

УДК 504.3.054:58.085

© **А.І. Горова**, д-р біол. наук;
Ю.В. Бучавий, асистент;
А.В. Павличенко, канд. біол. наук;
І.Г. Миронова, асистент

Національний гірничий університет, м. Дніпропетровськ

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РОСЛИН-ІНДИКАТОРІВ ТА ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Досліджено стан атмосферного повітря м. Дніпропетровськ за допомогою методу «Стерильність пилку» рослин-індикаторів. Проведено моделювання процесів переносу забруднювачів від основних джерел викидів промислових підприємств та картографування території міста за індексами забруднення атмосфери. Встановлено залежність між інтегральним показником ушкодження рослин-індикаторів та комплексним індексом забруднення атмосфери.

Ключові слова: джерела забруднення повітря, стерильність пилку рослин, індекси забруднення атмосфери, картографування територій, інтерполяція растрів.

Контроль якості атмосферного повітря промислових міст є однією з актуальних задач сьогодення. Пріоритетними забруднювачами атмосфери у містах є окисли азоту, двоокис сірки, окис вуглецю, феноли, формальдегід тощо. Причому обсяги надходження цих газів від антропогенних джерел значно вищі за природні.

Для моніторингу атмосферного повітря територій міст використовуються осереднені за певний період (місяць, рік) концентрації найпоширеніших шкідливих домішок, за якими визначаються індекси забруднення атмосфери (ІЗА). При цьому урахується різниця швидкості збільшення рівня небезпеки речовини з кратністю перевищення її ГДК, а також здатність деяких шкідливих речовин до сумації при спільній наявності в атмосферному повітрі. Такі дослідження є вельми затратними і сьогодні вони проводяться лише у великих промислових містах, та навіть в них незначна кількість стаціонарних постів спостереження не дозволяє отримати повну просторово-часову інформацію щодо стану атмосферного повітря на всій території міста. Недостатня кількість постів спостереження не дозволяє виконати порівняльний аналіз та картографування стану атмосфери за цими показниками.

Слід відмітити, що для оцінки рівнів забруднення атмосферного повітря міст можна використовувати методи біоіндикації. Довготривала дія незначних концентрацій забруднювачів повітря зазвичай не викликає видимих ознак ушкодження рослин, однак негативні зміни можна виявити на клітинному рівні [1, 2]. Тому для визначення токсико-мутагенної

активності забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферу на території міст можна використовувати цитогенетичний біотест – «Стерильність пилку рослин». В якості фітоіндикаторів можуть застосовуватися трави, дерева та чагарники, які використовуються при озелененні міст. Все це дозволяє використовувати рослини-індикатори для оцінки стану атмосферного повітря там, де неможливі або недоцільні довготривалі спостереження із використанням фізико-хімічних методів, газоаналізаторів безперервної дії тощо. Однак для цього необхідно встановити залежності зміни рівнів ушкодженості рослин від концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі промислових міст.

Метою роботи є визначення змін показників стерильності пилку рослин-індикаторів, що ростуть на території м. Дніпропетровськ за індексами забруднення атмосферного повітря.

Для цього були вирішені наступні задачі:

- Проведено оцінку стану атмосферного повітря за тестом «Стерильність пилку рослин».
- Визначено індекси забруднення атмосфери міста шляхом моделювання процесів перенесення забруднювачів від основних джерел викидів промислових підприємств та автотранспорту.
- Отримано прогнозні моделі для визначення індексу забруднення атмосфери за значеннями рівнів стерильності пилку рослин.
- Виконано картографування території міста за дослідженими показниками.

Для оцінки якості атмосферного повітря міста за тестом «Стерильність пилку рослин» були відібрані бутони 77 видів рослин-індикаторів, які відрізняються за ступенем чутливості до несприятливих факторів. Відбір зразків проводили на 187 моніторингових точках. Визначення кількості стерильних клітин та оцінка токсичності атмосферного повітря за інтегральним умовним показником ушкодження (ІУПУ) виконувались за методикою [3]. Картографування території міста проводилось із використанням програмного комплексу ESRI ArcGIS 9.3 Desktop шляхом растрової інтерполяції точкових шарів. Результати картографування м. Дніпропетровськ за рівнем токсичності атмосферного повітря наведені на рис. 1.

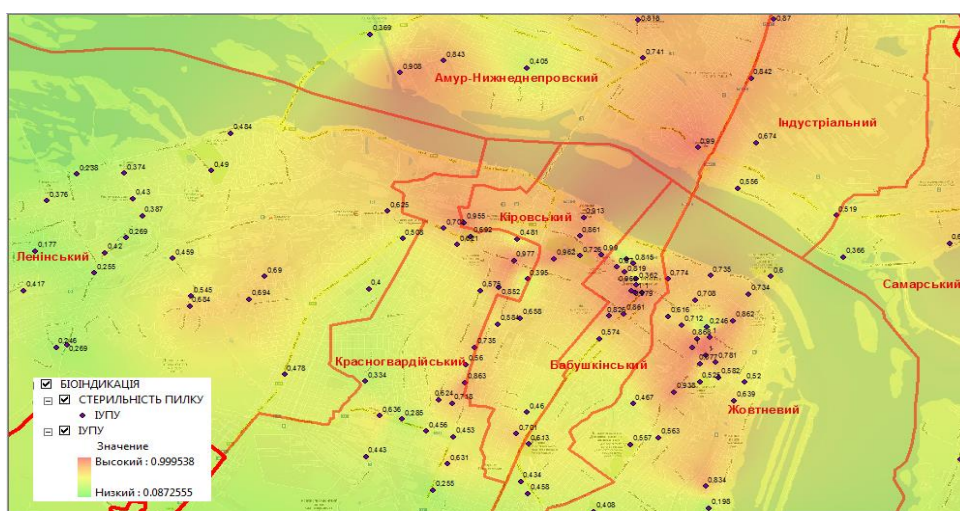


Рис. 1 – Токсичність атмосферного повітря за тестом «Стерильність пилку рослин»

Основними забруднювачами атмосферного повітря Дніпропетровська є 22 промислових підприємства, з 84 стаціонарними джерелами, на долю яких припадає понад 80% від загального обсягу викидів промислових газів міста.

