

УДК 504.064:574(477.46)

**О. О. Мислюк, Є. В. Мислюк, Л. М. Соломка**Черкаський державний технологічний університет, кафедра екології,  
бул. Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИКИДІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ТЕЦ НА СТАН УРБОЛАНДШАФТІВ

Стаття присвячена оцінці якості урболандшафтів м. Черкаси за результатами досліджень хімічного складу снігового покриву.

**Ключові слова:** сніговий покрив, екологічне навантаження на урболандшафти, пріоритетні домішки.

В комплексі антропогенних факторів, що сприяють надходженню поллютантів до урболандшафтів м. Черкаси, ТЕЦ займає особливе місце за своєю значимістю та ступенем впливу на довкілля [1, 2]. Основними видами енергоносіїв для Черкаської ТЕЦ являються природний газ та вугілля. Частка вугілля в останні роки значно зросла (рис. 1) в зв'язку із зростанням цін на природний газ, а якість погіршилася, що, звичайно, призвело до збільшення у 2009 р. в порівнянні з 2002 р. викидів забруднюючих речовин в атмосферу, зокрема діоксиду сульфуру в 12 разів, діоксиду нітрогену в 4 рази і твердих частинок в 9,5 раза (табл. 1). По масі викиду і по категорії небезпеки речовини з урахуванням її токсичності пріоритетною забруднюючою домішкою у 2009 р. є діоксид сульфуру (66,2 % і 76,8 % відповідно), на другому місці знаходиться діоксид нітрогену (20,7 % і 22,7 % відповідно).

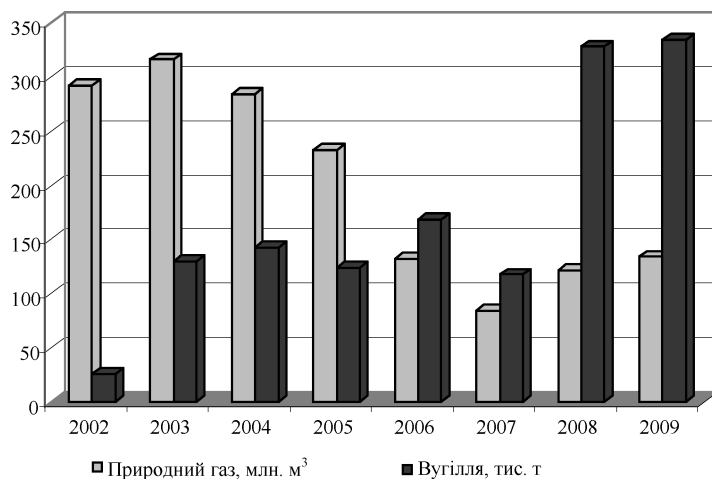


Рис. 1. Споживання палива на Черкаській ТЕЦ

Все це становить небезпеку зростання техногенних навантажень по кислотоутворюючим агентам до критичних значень і, як наслідок, трансформації екосистеми міста, яка може супроводжуватися підвищенням кислотності ґрунту, зміною його фізико-хімічних властивостей і функцій,

основних мікробіологічних процесів, вилуговуванням з верхніх горизонтів обмінного кальцію і магнію, активізацією обмінних процесів, зростанням долі міграційних форм важких металів, порушенням процесів живлення рослин, руйнацією їх кореневої системи тощо [3, 4]. Забруднення навколишнього середовища прямо або опосередковано відбивається на самопочутті і здоров'ї людини.

Таблиця 1

**Викиди забруднюючих речовин Черкаською ТЕЦ за період 2002—2009 рр., тис. т**

Пріоритетні домішки	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Діоксид нітрогену	1,017	1,889	1,896	2,400	2,650	2,824	4,845	3,975
Діоксид сульфуру	1,048	3,413	3,232	6,956	6,717	3,800	2,686	12,697
Тверді частинки	0,251	0,928	1,769	1,909	1,727	1,951	3,475	2,396

Для оцінки екологічної ситуації нами проведені дослідження хімічного складу снігового покриву як індикатору аеротехногенного забруднення міста і розраховані екологічні навантаження на ландшафти.

**Матеріали і методи досліджень.** В крупних промислових містах відбувається накладання ареалів забруднення від різних джерел і загальна площа негативної дії може бути близькою до площі самого міста або навіть перевершувати її.

Основним методом вивчення просторової структури розподілу забруднюючих речовин в депонуючих природних компонентах (сніг, ґрунт) є метод геохімічного картографування. Суть методу полягає у відборі проб снігу (ґрунту) відповідно до пунктів спостереження з подальшим аналізом проб на вміст полютантів, картографуванням і виділенням зон забруднення.

