

---

---

## ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ СУСПІЛЬНО-ГОСПОДАРСЬКИХ ВІДНОСИН

---

---

УДК 005:502.3

### ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ОСНОВІ РОЗРАХУНКУ ПРИВЕДЕНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА КОМПЛЕКС РЕЦИПІЄНТІВ ДЛЯ ОКРЕМИХ КВАДРАТІВ СІТКИ ЕМЕР

*О.М. Теліженко, О.Ю. Древаль, О.О. Павленко*

*Сумський державний університет, м. Суми*

*Є.В. Хлобистов, Л.В. Жарова*

*Рада з вивчення продуктивних сил України НАН України*

#### ВСТУП

В основу управління якістю атмосферного повітря міст, областей, територіально-виробничих комплексів покладена вимога забезпечення гігієнічних нормативів граничнодопустимих концентрацій забруднюючих речовин та граничнодопустимих рівнів фізичних факторів.

Разом з тим такий підхід не дозволяє враховувати ряд соціально-економічних і природно-кліматичних факторів, які визначають як сам рівень впливу на компоненти природного середовища, так і еколого-економічні наслідки такого впливу. Варто зазначити, що в Україні існує розгалужена система нормативно-правових актів, що всебічно охоплюють питання охорони довкілля, втім існує проблема їх взаємоузгодженості та забезпечення контролю за їх виконанням. Управління в галузі охорони довкілля, що передбачає безпосередню систему управління, законодавче забезпечення, стандартизацію природокористування та реалізується через сукупність інструментів та важелів, знаходиться на стадії формування.

Необхідність забезпечення управління еколого-орієнтованим розвитком територій відповідним інструментарієм інтегральної оцінки стану навколишнього природного середовища підкреслює актуальність дослідження.

#### ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою статті є розроблення показників для інтегральної оцінки стану атмосферного повітря та динаміки його змін на базі розрахунку сумарного навантаження на комплекс реципієнтів по території України відповідно до квадратів сітки ЕМЕР.

#### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

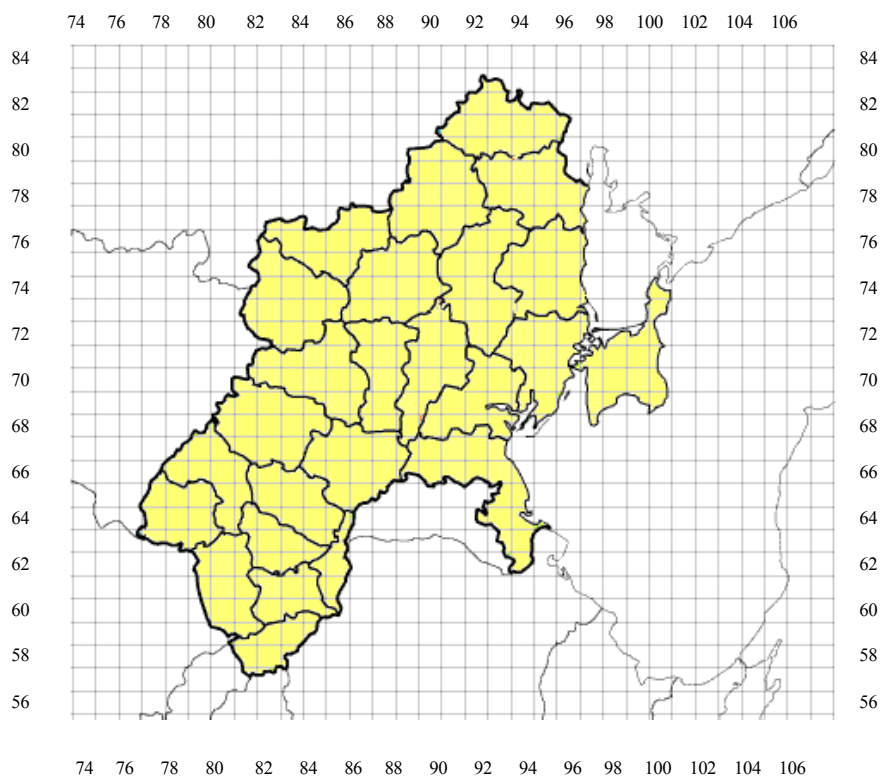
Стан атмосферного повітря та визначення показників його динаміки з урахуванням соціально-економічного розвитку регіонів України пропонується визначати в два етапи.

