, економічними й екологічними процесами. Визначимо геометричний критерій балансу показників ентропійної зірки за залежністю:

$$P_{\sigma} = \frac{A_p}{A_{онм.}} \rightarrow 1, \quad (16)$$

де  $P_{\sigma}$  – критерій балансу між соціальними, економічними й екологічними процесами у місті;  $A_p$  – розрахункова площа ентропійної зірки, яку визначимо за залежністю:

$$A_p = \frac{1}{2} I_{вук.с.е.е.р.} (I_{відм.с.е.е.р.} + I_{лог.}) + \frac{1}{2} I_{с.е.е.б.} (I_{відм.с.е.е.р.} + I_{лог.}) = \frac{1}{2} (I_{вук.с.е.е.р.} + I_{с.е.е.б.}) (I_{відм.с.е.е.р.} + I_{лог.}), \quad (17)$$

$A_{онм.}$  – оптимальна площа ентропійної зірки, яка визначається за залежністю:

$$A_{онм.} = 2H_{\max}^2. \quad (18)$$

Розрахункова формула для геометричного критерію балансу ентропійної зірки матиме вигляд:

$$P_{\sigma} = \frac{(I_{відм.с.е.е.р.} + I_{лог.})(I_{вук.с.е.е.р.} + I_{с.е.е.б.})}{4H_{\max}^2}. \quad (19)$$

Для агломерації геометричний критерій балансу показників ентропійної зірки пропонуємо оцінювати за залежністю:

$$P_{\sigma.агл.} = \frac{\sum (I_{вук.с.е.е.р.}^{(i)} I_{відм.с.е.е.р.}^{(i)}) (I_{с.е.е.б.}^{(i)} + I_{лог.}^{(i)})}{4 \sum (H_{\max}^{(i)})^2}. \quad (20)$$

Оскільки в агломерації між містами виникають агломеративні зв'язки, які виражаються високою концентрацією та спряженістю виробництва, тісними виробничими та техніко-технологічними зв'язками, забезпеченням комплексного перероблення сировини, поширенням масових комунікацій та об'єктів соціального спрямування, увиразнення ролі інноваційних процесів, наявності інтелектуальних соціальних ресурсів, потужних джерел енергії, посиленням торгівельної діяльності та налагодження транспортних, фінансових, рекреаційних, інформаційних зв'язків вважаємо за необхідне окремо оцінювати рівень логістизації агломерації за представленими у табл.4 показниками.

Утім, прикметно, що обрані для оцінювання рівня логістизації агломерацій показники не обліковано у Державній службі статистики України, тобто ентропію зміни показника логістизації практично визначити неможливо.

Таблиця 4 – Показники для формування інтегрального індикатора логістизації агломерації (сформовано автором)

Складові індикатора		Показники індикатора
1	2	3
Інтегральний індикатор логістизації агломерації	Індикатор безпеки агломерації	Придатність транспортних комунікацій до експлуатації
		Наявність швидкісного автомобільного сполучення
		Рівень технологічності транспортних засобів
		Наявність швидкісного залізничного сполучення
		Наявність технологічного трубопровідного транспорту
		Наявність кваліфікованих водіїв
		Наявність технологічної діагностики транспортних засобів (не менше ніж 2 рази на рік)
	Індикатор доступності	Рівень забезпеченості автобусними маршрутами між містами
		Рівень забезпеченості залізничними маршрутами між містами
		Рівень забезпеченості продуктопроводами
		Рівень забезпеченості річковим транспортом
		Рівень забезпеченості морським транспортом
		Рівень забезпеченості повітряним транспортом
	Індикатор оптимізації	Рівень забезпеченості фінансовими ресурсами агломерації
		Зручність маршруту (прямий чи пересадка)
		Тривалість маршруту (не більше ніж 60 хвилин)
		Наявність швидкісного залізничного сполучення
	Індикатор поточковості	Наявність інтермодального квитка
		Частотність руху транспорту

З огляду на вищевикладене видається раціональним звернення до методу експертних оцінок. Пропонуємо оцінювати вплив параметрів на рівень логістизації агломерації так: позитивний вплив параметра на рівень логістизації приймаємо за «+1»; існування позитивного параметра із відсутністю його якісного забезпечення – за «+0,5»; негативний вплив параметра на рівень логістизації – за «-1»; відсутність параметра – за «-» («0»).