Об'єктом дослідження нами був вибраний сніговий покрив. Забруднюючі речовини, потрапляючи в атмосферу, зазнають різних фізичних і хімічних перетворень аж до моменту їх осадження або вимивання осіданнями (снігом і дощем). Хорошим сорбентом домішок при їх вимиванні з атмосферного повітря є сніг. Сніг володіє рядом властивостей, що роблять його зручним індикатором забруднення не тільки самих атмосферних опадів, але і стану шару атмосфери (де утворюються хмари, відбувається газовий обмін і з якого випадають осідання), а також наступного забруднення вод і ґрунтів [5]. У зимовий період сніг виступає в ролі сезонного концентратора речовин, що надійшли повітряним шляхом. До весняного міграційного циклу вони «законсервовані» в товщі снігового покриву, аналіз якого дозволяє визначити якісний і кількісний склад майбутніх мігрантів для різних ландшафтів, дати оцінку аеротехногенного навантаження, досить точно визначити просторову диференціацію хімічних сполук і кількісно оцінити рівень забруднення атмосферного повітря.

Дослідження снігового покриву проводилися відповідно до існуючих нормативно-методичних документів. Методика досліджень снігового покриву включала проведення снігової зйомки відповідно до [6] та аналіз

талої води. Проби снігу відбиралися перед початком сніготанення (в період максимального накопичення забруднювачів). Для відбору проб снігу використовували пробовідбірник, що дозволяв брати зріз снігового покриву площею 3 дм<sup>2</sup>. Пробовідбірник вертикально заглиблювали в товщу снігу, потім нахиляли до рівня в 5 см до поверхні ґрунту, щоб виключити потрапляння в пробу часток ґрунту і рослинних залишків. Фіксувалася площа шурфу і кількість діб від дати встановлення снігового покриву до дня відбору проб. Проби талої води аналізували за стандартними методиками на вміст: зважених речовин і сульфатів (гравіметричним методом), нітратів (потенціометричним методом за допомогою іон-селективного електрода), гідрокарбонатів і хлоридів (титрометричним методом), вимірювалася величина рН (потенціометричним методом). Карбонат-іони у всіх пробах були відсутні.

Як фонову була вибрана територія с. Мельники, що розташоване за 100 км від м. Черкаси в північному напрямку. На цій території антропогенний вплив мінімальний, невелика частка автотранспорту, відсутність поблизу промисловості, яка здійснювала б забруднення території, отже дана ділянка є оптимальною для використання фонових показників.

Оцінку екологічних навантажень на ландшафт через атмосферу проводили через диференціальні і інтегральні параметри по трьох схемах:

- по абсолютному навантаженню окремої *i*-тої домішки ( $N_i$ );
- по абсолютному сумарному навантаженню всіх домішок ( $N_{\text{сум.}}$ );
- по відносному сумарному навантаженню ( $A$ ).

Екологічне навантаження  $N_i$  визначали через концентрацію домішок в сніговому покриві і розраховували за рівнянням (1):

$$N_i = \frac{m_i}{S \cdot t}, \quad (1)$$

де  $m_i$  — маса *i*-тої домішки;  $S$  — площа поверхні зрізу снігового покриву;  $t$  — час, протягом якого накопичувались опади.

При цьому еталонами для оцінки рівня забруднення снігового покриву сполуками сульфуру і нітрогеном використовувалися рівні критичних навантажень, які розроблені Об'єднаною національно-екологічною комісією Європи (табл. 2) [7, 8].

Таблиця 2

**Критичні навантаження по речовинах, що впливають на рослинність і водні екосистеми, т/км<sup>2</sup>·рік**

Показники	Екологічне лихо	Надзвичайна екологічна ситуація	Норма
Сполуки сульфуру	> 5	3—5	< 0,32
Сполуки нітрогену	> 4	2—4	< 0,28

Для комплексної оцінки якості урбанізованої території за всіма забруднюючими речовинами визначали сумарні екологічні навантаження:

$$N_{\text{сум}} = \sum_i^n N_i. \quad (2)$$

Сумарні екологічні навантаження є непрямим критерієм якості території промислового міста, тому оцінка дії забруднення на урбанізовану територію здійснювалася з таких міркувань (табл. 3) [9].

Таблиця 3

**Критерії оцінки якості території за сумарними екологічними навантаженнями**

Значення екологічного навантаження, т/км <sup>2</sup> ·рік	Характеристика території
0—50	Порівняно чиста територія
50—100	Помірно забруднена територія
100—200	Сильно забруднена територія
> 200	Територія з перевищенням гранично допустимого навантаження

За величиною відносного сумарного навантаження (коефіцієнта перевищення фонових навантажень) можна встановити пріоритетні домішки, які, осідаючи на ландшафти, можуть здійснювати значний вплив на екологічну ситуацію в регіоні.