На першому етапі визначаються показники навантаження на комплекс реципієнтів в умовному обчисленні, а саме у тонах умовного навантаження (у.т.н.). На другому етапі визначаються межі класів для інтегральних показників якості атмосферного повітря.

Показники навантаження на комплекс реципієнтів визначаються за допомогою системи коефіцієнтів, які враховують рівень досягнення встановлених нормативів якості атмосферного повітря, відносну шкоду різних забруднюючих речовин для здоров'я населення, екологічних систем, громадського та власного майна, враховують умови розсіювання забруднюючих речовин, склад реципієнтів, які знаходяться в зоні забруднення. Система коефіцієнтів формується таким чином, щоб сумарне навантаження від забруднюючих речовин загалом по країні дорівнювало сумарному надходженню забруднювачів у атмосферне повітря.

Для проведення розрахунків приведенного навантаження забруднюючих речовин на комплекс реципієнтів бралася координатна сітка ЕМЕР. Координати квадратів сітки відповідають Європейській зоні ЕМЕР (рис. 1) і взяті відповідно до Meteorological Synthesizing Centre-East. Розмір квадратів сітки ЕМЕР становить 50 на 50 км.

Такий підхід дозволяє забезпечити єдині методичні принципи щодо визначення емісії забруднюючих речовин та навантаження на комплекс реципієнтів, які застосовуються при забезпеченні виконання вимог Європейської Конвенції з транскордонного перенесення забруднюючих речовин і при визначенні інтегральних показників якості атмосферного повітря.



*Рисунок 1 - Сітка ЕМЕР у межах України*

Відповідно до [1] та модифікованих методичних підходів, викладених у роботі [2], навантаження на комплекс реципієнтів розраховуються за формулою

$$G_{\Omega} = \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^M \sigma^k a_i^k D_i^k, \quad (1)$$

де  $k$  – індекс типу реципієнта, що сприймає техногенне навантаження;  $i$  – вид забруднюючої речовини;  $\sigma^k$  – коефіцієнт, що визначає соціальну значущість техногенного навантаження на окремі типи реципієнтів;  $a_i^k$  – показник відносної соціально-екологічної небезпеки забруднення атмосферного повітря різними забруднюючими речовинами;  $D_i^k$  – величина умовної річної дози  $i$ -ої забруднюючої речовини, яку отримує на території  $\Omega$  реципієнт  $k$ -го типу.

Значення умовної річної дози розраховується як

$$D_i^k = \iint_{\Omega} q_i(x, y) \rho^k(x, y) dx dy, \quad (2)$$

або

$$D_i^k \approx \sum_{l=1}^L q_{il} \rho_l^k S_l = \sum_{l=1}^L q_{il} R_l^k, \quad (3)$$

де  $q_{il}$  – величина середньорічної концентрації  $i$ -ої забруднюючої речовини в точці  $(x, y)$   $l$ -ої зони території  $\Omega$ ;  $R_l^k$  – кількість реципієнтів  $k$ -го типу, які знаходяться в  $l$ -ій зоні території  $\Omega$ .

Формулу (3) можна записати у вигляді

$$D_i^k = q_{i3AZ} \cdot \rho_{i3AZ}^k S_{i3AZ}^k, \quad (4)$$

де  $\rho_{i3AZ}^k$  – щільність реципієнтів  $k$ -го типу в зоні активного забруднення (в межах окремого квадрата сітки ЕМЕР);  $S_{i3AZ}^k$  – площа зони активного забруднення, яку займає  $k$ -й реципієнт (частка площі окремого квадрата сітки ЕМЕР, яку займає  $k$ -й реципієнт).

Висоту джерел викидів пропонується брати як середньозважену за об'єктами галузей, які розташовані у відповідному квадраті. При цьому середнє значення концентрації  $\bar{q}_{il}$  в межах окремого квадрата сітки ЕМЕР розраховують за формулою

$$\bar{q}_{il} = \frac{\varphi \cdot m_i}{h^{1,64}}, \quad (5)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт, значення якого береться:

- для аерозолів:  $\varphi = 1,9 \cdot 10^{-3}$ ;
- для газів:  $\varphi = 1,6 \cdot 10^{-3}$ .

Залежність (5) отримана шляхом апроксимації функції розподілу максимально разових концентрацій забруднюючих речовин ( $C_i$ ) з перерахунком за формулою  $q_i(x, y) = 0,1 C_i(x, y)$  у середньорічну концентрацію.

