

УДК 656.504.064.3:57.084(045)

**Г.М. Франчук**, д-р техн. наук  
**А.М. Антонов**, канд. фіз-мат. наук  
**С.М. Маджд**  
**Н.В. Рахімбердіна**

## МОНІТОРИНГ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЗОНИ АЕРОПОРТУ НА ПІДСТАВІ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ

Кафедра екології, НАУ, e-mail: fod@nau.edu.ua

*Виконано оцінку стану атмосферних опадів зони аеропорту та визначено вміст у них забруднювальних речовин. Наведено результати біотестування на виявлення токсичності в пробах снігового покриву зони аеропорту. Визначено залежність рівня забруднення від терміну перебування снігу в зоні аеропорту та віддаленості від аеропорту.*

### Вступ

Інтенсифікація авіатransпортних процесів та їх євроінтеграція дедалі активніше спонукають виробників до пошуку нових шляхів розвитку підприємств у сучасних умовах і правильного поєднання виробничої (ISO 9001) та екологічної (ISO 14001) якості. Стандартами екологічної якості, зокрема, визначено такі вимоги [1]:

- зменшення відходів та попередження виснаження ресурсів;
- усунення викидів забруднювальних речовин в навколишнє середовище;
- проектування продукції для мінімізації її екологічного впливу у виробництві, використанні й утилізації;
- управління екологічною дією джерел сировини;
- навчання працівників з екологічних питань.

Реалізація цих завдань передбачає здійснення комплексного моніторингу зони розташування підприємства. Комплексний моніторинг означає фізичні, хімічні й біологічні спостереження та вимірювання різних компонентів екосистеми.

У цій роботі запропоновано способи фіто- та зооіндикації забруднень атмосферного повітря в зоні аеропорту на підставі результатів дослідження атмосферних опадів.

### Аналіз досліджень і публікацій

Авіатransпортні процеси супроводжуються викидами в атмосферу поллютантів, що справляють негативний техногенний вплив на довкілля. Зважаючи на те, що в результаті здійснення авіатransпортних процесів більш інтенсивного забруднення зазнає атмосфера, надзвичайно важливою є проблема визначення реального стану атмосферного повітря в зоні аеропорту та на прилеглих до нього територіях. Під забрудненням атмосфери розуміють привнесення в повітряне середовище нових, нехарактерних для нього фізичних, хімічних і біологічних агентів або підвищення природного рівня цих агентів в атмосфері.

Підвищення інтенсивності авіатransпортних процесів у межах аеропорту підсилює негативну дію техногенного забруднення на стан атмосферного повітря. А оскільки аеропорт знаходиться в одному з центральних районів міста і не має вираженої санітарно-захисної зони, то дослідження забруднення атмосферного повітря зони аеропорту набуває надзвичайно важливого значення.

На сьогодні першочерговим завданням є проведення комплексного моніторингу довкілля зони аеропорту та виявлення техногенного навантаження на компоненти довкілля.

Оскільки авіатransпортні процеси найбільше забруднюють атмосферу, особлива увага при проведенні моніторингу приділяється визначенню ступеня забруднення атмосферного повітря зони аеропорту.

Ураховуючи специфіку процесів, які відбуваються в межах аеропорту, особливе значення приділяється дослідженню забруднення викидами, які регламентовані ІКАО.

Вивчаючи питання, пов'язані із забрудненням атмосферного повітря, перенесенням, стійкістю забруднювальних речовин, важливо приділяти належну увагу процесам виведення поллютантів з атмосфери, що впливає на рівень їх вмісту в приземному шарі.

Процес виведення забруднення з атмосфери характеризує її здатність до самоочищення.

Оскільки більшість забруднювальних речовин адсорбовані на твердих частинках або розчинені у краплинах вологи, то випадання опадів – важлива стадія виведення їх з атмосфери [2].

У ході аналізу літературних джерел [2]–[6] було встановлено, що забруднення атмосфери можна оцінювати на основі характеристики атмосферних опадів, хоча це питання вивчено недостатньо.

Однак дослідження хімічного складу атмосферних опадів вивчено достатньо.