**Результати досліджень.** Екологічні навантаження визначали розрахунковим шляхом через концентрації домішок в талій воді. Згідно з набутими значеннями пріоритетними забруднюючими домішками в осіданнях протягом року є сульфат-іони, на другому місці знаходяться гідрокарбонат-іони, на третьому — нітрат-іони і зважені частинки (табл. 4). Найбільше екологічне навантаження спостерігається по сульфатах за пануючими напрямками вітрів (взимку переважали східні вітри) на відстані 2000 м від СЗЗ ТЕЦ — 204,4 т/км<sup>2</sup>·рік, що в 78,6 раза більше за фонове, далі навантаження зменшується, але навіть на відстані 6000 м від СЗЗ ТЕЦ воно в 22,6 раза перевищує його.

Порівнюючи одержані результати з критичними екологічними навантаженнями (табл. 2), можна зробити висновок, що по сполуках сульфуру навантаження значно більше за критичне і ситуація може розглядатися як надзвичайна екологічна ситуація і навіть екологічне лихо. За вмістом нітрогену ситуація на більшості території оцінюється як критична.

У центральних районах міста, незважаючи на відсутність у них крупних промислових підприємств, спостерігаються підвищені концентрації забруднювачів атмосфери, джерелом яких є автотранспорт. Пріоритетними домішками тут є тверді частинки і СО<sub>2</sub>. Простежується взаємозв'язок між екологічними навантаженнями і інтенсивністю транспортного потоку, особливо на дорогах високої технічної категорії, технологічними параметрами дорожнього полотна. Запиленість повітря в місті в 2—14 разів є більшою в порівнянні з фоном, а це веде до зростання ролі зважених частинок як носіїв хімічних елементів.

Аналіз просторового розподілу сумарних екологічних навантажень домішками, що досліджувалися, показує, що розповсюдження аеротехногенного забруднення від ТЕЦ сягає значної відстані і по радіусу дії охоплює всю територію міста (рис. 2). Враховуючи, що за багаторічними метеорологічними спостереженнями в регіоні панують вітри західних і північно-західних напрямків існує висока імовірність перенесення домішок від південно-східного промислового вузла на центральну селітебну зону.

## Екологічне навантаження по забруднюючих речовинах

Реперні точки	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		Cl <sup>-</sup>		тверді частинки		Сумарне екологічне навантаження, N <sub>сум.</sub> , т/км <sup>2</sup> ·рік	Відносне сумарне екологічне навантаження, A <sub>сум.</sub>
	N, т/км <sup>2</sup> ·рік	A	N, т/км <sup>2</sup> ·рік	A	N, т/км <sup>2</sup> ·рік	A	N, т/км <sup>2</sup> ·рік	A	N, т/км <sup>2</sup> ·рік	A		
1	9,9	3,8	1,3	6,5	15,3	21,9	4,9	2,9	4,7	2,0	36,1	4,8
2	19,4	7,5	1,0	5,0	6,1	8,7	4,9	2,9	7,5	3,1	38,9	5,1
3	20,7	8,0	1,4	7,0	8,2	11,7	2,4	1,4	6,0	2,5	38,7	5,1
4	19,4	7,5	1,6	8,0	7,3	10,4	4,4	2,6	4,4	1,8	37,1	4,9
5	6,3	1,7	0,9	4,5	12,3	17,6	4,0	2,4	3,2	1,3	26,7	3,5
6	24,0	9,2	0,9	4,5	7,7	11,0	5,3	3,1	23,9	10,0	61,8	8,1
7	45,3	17,4	1,2	6,0	2,4	3,4	4,2	2,5	5,9	2,5	59,0	7,8
8	46,5	17,9	2,1	10,5	3,0	4,3	3,5	2,1	18,2	7,6	73,3	9,6
9	48,3	18,6	2,0	10,0	2,9	4,1	3,5	2,1	10,9	4,5	67,6	8,9
10	50,7	19,5	1,7	8,5	2,3	3,3	3,7	2,2	7,4	3,1	65,8	8,7
11	50,7	19,5	2,2	11,0	3,8	5,4	4,2	2,5	11,5	4,8	72,4	9,5
12	25,2	9,7	1,3	6,5	7,6	10,9	3,1	1,8	5,9	2,5	43,1	5,7
13	74,1	28,5	0,8	4,0	2,0	2,9	2,3	1,4	6,4	2,7	85,6	11,3
14	108,0	41,5	0,7	3,5	1,8	2,6	2,3	1,4	11,8	4,9	124,6	16,4
15	116,5	44,8	0,8	4,0	2,1	3,0	4,1	2,4	10,9	4,5	134,4	17,7
16	153,0	58,8	0,9	4,5	2,3	3,3	2,7	1,6	9,6	4,0	167,5	22,0
17	204,4	78,6	0,9	4,5	2,4	3,4	2,8	1,6	6,7	2,8	217,2	28,6
18	174,6	67,2	1,2	6,0	14,9	21,3	4,2	2,5	21,2	8,8	216,1	28,5
19	68,1	26,2	1,0	5,0	11,2	16,0	5,5	3,2	20,2	8,4	106,0	13,9
20	58,8	22,6	0,9	4,5	12,6	18,0	4,4	3,5	19,3	8,0	96,0	12,6
21	29,7	11,4	1,0	5,0	8,5	26,4	5,9	3,5	8,0	3,3	53,1	7,0
22	12,0	4,6	1,2	6,0	4,6	6,6	4,4	2,6	4,5	1,9	26,7	3,5
23	16,8	6,5	1,5	7,5	11,6	16,6	3,7	2,2	16,4	6,8	50,0	6,6
24	16,2	6,2	1,0	5,0	3,9	5,6	6,6	3,9	20,2	8,4	47,9	6,3
25	28,8	11,1	1,1	5,5	5,0	7,0	4,6	2,7	12,8	5,3	52,3	6,9
26	15,6	6,0	1,3	6,5	7,8	11,1	5,9	3,5	31,2	13,0	61,8	8,1
27	23,4	9,0	1,4	7,0	16,9	24,1	7,5	4,4	34,1	14,2	83,3	11,0
28	16,5	6,3	1,2	6,0	10,9	15,6	6,2	3,6	33,4	13,9	68,2	9,0
29	25,5	9,8	1,0	5,0	3,1	4,4	3,1	1,8	16,7	7,0	49,4	5,2
фон	2,6		0,2		0,7		1,7		2,4		7,6	