Для оцінювання індикаторів безпеки, доступності, оптимізації та поточковості сумуємо отримані значення та співвідносимо з кількістю параметрів у групі (коефіцієнт – 0,25=1/4). Інтегральний індикатор логістизації агломерації ( $I_{л.а.}$ ) обчислюємо за формулою:

$$I_{л.а.} = 0,25 \cdot I_b + 0,25 \cdot I_d + 0,25 \cdot I_o + 0,25 \cdot I_n, \quad (21)$$

де  $I_b$  – індикатор безпеки;  $I_d$  – індикатор доступності;  $I_o$  – індикатор оптимізації;  $I_n$  – індикатор поточковості.

Наступний етап дослідницького алгоритму – встановлення агломеративної складової, за допомогою якої можна з'ясувати доцільність введення міста до складу агломерації.

Г. М. Лаппо [7] запропонував оцінювати агломеративну складову за такою формулою:

$$K_a = \frac{N}{S \cdot l}, \quad (22)$$

$K_a$  – коефіцієнт агломеративності;  $N$  – кількість міських поселень в агломерації;  $S$  – площа території агломерації;  $l$  – найкоротша відстань між міськими поселеннями агломерації.

Утім, підкреслимо певну дискусійність моментів формули: у ній не передбачено відстань від

кожного міста до центра. Останнє увиразнює оптимальність створення такої агломерації, що припускає вплив на забезпечення її стійкого розвитку шляхом економії такого ресурсу, як час. Крім того, варто звернути увагу на можливість утворення агломерації, зважаючи на такий момент, як статус сировинного центру, а також на ґрунті сфери обслуговування, тобто внаслідок формування горизонтальних і вертикальних зв'язків. Власне, перераховане показує коефіцієнт агломеративності, який визначаємо за формулою:

$$K_a = \frac{A_a \cdot l_{\min}}{\sum_{s=1}^n A_{m,s} \cdot l_s} \quad (23)$$

де  $A_a$  – площа агломерації;  $l_{\min}$  – найкоротша відстань міста-супутника до центра агломерації (одного з центрів агломерації за наявності кількох яскраво виражених центрів (поліцентрична агломерація);  $A_{m,s}$  – площа міста  $s$  в агломерації;  $l_s$  – відстань міста супутника  $s$  до центра агломерації.

Чим більшим є значення цього показника, тим вищий рівень агломеративності, а відтак – вища доцільність виокремлення агломерації.

З огляду на те, що формування агломерації можливе за наявності певного центра у вигляді ринку праці, попит на якому не може бути задоволено за рахунок населення адміністративно територіальної одиниці (територіальної громади міста), пропонуємо авторську формулу розрахунку індикатора агломеративності:

$$I_a = \frac{Q_{m.c.}}{Q_{u.a.}} \quad (24)$$

де  $I_a$  – індикатор агломеративності;  $Q_{m.c.}$  – кількість населення, задіяного у маятниковій міграції із міст-супутників;  $Q_{u.a.}$  – кількість працівників (працездатне населення) в центрі агломерації.

Чим вищий рівень значення цього показника, тим вищим є рівень агломеративності.

Завершальний етап алгоритму передбачає визначення рівня забезпечення стійкого розвитку агломерацій, для чого скористаємося залежністю:

$$I_{сра} = (1 + K_a) \cdot (1 + I_a) \cdot (1 + I_{l.a.}) \cdot H_{агломераций} \quad (25)$$

де  $K_a$  – коефіцієнт агломеративності;  $I_a$  – індекс агломеративності;  $I_{l.a.}$  – інтегральний індикатор логістизації агломерації;  $H_{агломераций}$  – показник сукупного внеску кожного міста у забезпечення стійкого розвитку агломерації.

Означений показник обчислюють за залежністю:

$$H_{агломераций} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i H_i}{\sum a_i} \quad (26)$$

де  $a_i$  – ваговий коефіцієнт, який прийматиме значення від 0 до 1, що є відсотковим внеском у формування стійкого розвитку досліджуваної агломерації кожного міста.

Статистично розподіл густини ймовірності появи певної величини інтегрального індикатора є близьким до експоненційного, що означає наявність біля нуля найбільшої густини ймовірності його

значення та зниження частотності його появи зі зростанням значення цього індикатора. Відтак, імовірність потрапляння його у діапазон великих чисел дуже незначна. Узнявши логарифм від показникової функції (яка описує цей імовірнісний розподіл), отримуємо лінійну залежність, на якій за правилом золотого січення можна обрати діапазони зміни показника та відповідні їм оцінки стійкості розвитку агломерації, а саме [2, с. 466]:

- проміжок від 0 до 0,382 відповідає низькому рівню стійкого розвитку міста й агломерації;
- проміжок від 0,383 до 0,618 – середньому рівню стійкого розвитку міста й агломерації;
- проміжок від 0,619 до 1 (і більше) – високому рівню стійкого розвитку міста й агломерації.