### Постановка завдання

Аналіз літературних джерел [2–5] свідчить, що на основі характеристики атмосферних опадів можна визначити атмосферні аномалії. Оцінка стану атмосферних опадів є найбільш об'єктивним методом оцінки стану атмосферного повітря. Такий спосіб контролю атмосфери через оцінку атмосферних опадів більш простий і зручний порівняно з традиційним. Забруднення атмосферних опадів є похідним від забруднення повітряних мас, тому їх цілком можна використовувати як чутливий індикатор забруднення атмосфери. Рівень забруднення атмосферних опадів дає змогу визначити також відповідне забруднення ґрунтів у результаті осадження забруднювальних речовин з атмосфери.

Сніг знаходиться в більш тривалому контакті з атмосферним повітрям, ніж дощ, і тому під час його дослідження ймовірність виявлення забруднювачів в атмосфері більш висока. Тому використання снігового покриву як індикатора забруднення довкілля дозволяє значно підвищити ефективність контролю забруднення атмосфери, водних об'єктів, ґрунтів. Інтерес до вивчення складу снігу визначається тим, що він впливає на розвиток процесів ґрунтоутворення, удобрення ґрунтів поживними речовинами, на формування хімічного складу поверхневих та ґрунтових вод.

Сніговий покрив забруднюється в два етапи:

- забруднення сніжинок під час їх утворення в хмарі і випадання на місцевість – вологе випадання забруднювальних речовин зі снігом;
- забруднення снігу, що вже випав, у результаті сухого випадання забруднювальних речовин з атмосфери, а також їх надходження з підстилкового покриву і гірських порід [5].

У період між випаданням опадів хімічний склад снігу поповнюється за рахунок спонтанного “сухого” осадження аерозолів. Вони фіксуються в сніговому покриві тонкими прошарками сірого, коричнево-сірого, брудно-сірого та інших відтінків, відділяючи різновікові горизонти.

**Мета** цієї роботи – оцінювання стану атмосферного повітря зони аеропорту через біотестування атмосферних опадів на підставі реакції тест-об'єктів.

### Дослідження стану атмосферних опадів

Проби снігу для дослідження відбирали на межі, що відповідає масштабам виконуваних робіт, з урахуванням елементів рельєфу, а також місця знаходження джерела викидів забруднювальних речовин в атмосферу.

Біотестування – це метод дослідження, за якого про якість середовища, фактори, що діють самостійно або в поєднанні з іншими, оцінюють за виживанням, станом і поведінкою спеціально занурених у це середовище тест-об'єктів. Основу біотестування становить визначення шкідливого впливу токсичних речовин на процеси життєдіяльності та життєві цикли гідробіонтів.

Біотестування проб снігу було здійснено вперше. Інформацію про застосування подібного методу для оцінки токсичності снігового покриву у вивченій нами літературі немає.

Під час проведення моніторингу було здійснено серії дослідів за допомогою методів, розроблених як вітчизняними вченими (біотестування на *Daphnia magna* Straus), так і зарубіжними – досліді, що використовуються в міжнародній практиці (біотестування на *Allium* сера, *Lactuca sativa*).

Одним із найбільш чутливих видів до токсичного забруднення водного середовища є дрібне ракоподібне – *Daphnia magna* Straus.

Для визначення гострої токсичності критерієм оцінки є здатність до виживання гідробіонтів. Найпростіший і надійний показник дії забруднювачів у досліді – смертність піддослідних організмів. Основний критерій визначення токсичності проб – смертність понад 50% піддослідних тварин.

Досвід використання методу тестування на *Daphnia magna* для дослідження природних вод та результати наших експериментів показали, що *Daphnia* можна успішно використовувати для виявлення токсичності атмосферних опадів.

Результат проведеного біотесту на цих тест-об'єктах свідчить, що снігові опади на відстані 20, 100 та 1000 м від аеропорту можна вважати небезпечними для існування гідробіонтів у гострих досліді.

Смертність дафній залежить також і від віку опадів, тобто від терміну, впродовж якого сніг перебував під дією забруднення. Так, проби старого снігу були більш токсичні, ніж проби снігу, відібрані відразу після його випадання.

Для оцінки стану атмосферних опадів також були використані фітотести на проростання корінців *Allium* сера, *Lactuca sativa*.

Рослинні тест-об'єкти, які використовували для біотестування снігового покриву зони аеропорту, показали достовірне пригнічення росту корінців (44 і 59 % відповідно).