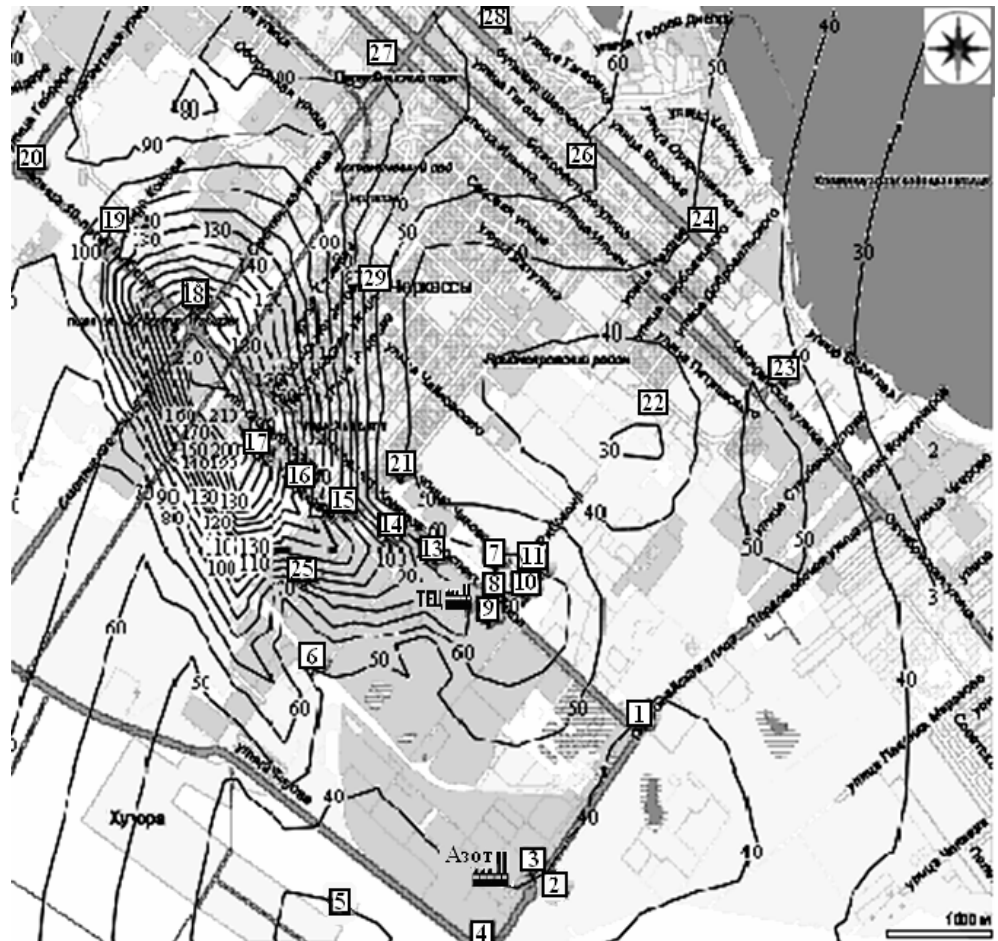


Рис. 2. Карта-схема міста з нанесеними реперними точками і ізолініями сумарних екологічних навантажень