Середнє значення концентрації  $\bar{q}_{il}$  для окремого квадрата сітки ЕМЕР визначається як математичне очікування функції розподілу  $q_{il}$ .

З урахуванням (4) та (5) формула (1) матиме вигляд

$$G_{\Omega} = \sum_{i=1}^M \frac{\varphi \cdot m_i}{h^{1,64}} \sum_{k=1}^N \sigma^k \cdot \alpha_i^k \cdot \rho_i^k \cdot S_{3AZi} \cdot \alpha_i^k, \quad (6)$$

де  $\alpha_i^k$  – середньозважена в межах квадрата сітки ЕМЕР структура реципієнтів.

Виходячи з припущення, що для  $i$ -ої забруднюючої речовини значення  $h_i, \rho_i^k, S_{3AZi}, \alpha_i^k$  для окремого квадрата сітки ЕМЕР взяті середніми і такими, що залишаються незмінними, формула (1) матиме вигляд

$$G_{\Omega} = \sum_{i=1}^N m_i \sum_{i=1}^M \frac{\varphi}{h^{1,64}} \sum_{k=1}^N \sigma^k \cdot \alpha_i^k \cdot \bar{\rho}_i^k \cdot \bar{S}_{3AZi} \cdot \bar{\alpha}_i^k. \quad (7)$$

Показник приведенного навантаження на комплекс реципієнтів, які знаходяться в межах окремого квадрата сітки ЕМЕР, дозволяє враховувати низку чинників, які суттєво впливають на еколого-економічну характеристику джерела викидів забруднюючих речовин. До таких чинників належать, перш за все, тип території, що сприймає техногенне навантаження, структура і щільність реципієнтів, середньорічна приземна концентрація забруднюючих речовин та ін.

При розрахунках приведенного навантаження забруднюючих речовин на комплекс реципієнтів використовувались офіційні розрахункові дані емісії забруднюючих речовин для України за даними Meteorological Synthesizing Centre-East.

Коефіцієнт ( $\sigma^k$ ), що визначає соціальну значущість техногенного навантаження на окремі типи реципієнтів, брався відповідно до рекомендацій [1]. При цьому для окремих типів коефіцієнт ( $\sigma^k$ ) брався як середній (табл. 1).

Таблиця 1 - Коефіцієнт соціальної значущості техногенного навантаження на окремі типи реципієнтів

Тип реципієнта	Значення ( $\sigma^k$ )
Сільське господарство	0,25
Селітебна територія	0,055*
Лісове господарство	0,11
* - Середнє значення $\sigma^k$ встановлене за середньою щільністю населення на території України	

Відносна соціальна значущість навантажень на селітебну територію  $\sigma^{сел}$  для окремих квадратів сітки ЕМЕР розраховується за формулою

$$\sigma^{сел} = 0,001 \cdot N, \quad (8)$$

де  $N$  – щільність населення (чол/км<sup>2</sup>).

При розрахунку  $\sigma^{сел}$  для окремого квадрата за основний параметр бралася чисельність населення, яке мешкає на досліджуваній території, з урахуванням чисельності міст, районних центрів та селищ, що розташовані в межах цього самого квадрата. При цьому беремо до уваги, що середня щільність населення на території України становить 55 чол/км<sup>2</sup>. Так, якщо на території досліджуваного квадрата знаходяться

декілька міст та районних центрів, то, відповідно до статистичних даних, визначається загальна чисельність населення по цих містах та районних центрах. Ураховуючи площу досліджуваного квадрата (для більшості квадратів 2500 км<sup>2</sup>), визначається відношення чисельності до визначеної площі

$$N = \frac{V + W}{S} + 55, \quad (9)$$

де  $N$  – щільність населення у відповідному квадраті, чол/км<sup>2</sup>;

$V$  – чисельність населення міст, що входять до досліджуваного квадрата, чол.;

$W$  – чисельність населення районних центрів, що входять до досліджуваного квадрата, чол.;

$S$  – площа квадрата, км<sup>2</sup>.

Для визначення пореципієнтної структури квадратів використовується графічний метод, заснований на визначенні питомої ваги площі окремого реципієнта у загальній площі досліджуваного квадрата, яка становить 2500 км<sup>2</sup>. За реципієнтним складом у квадраті визначаються площі таких реципієнтів ( $k$ ):

$k_1$  – сільське господарство;

$k_2$  – селітебна територія, до складу якої входять: населення, основні засоби промисловості, житлово-комунальне господарство;

$k_3$  – лісове господарство.