На основі запропонованих показників рівня оцінювання рівня стійкого розвитку міст та агломерацій результати розрахунків представимо у таблиці 5.

Таблиця 5 – **Забезпечення стійкого розвитку агломерацій** (авторські розрахунки на основі даних згідно із запитами до Державної служби статистики України)

Агломерації	Коефіцієнт агломеративності ( $K_a$ )	Індикатор агломеративності ( $I_a$ )	Інтегральний індикатор логістизації агломерації ( $I_{l.a.}$ )	Середнє значення показника забезпечення стійкого розвитку міст агломерації ( $H_{агломерації}$ )	Індикатор балансу між економічними, екологічними та соціальними процесами в агломерації	Індикатор забезпечення стійкого розвитку агломерації ( $I_{c.p.a.}$ )
Київська	4,22	0,02	0,66	0,792	0,639	0,845
«Північний Донбас»	0,32	0,0047	0,57	0,763	0,601	0,201
Дрогобицька	0,71	0,0023	0,67	0,808	0,595	0,364
Центрально-Луганська	0,69	0,0226	0,68	0,885	0,560	0,410
«Інноваційний Донбас»	0,76	0,015	0,57	0,756	0,661	0,326
Центрально-Волинська	1	0,008	0,66	0,854	0,704	0,456
Миколаївсько-Херсонська	1	0,002	0,69	0,934	0,646	0,499
Одеська	1,03	0,0019	0,817	0,764	0,675	0,450

У руслі оцінювання рівня забезпечення стійкого розвитку агломерацій визначено, що найвище значення індикатора забезпечення стійкого розвитку агломерації (0,845) відповідає Київській агломерації. Такий результат детермінований достатньо очевидною специфічністю агломерації. По-перше, міста-супутники розміщені навколо її центра по колу, що зумовило значення індикатора агломеративності на рівні 4,22. По-друге, функціонування агломерації меншою мірою залежить від використання природних сировинних ресурсів. По-третє, агломерація має досить розвинену сферу обслуговування. Найнижчий рівень забезпечення стійкого розвитку спостережено в агломераціях «Північний Донбас» і «Інноваційний Донбас», що передусім варто пов'язувати зі створенням цих агломерацій за рахунок формування важких галузей промисловості на основі природних сировинних ресурсів. Прикметно, що агломерації «Інноваційний Донбас», Центрально-Луганська та Дрогобицька за коефіцієнтом агломеративності найбільш подібні, зважаючи на притаманний їм майже однаковий вектор розвитку економіки через домінування таких видів промисловості, як: машинобудування, нафтопереробна, хімічна, енергетична, харчова та легка. Проведені аналітичні дослідження дають підстави для розроблення стратегічних засад управління стійким розвитком міста й агломерації.

**Висновки та напрямки подальших досліджень.** Специфіка оцінювання стійкого розвитку агломерацій відповідно до висвітленої вище методики детермінована оцінюванням забезпечення стійкого розвитку агломерацій із урахуванням ентропії динаміки зміни показників кожного міста, яке

належить до агломерації, та складової агломеративності, яка передбачає оцінювання коефіцієнта агломеративності, індикатора агломеративності та логістизацію агломерації. Використання авторської методики оцінювання стійкого розвитку міста й агломерації дає змогу визначити вплив позитивних і негативних тенденцій шляхом оцінювання ентропії динаміки зміни показника, а відтак – окреслити пріоритетні напрями забезпечення стійкого розвитку міст та агломерацій. Подальші наукові дослідження будуть спрямовані на формування стратегічних засад та механізму забезпечення стійкого розвитку міст та агломерацій з урахуванням результатів оцінювання на ґрунті представленої методики.