Результати реакції тест-об'єктів наведено в таблиці.

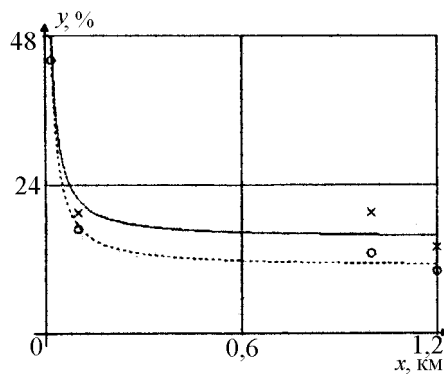
## Результати біотестування проб снігу, відібраних в зоні аеропорту

Місце відбору проб	Вид проби снігу	Вплив на тест-об'єкти, %			Токсичність проби
		<i>Daphnia magna</i> , смертність за 48 год	<i>Allium sepa</i> , пригнічення росту корінців	<i>Lactuca sativa</i> , пригнічення росту корінців	
Контроль	Нещодавно випав *	0,0	0,0	0,0	Нетоксична
	Старий сніг**	0,0	0,0	0,0	Нетоксична
20 м	Нещодавно випав	60,0	44,0	59,0	Токсична
	Старий сніг	73,0	47,5	70,0	Токсична
100 м	Нещодавно випав	38,0	17,0	34,0	Токсична
	Старий сніг	77,0	19,6	45,0	Токсична
1000 м	Нещодавно випав	32,0	13,0	18,0	Токсична
	Старий сніг	27,0	19,6	28,0	Токсична
1200 м	Нещодавно випав	25,0	10,0	14,0	Токсична
	Старий сніг	15,0	14,0	22,0	Токсична

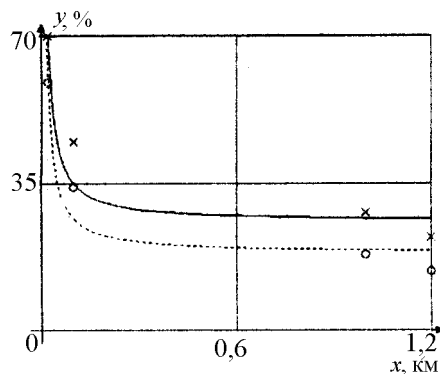
\* Сніг, що перебував у зоні аеропорту дві доби.

\*\* Сніг, що перебував у зоні аеропорту десять діб.

На підставі результатів експериментальних даних були отримані залежності токсичності снігового покриву від віку снігу та віддаленості від аеропорту. Результати впливу авіатранспортних процесів на токсичність атмосферних опадів показано на рис. 1, 2.



а



б

Рис. 1. Пригнічення росту корінців *Allium sepa* (а) *Lactuca sativa* (б) в пробах старого снігу (x x x) та снігу, який нещодавно випав (o o o)

Пригнічення росту корінців *Allium sepa* (рис. 1, а) та *Lactuca sativa* (рис. 1, б) суттєво підвищується з наближенням до аеропорту, причому значно інтенсивніше на рослинні організми впливають забруднення старого снігу. Зміна токсичності в старому снігу з відстанню від джерела  $x$  описується залежностями (суцільні криві):

$$\text{для } Allium\ sepa \text{ (рис. 1, а):} \\ y = 15,8 x^{-0,23}; \quad (1)$$

$$\text{для } Lactuca\ sativa \text{ (рис. 1, б):} \\ y = 20,03 x^{-0,33}. \quad (2)$$

Зміну відносної смертності в тваринних організмах *Daphnia magna* з відстанню від аеропорту показано на рис. 2. Для старого снігу вказана залежність має майже лінійний характер (суцільна крива):

$$y = 50 (1,6 - x). \quad (3)$$

Забруднення снігу, що нещодавно випав, значно менше впливає на живі організми (пунктирні криві). Тому для прогнозування відносного впливу авіатранспортних процесів на довкілля можуть бути використані залежності (1) – (3).