На підставі топографічних даних карти України та проекції на цю карту координатних осей ЕМЕР (рис. 1), проведено сегментування території України за реципієнтами  $k$ -го типу.

Шляхом геометричних розрахунків визначені площі досліджуваних реципієнтів у межах окремих квадратів. Варто зазначити, що для квадратів, що знаходяться на кордоні України з іншими державами, навантаження розраховується лише для тієї частини квадрата, що знаходиться на території України. Так, наприклад, для квадрата з координатами  $i, j$  (85,77) площа селітебної території становить 500 км<sup>2</sup>, сільського господарства – 87 км<sup>2</sup>, лісового господарства – 375 км<sup>2</sup>.

Визначення показника відносної соціально-екологічної небезпеки забруднення атмосферного повітря різними інгредієнтами, які враховувалися при проведенні розрахунків приведенного навантаження на комплекс реципієнтів ( $a_i^k$ ), наведено в табл. 2.

Таблиця 2 - Коефіцієнт відносної агресивності деяких забруднюючих речовин для реципієнтів (відповідно до [1])

Назва забруднюючої речовини	Коефіцієнт відносної агресивності за реципієнтами		
	Сільське господарство	Селітебна територія	Лісове господарство
Кадмій	92	57,5	109,3
Сірчаний газ	1,0	1,0	1,0
Окисли азоту	2,7	3,1	1,1
Аміак	1,25	1,55	1,1
Свинець	493	308	585,2
Ртуть	493	308	585,2

Для опрацювання запропонованих методичних підходів були проведені розрахунки сумарного приведеного навантаження на комплекс реципієнтів від забруднення атмосферного повітря кадмієм, сірчанним газом, окислами азоту, аміаком, свинцем, ртуттю за квадратами сітки ЕМЕР Сумської, Чернігівської, Харківської, Луганської та Донецької областей з урахуванням обсягів викидів забруднюючих речовин за 2004 – 2006 роки.

Динаміка зміни сумарного приведеного навантаження на комплекс реципієнтів за 2004-2006 рр. наведена на рис. 2.

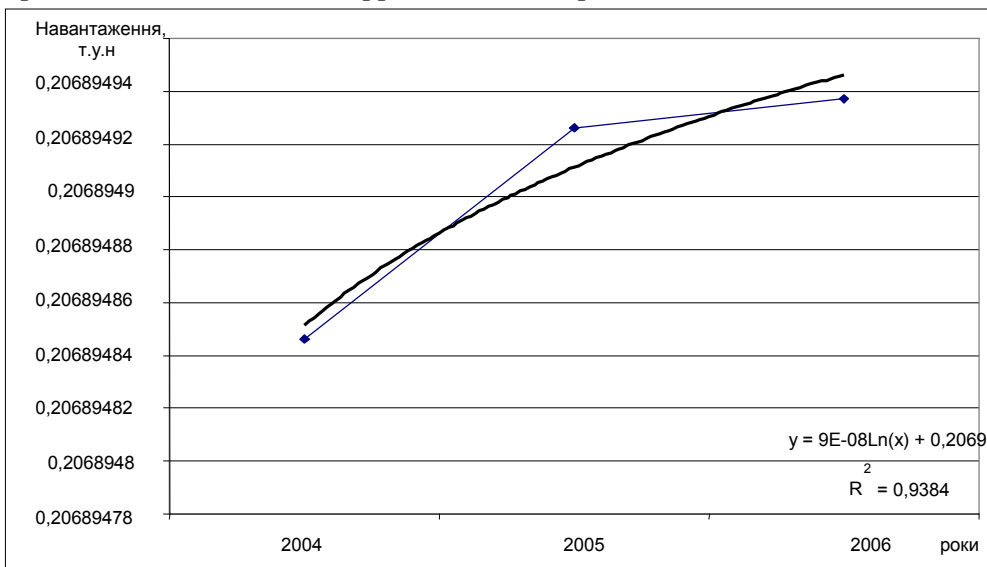


Рисунок 2 - Динаміка зміни сумарного приведеного навантаження на комплекс реципієнтів

На підставі одержаних розрахунків була проведена бальна оцінка територій за рівнем умовного навантаження на комплекс реципієнтів, які розташовані в межах квадрата сітки ЕМЕР. Для цього була проведена градація між мінімальним та максимальним значеннями навантаження за п'ятьма інтервалами.