1. Бережна А.Ю. Методологічні підходи щодо моделювання сталого соціально-економічного розвитку міста / А.Ю. Бережна, Ю.М. Попова // *Економіка розвитку*. – 2010. – № 4 (56). – С. 37–40.
2. Виноградов И.М. Математическая энциклопедия / И.М. Виноградов. – Т. 2 : Д – КОО. – М. : «Советская энциклопедия». – 1979. – 467 с.
3. Галушкіна Т.П. Еколого-збалансовані пріоритети розвитку теорій: концептуальні засади та організаційний механізм: [монографія] / Т.П. Галушкіна, Л.М. Грановська. – Одеса : Інститут проблем ринку та екон.-екол. досліджень НАН України, 2009. – 372 с.
4. Герасимчук З.В. Регіональна політика сталого розвитку: теорія, методологія, практика : [монографія] / З.В. Герасимчук. – Луцьк : Надстир'я, 2008. – 528 с.
5. Герасимчук З.В. Оцінювання стану та регулювання економіко-екологічної безпеки регіону: теорія, методологія, практика : [монографія] / З.В. Герасимчук, М.Ф. Аверкина. – Луцьк: ЛНТУ, 2012. – 240 с.
6. Данилишин Б.М. Устойчивое развитие в системе природно-ресурсных ограничений / Б.М. Данилишин, Л.Б. Шостак. – К. : СШПС Украины НАНУ, 1999. – 367 с.
7. Лаппо Г. Агломерации России в XXI веке [Електронний ресурс] / Г. Лаппо, П. Полян, Т. Селиванова. – Режим доступу : [http://www.frrio.ru/uploads\\_files/Lappo.pdf](http://www.frrio.ru/uploads_files/Lappo.pdf).
8. Ломоносов Д.А. Стратегічне управління розвитком міста як соціо-еколого-економічної системи : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.05 «Розвиток продуктивних сил і регіональна економіка» / Д.А. Ломоносов. – Одеса, 2013. – 20 с.
9. Мельник Л.Г. Основы стійкого розвитку : [навч. посіб.] / [за заг. ред. д.е.н., проф. Л.Г. Мельника]. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2005. – 654 с.
10. Методика розрахунку рівня економічної безпеки України : за станом на 02.03.2007 р. № 60 [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://www.me.gov.ua/control/uk/publish/article?art\\_id=97980&cat\\_id=38738](http://www.me.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=97980&cat_id=38738).
11. Cover T.M. Elements of Information Theory / T.M. Cover, T.A. Joy – New York : Wiley, 1991.
12. Li-Yan S. Ecological-economic efficiency evaluation of green technology innovation in strategic emerging industries based on entropy weighted TOPSIS method / Sun Li-Yan, Miao Cheng-Lin, Yang Li // *Ecological Indicators*. – 2017. – № 73. – P. 554–558.
13. Lozada G.A.. The Hotelling Rule for Entropy-constrained Economic Growth / Gabriel A. Lozada // *Ecological Economics*. – 2017. – № 133. – P. 35–41.
1. Berezna, A.Yu., & Popova, Yu. M. (2010). Metodologichni pidhody shchdo modelyuvannya stalogo sotsialno-ekonomichnogo rozvytku mista [Methodological approaches to modeling sustainable socio-economic development city]. *Economics of development*, 4 (56), 37-40 [in Ukrainian].
2. Vinogradov, I.M (1979). *Matematychna entsyclopedia [Encyclopedia of Mathematics]*. Moscow : Sovetskaya Encyklopedia [in Russian].
3. Galushkina, T.P., & Granovska, L.M. (2009) *Ekologo-zbalansovani priorytety rovytku terytorii: kontseptualni zasady ta organizatsiyni mehanizm [Ecological and balanced development priority theories: conceptual framework and institutional mechanism]*. Odessa: IPREED NAN Ukraine [in Ukrainian].
4. Gerasymchuk, Z.V. (2008) *Regionalna polityka stalogo rozvytku: teoriia, metodologiya, praktuka [Regional policy of sustainable development: theory, methodology, practice]*. Lutsk: Nadstyria [in Ukrainian].
5. Gerasymchuk, Z.V., & Averkyna, M. F. (2012). *Otsinuvannya stanu ta reguliuvannya ekonomichno-ekologichnoi bezpeky regionu: teoriia, metodologiya, praktyka [Estimating and regulating economic-ecological safety : theory, methodology, practice]*. – Lutsk: LNTU, 2012.
6. Danylyshyn, B.M., & Shostak, L.B. (1999). *Ustoichivoie razvitiie v sisteme prirodno-resursnykh ogranichenii [Sustainable development in the natural-resource constraints system]*. Kiev: SSHPS Ukraine NANU [in Russian].
7. Lappo, G., Polian, P., & Selivanova, T. Aglomeratsyii Rosii v XXI veke [The metropolitan area of Russia in XXI century]. *frrio.ru*. Retrieved from [http://www.frrio.ru/uploads\\_files/Lappo.pdf](http://www.frrio.ru/uploads_files/Lappo.pdf) [in Russian].
8. Lomonosov, D.A. (2013). *Strategichne upravlinnia rozvytkom mista yak sotsio-ekologo-ekonomichnoi systemy [Strategic*

*management of development of the city as a socio-ecological-economic system*]. Extended abstract of candidate's thesis. Odesa [in Ukrainian].

9. Melnyk, L.G. (2005). *Osnovy stiiikogo rozvytku [Basics of sustainable development]*. Sumy: VTD «Universytetska knyga» [in Ukrainian].