За результатами досліджень проведена диференціація території м. Черкаси за показником сумарного екологічного навантаження, згідно з якою 48 % площі міста можна віднести до порівняно чистої території ( $N_{\text{сум.}} < 50 \text{ т/км}^2 \cdot \text{рік}$ ), 27 % — до помірно забрудненої ( $50 \text{ т/км}^2 \cdot \text{рік} < N_{\text{сум.}} < 100 \text{ т/км}^2 \cdot \text{рік}$ ), 21 % території міста характеризується як сильно забруднена ( $100 \text{ т/км}^2 \cdot \text{рік} < N_{\text{сум.}} < 200 \text{ т/км}^2 \cdot \text{рік}$ ), 4 % території — з перевищенням гранично допустимого навантаження ( $N_{\text{сум.}} > 200 \text{ т/км}^2 \cdot \text{рік}$ ).

Отримана в ході досліджень інформація розглядається як попередній орієнтир для об'єктивної і науково обґрунтованої оцінки екологічного стану урболандшафтів і організації ґрунтово-екологічного моніторингу міських територій. Проведення таких заходів дозволить отримати дані про сумарне навантаження антропогенних чинників на екологічний стан ґрунтів і якість навколишнього середовища, а також поглибити уявлення про причинно-наслідкові зв'язки в оцінці ступеня дії несприятливих екологічних чинників на здоров'я населення.

## **Література**

1. Корнелюк Н. М., Мислюк О. О. Антропогенні фактори аеротехногенного забруднення м. Черкаси важкими металами // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2007. — В. 4. — С. 48—53.
2. Мислюк О. О., Ворона В. В., Мислюк Є. В. Еколого-геохімічний моніторинг території, що прилягає до ТЕЦ // Вісник ЧДТУ. — 2010. — № 1. — С. 82—87.
3. Илькун Г. М. Загрязнение атмосферы и растения. — К.: Наукова думка, 1978. — 147 с.
4. Ивлев Л. С. Химический состав и структура атмосферных аэрозолей. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. — 366 с.
5. Экологическая химия / Под ред. Ф. Корте. — М.: Мир, 1996. — 396 с.
6. Назаров И. М., Фридман Ш. Д., Ренне О. С. Использование сетевых снегов съемок для изучения загрязнения почвенного покрова // Метеорология и гидрография. — 1978. — № 7. — С. 74—78.
7. Hetteling J. P. et al (ed). Mapping critical loads for Europe. — CCE Technical Report No 1, 1991, UN ECE, Bilthoven, the Netherlands.
8. Василенко В. Н., Назаров И. М., Фридман Ш. Д. Мониторинг нагрузок кислотных выпадений // Метеорология и гидрология. — 1992. — № 9. — С. 44—48.
9. Луканин В. Н., Трофименко Ю. В. Промышленно-транспортная экология. — М.: Высш. шк., 2001. — 273 с.

**О. А. Мислюк, Е. В. Мислюк, Л. Н. Соломка**

Черкасский государственный технологический университет,  
кафедра экологии,  
буль. Шевченко, 460, г. Черкассы, 18006, Украина

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ЧЕРКАССКОЙ ТЭЦ НА СОСТОЯНИЕ УРБОЛАНДШАФТОВ**

### **Резюме**

Статья посвящена оценке качества урболандшафтов г. Черкассы по результатам исследований химического состава снежного покрова.

**Ключевые слова:** снежный покров, экологическая нагрузка на урболандшафты, приоритетные примеси.

**O. Myslyuk, E. Myslyuk, L. Solomka**

Cherkasy state technological university,  
department of Ecology,  
boul. Shevchenka, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine

## **IMPACT ASSESSMENT OF CHERKASY CHP PLANT EMISSIONS ON URBOLANDSCAPES**

### **Summary**

The article is dedicated to a comprehensive assessment for the quality of urbolandscapes in Cherkasy based on the chemical composition of the snow cover.

**Key words:** snow, environmental load on urbolandscape, priority contaminants.