Таблиця 3- Інтегральний показник якості атмосферного повітря для території України на основі розрахунку приведеного навантаження на комплекс реципієнтів для квадратів сітки ЕМЕР

Діапазон регіонального інтегрального критерію сумарного навантаження $G$ , т.у.н.	Інтегральний бальний показник стану атмосферного повітря	Стан атмосферного повітря
менше 0,00125	1	Сприятливий
від 0,00126 до 0,48126	2	Задовільний
від 0,48127 до 0,96127	3	Напружений
від 0,96128 до 1,44128	4	Критичний
більше 1,44129	5	Кризовий

На рис. 3 зображені діапазони навантаження на досліджуваній території України. Відповідно до наведеної у табл. 3 класифікації якості

атмосферного повітря до територій 5 категорії з кризовою ситуацією належить квадрат із координатами (94,79) Донецької області, до територій 4 категорії з критичною ситуацією – квадрати з координатами (88,78) Харківської області та (92,79) Донецької області, до територій 3 категорії з напруженою ситуацією належать квадрати: (91,79), (91,76) – Дніпропетровської області, (89,78) – Харківської області, (83,76), (84,75) – Сумської області, (95,77), (96,77) – Донецької області. При цьому більшість квадратів відповідають 2 категорії якості атмосферного повітря із задовільною ситуацією.

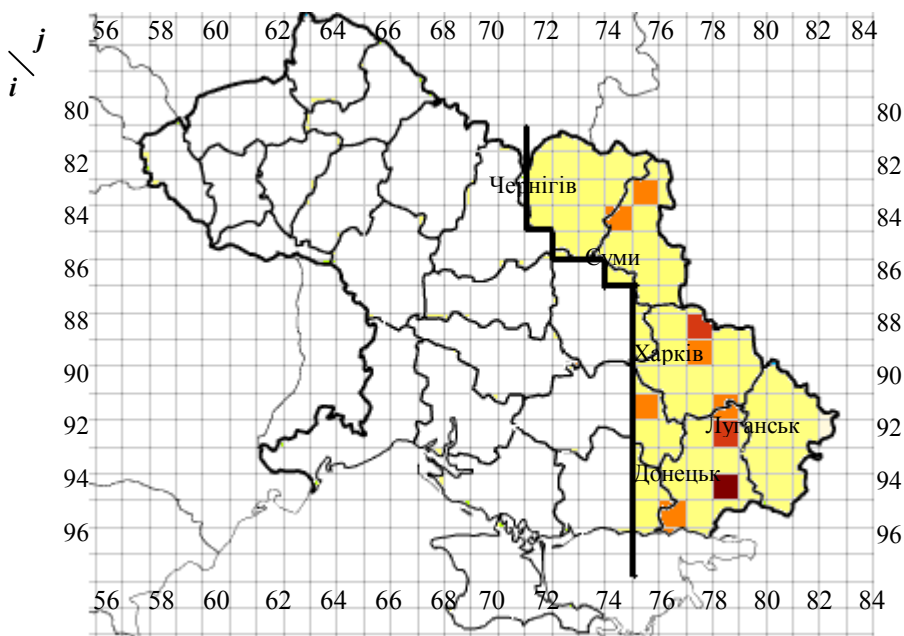


Рисунок 3 – Розподіл навантаження за квадратами сітки ЕМЕР на прикладі областей України, що досліджувалися

Розрахункові значення показника приведенного навантаження від забруднення атмосферного повітря на комплекс реципієнтів по Сумській області наведено в таблиці 4.

Таблиця 4 - Сумарне приведенне навантаження на комплекс реципієнтів від забруднення атмосферного повітря для Сумської області відповідно до квадратів сітки ЕМЕР

Квадрат сітки ЕМЕР з координатами		Сумарне приведенне навантаження на комплекс реципієнтів від забруднення атмосферного повітря, т. у. н.		
		2004	2005	2006
<i>i</i>	<i>j</i>	3	4	5
82	77	0,005474772	0,005474789	0,005474791
83	77	0,012953242	0,012953281	0,012953288
85	77	0,017098247	0,017098276	0,017098282
86	77	0,126166135	0,126166158	0,126166161