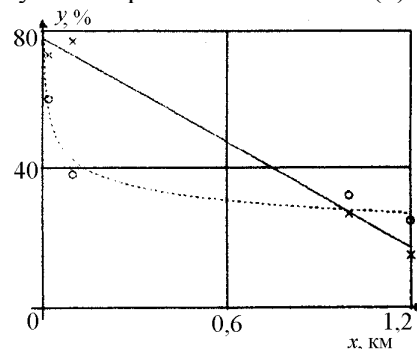


Рис. 2. Смертність *Daphnia magna* в пробах старого снігу (x x x) та снігу, який нещодавно випав (o o o)

## Висновки

Отримані результати дають змогу зробити висновок, що токсична дія на тест-об'єкти збільшується з наближенням до аеропорту і зменшується з віддаленням від нього. На рівень токсичності також впливає такий фактор, як термін перебування снігу в зоні аеропорту. Дані біотестування свідчать про вплив авіатransпортних процесів на характеристики природних компонентів, зокрема, на якість снігового покриву. Таким чином, на підставі реакції тест-об'єктів проби снігу, які відібрані на територіях, прилеглих до аеропорту, можна вважати гостро токсичними.

Порівняння даних експерименту та результатів, одержаних за допомогою математичної обробки, дає підставу прогнозувати екологічний стан компонентів довкілля в зоні аеропорту в режимі реального часу.

На підставі результатів експериментів можна зробити висновок, що звичайні лабораторні гідробіонти та фітотести, які використовуються для різноманітних досліджень у галузі водної токсикології, можуть бути використані як біотести для виявлення токсичності атмосферного повітря.

Оскільки вказані способи біотестування атмосферних опадів раніше не застосовувалися, Державним департаментом інтелектуальної власності видано патент на винахід за №2003043550 “Спосіб контролю забруднення атмосфери через біотестування атмосферних опадів” [7].

## Література

1. Шайдлер Д. ISO–14001. Понимание и внедрение системы экологического управления. – Женева: Фьючекаст, 2000. – 115 с.
2. Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу. – Л.: Простір М, 1998. – 356 с.
3. Кубланов С.Х., Шпаківський Р.В. Моніторинг довкілля. – К.: ДПМК Мінекобезпеки України, 1998. – 92 с.
4. Василенко В.Н., Назаров І.М., Фридман Ш.Д. Моніторинг забруднення сніжного покриву. – Л.: Гидрометеозидат, 1985. – 181 с.
5. Маджд С.М., Кіпніс Л.С., Франчук Г.М. Методика оцінки хімічного забруднення атмосферного повітря на основі аналізу стану атмосферних опадів в зоні аеропорту // Наука та молодь: Зб. наук. пр. – К.: НАУ, 2003. – 486 с.
6. Франчук Г.М., Кіпніс Л.С., Маджд С.М. Перспективи розробки методів біотестування для контролю впливу на довкілля авіатransпортних процесів // Матеріали V міжнар. наук.-техн. конф. “Авіа-2003”. Т. 2. – К.: НАУ, 2003. – 378 с.
7. Деклараційний патент №63446А на винахід. Спосіб контролю забруднення атмосфери через біотестування атмосферних опадів / Л.С. Кіпніс, С.М. Маджд, Г.М.Франчук. – №2003043550 Заявл. 18.04.03; Опубл. 15.01.04 // Промислова власність: Бюл.– 2004. – №1.

Стаття надійшла до редакції 20.05.05.

Г.М. Франчук, А.М. Антонов, С.М. Маджд, Н.В. Рахимбердина

Моніторинг состояния атмосферного воздуха зоны аэропорта на основании результатов исследований атмосферных осадков

Проведена оценка состояния атмосферных осадков зоны аэропорта и определено содержание в них загрязняющих веществ. Приведены результаты биотестирования на выявление токсичности в пробах снежного покрова зоны аэропорта. Определена зависимость уровня загрязнения от срока пребывания снега в зоне аэропорта и отдаленности от аэропорта.

G.M. Franchuk, A.M. Antonov, S.M. Madzhd, N.V. Rakhimberdina

Monitoring of the state of atmospheric air of the airport zone on the grounds of researches of precipitations

The estimation of a condition of precipitations of a zone of the airport is carried out and contents in them of pollutants are determined. The results of biotesting on detection of toxicity in tests of a hibernal snow level of the zone of airport are adduced. The relation of a level of pollution to term of stay of a snow in the airport zone and remoteness from the airport is determined.