10. Ministry of Economy of Ukraine (2007). *Metodyka rozrachunku rivnia ekonomichnoi bezpeky Ukrainy : za stanom na 02.03.2007 № 60* [The method of calculation of economic security of Ukraine]. *me.gov.ua*. Retrieved from [http://www.me.gov.ua/control/uk/publish/article?art\\_id=97980&cat\\_id=38738](http://www.me.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=97980&cat_id=38738) [in Ukrainian].

11. Cover, T.M., & Joy, T. A. (1991). *Elements of Information Theory*. New York: Wiley.

12. Li-Yan, Sun, Cheng-Lin, Miao, & Li, Yang (2017). Ecological-economic efficiency evaluation of green technology innovation in strategic emerging industries based on entropy weighted TOPSIS method. *Ecological Indicators*, 73, 554–558.

13. Lozada, Gabriel A. (2017). The Hotelling Rule for Entropy-constrained Economic Growth. *Ecological Economics*, 133, 35–41.

**М.Ф. Аверкина**, д-р. экон. наук, доцент, профессор кафедры экономико-математического моделирования и информационных технологий, Национальный университет «Острожская академия» (г. Острог, Украина)

**Особенности оценки устойчивого развития городов и агломераций**

*Статья посвящена раскрытию особенностей оценки уровня устойчивого развития городов и агломераций. Автором сформированы показатели оценки уровня устойчивого развития городов и агломераций. В основе оценки уровня устойчивого развития городов и агломераций использовано информационную энтропию как функцию состояния, что позволяет лучше описывать поведение открытых многокомпонентных динамических систем. На основе предложенных интегральных индикаторов использования и воспроизводства социо-эколого-экономических ресурсов, социо-эколого-экономической безопасности, логистизации оценен уровень устойчивого развития агломераций Украины. На основе определенных показателей и предложенных интегральных индикаторов использования и воспроизводства социо-эколого-экономических ресурсов, социо-эколого-экономической безопасности, логистизации оценен уровень устойчивого развития агломераций Украины.*

Ключевые слова: устойчивое развитие, энтропия, ресурсная эффективность, управленческая эффективность, логистизация

**M.F. Averkyina**, Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of economic-mathematical modeling and information technology, National University «Ostroh academy» (Ostroh, Ukraine)

**Features of estimation of the sustainable development rate of cities and metropolitan areas**

*The aim of the article.* To disclose the features of the sustainable development estimation rate for cities and metropolitan areas. To develop evaluation criteria of metropolitan areas logistization.

*The results of the analysis.* The issue of sustainable development of cities and agglomerations became especially acute, primarily due to the socio- economic crisis, difficult environmental situation, inefficient, irrational and uncontrolled use of socio-ecological and economic resources. It is proved that the city is a logistics system. Based on the existing criteria reasonably precondition for sustainable development of cities and agglomerations which should be completed balanced. These preconditions include: adaptation of the cities to the internal and external factors with preserving of the socio -ecological- economic security, change of consumption of resources and their structure (more efficient use of domestic renewable resources and non-renewable external resources by urban flows) ; balance between consumption and reproduction of socio- ecological and economic resources, the expanded reproduction of socio- ecological and economic resources. Information entropy as a function of the state, allowing the best to describe the behavior of public multicomponent dynamic systems, is to be put into basis of the evaluation of sustainable development of cities and metropolitan areas. It is proved that the feature of evaluation of sustainable development of cities and metropolitan areas is considering rational use of socio-environmental and economic resources, reproduction a socio-environmental and economic resource, the state of socio-ecological-economic security, a balance between economic, environmental and social components of sustainable development, the level of logistization in urban and metropolitan areas. Since the city and the metropolitan area are open, dynamic, multicomponent systems, applying the method of producing maximum entropies is best for the assessment of sustainable development. Indicator of the state is considered as the realization of some random variable, provided in the form of time series data in order to solve the problem of calculating the entropy indicators. Scientific novelty is definition of the resource and management efficiency of each city that belongs to the metropolitan area, definition of the agglomerative component that provides assessment agglomerative factor, indicator agglomeration and logistization of metropolitan area that allows to find the expediency of entering the city of the metropolitan area in the context of inter-regional economic connections.

*Conclusions and directions of further researches.* Sustainable development of Ukrainian metropolitan areas is evaluated due to the proposed integrated indicators. Methodical approach to the evaluation of sustainable development of cities and metropolitan areas is formed. It will contribute to the development of strategic principles of sustainable development of cities and metropolitan areas according to their features.

**Keywords:** sustainable development, entropy, resource efficiency, managerial efficiency, logistization.

Отримано 02.03.2017 р.