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5
87	77	0,109111009	0,109111125	0,109111147
87	76	0,125248079	0,125248138	0,12524813
86	76	0,140896539	0,140896657	0,140896676
85	76	0,03642223	0,036422351	0,036422383
84	76	0,078407546	0,078407613	0,078407611
83	76	0,546539849	0,546539903	0,546539895
82	76	0,124962623	0,124962685	0,124962678
83	75	0,13821995	0,138220066	0,138220086
84	75	0,760244113	0,760244193	0,760244188
85	75	0,154377062	0,154377153	0,15437715
86	75	0,152367043	0,152367182	0,152367208
85	74	0,157718835	0,157718928	0,157718925

Розрахунок граничних значень сумарного приведеного навантаження на комплекс реципієнтів (т. у. н.) для відповідних класів індикаторних показників якості атмосферного повітря проводився відповідно до рекомендацій, викладених у нормативному документі «Методологія інтегральної оцінки стану довкілля». При цьому пропонується встановити п'ять класів індикаторних показників. Така кількість класів цілком достатня для вирішення загальних завдань управління якістю атмосферного повітря. Збільшення числа класів індикаторних показників є технологічно можливим і може бути виконаним для розв'язання деталізованих задач управління якістю атмосферного повітря.

#### ВИСНОВКИ

Оцінка стану атмосферного повітря надає можливість оцінити соціально-гігієнічні та екологічні умови життя населення, надати громадянам відомості про стан та якість того середовища, де вони мешкають.

З економічної точки зору екологічне оцінювання є необхідним інструментом раціонального планування та реалізації природоохоронних заходів. Оцінка якості окремих компонентів навколишнього природного середовища необхідна під час організації ресурсного забезпечення потреб населення та господарства країни.

Охорона навколишнього природного середовища, організація якої є прерогативою держави, без об'єктивних оцінок стану довкілля є вкрай неефективною діяльністю, що не може забезпечити виконання державних потреб та завдань.

Об'єктивне визначення показників стану атмосферного повітря допомагає визначенню тенденцій змін екологічного стану, виявляє причини та наслідки екологічної ситуації, що склалася в країні, регіоні або іншій просторовій одиниці.

Варто звернути увагу, що розроблення показника інтегральної екологічної оцінки регіонів України повинне базуватися на статистичних даних, що збираються та подаються регіонами, а також враховувати специфіку країни.

#### SUMMARY

*The weaknesses of the existing methodic of compensation for damage from overnormative emissions into the atmosphere were revealed and analyzed in the article. The authors proposed the ways of the given methodic improvements.*



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Типовая методика определения экономической эффективности и экономического стимулирования осуществления природоохранных мероприятий и экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды: Проект. – М.: ЦЭМИ АН СССР, 1987. – Ч.2. – 192 с.
2. Устименко В.А., Телиженко А.М. Планирование атмосфероохранной деятельности отрасли на региональном уровне // Химическая технология. – 1989. – №5. – С. 76-80.
3. Телиженко А.М. Теоретические подходы к агрегации кривых безразличия для совокупности потребителей в системе «качество атмосферного воздуха – потребительские товары и услуги» // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Економіка та менеджмент». – 2002. – Випуск 1-2. – С. 82-89.
4. Телиженко А.М. Эколого-экономическое содержание качества атмосферного воздуха // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Економіка та менеджмент». – 2001. – Випуск 3-4. – С. 195-201.
5. Телиженко А.М. Учет неопределенности качества атмосферного воздуха при обосновании сценариев снижения эмиссии // Механізм регулювання економіки, економіка природокористування, економіка підприємства та організація виробництва. – 2001.-№3-4. – С. 39-46.
6. Телиженко А.М. Подходы к моделированию равновесного распределения в эколого-экономических системах // Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. – 2002. – №10(43). – С. 14-22.
7. Телиженко А.М. Экономико-математическая модель зависимости “экономический рост - эмиссия” // Вестник БелГТАСМ. Научно-теоретический журнал. – 2001. – №1. – С. 130-133.

**Теліженко О.М.**, д-р екон. наук, СумДУ, м. Суми;  
**Дрезаль О.Ю.**, канд. екон. наук, СумДУ, м. Суми;  
**Павленко О.О.**, канд. екон. наук, СумДУ, м. Суми;  
**Хлобистов Є.В.**, д-р екон. наук, Рада з вивчення продуктивних сил України НАН України, м. Київ;  
**Жарова Л.В.**, канд. екон. наук, Рада з вивчення продуктивних сил України НАН України, м. Київ

*Надійшла до редакції 10 грудня 2007 р.*