Для визначення осереднених приземних концентрацій забруднювачів від викидів промислових підприємств використовувалася методика [4], база метеорологічних даних Дніпропетровська за досліджений період (WEB-сайт <http://rp5.ru>); коефіцієнти вертикальної стійкості атмосфери визначалися згідно з алгоритмом [5]. Технологічні параметри джерел викидів уточнювалися з екологічних паспортів та документів ОВНС підприємств. Розрахунок осереднених приземних концентрацій виконувався за допомогою програми MathCad 15, при цьому окремо для кожного джерела забруднення формувалася розрахункова сітка концентрацій (51х31) з подальшим експортом в електронні таблиці та інтеграцією в ГІС, де виконувалась їх інтерполяція. Результати картографування території міста за розрахунковими КІЗА від викидів підприємств наведені на рис. 2.

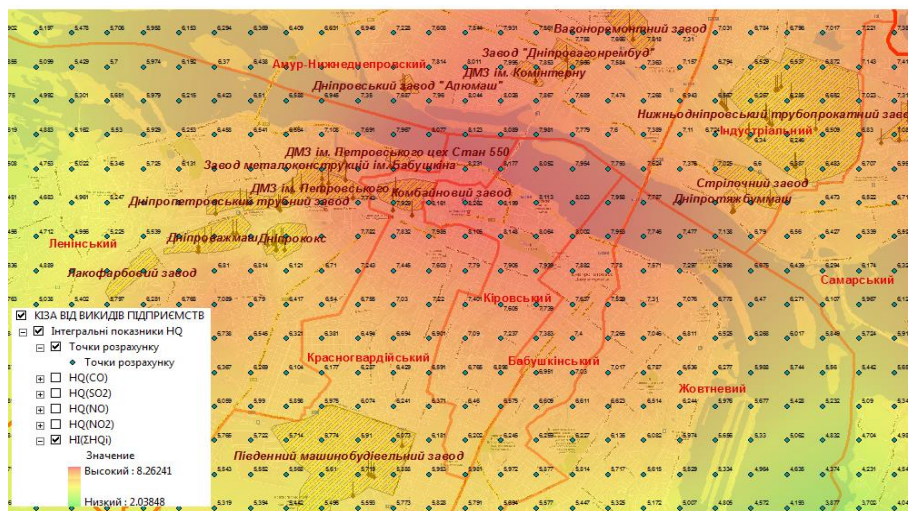


Рис. 2 – Картографування території міста за розрахунковими КІЗА від викидів підприємств

Як видно з рис. 2, цей показник змінюється на території міста від 2 до 8,26.

Іншим джерелом забруднення атмосфери є автотранспорт, вплив якого на зелені насадження міста було досліджено при виконанні гранту «Розробка науково-обґрунтованих принципів озеленення території м. Дніпропетровська з урахуванням рівнів техногенного навантаження». Було досліджено інтенсивність руху на 27 перехрестях міста із подальшим визначенням розрахункових величин викидів автотранспорту за методикою [6]. Це дозволило ототожнювати ці перехрестя з приземними стаціонарними джерелами забруднення повітря та застосувати до них наведений вище підхід із визначення осереднених концентрацій.

Результати картографування території міста за розрахунковими КІЗА від викидів автотранспорту наведені на рис. 3. Як бачимо, цей показник значно менший у порівнянні з попереднім та змінюється на території міста від 0,01 до 3,04. Крім того, зона впливу перехресть на стан атмосферного повітря за результатами моделювання становить 50–200 м.

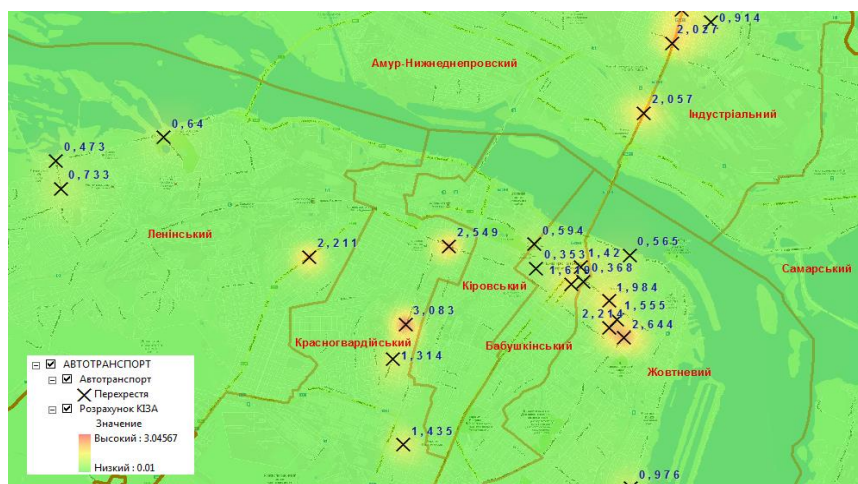


Рис. 3 – Картографування території міста за розрахунковими КІЗА від викидів автотранспорту

Комплексна карта, що характеризує розрахунковий КІЗА від промислових підприємств та автотранспорту, була отримана за допомогою інструменту зваженої суми індексів цих растрових шарів. Результати картографування за цим показником наведені на рис. 4. Цей показник змінюється на території міста від 2,1 до 10,36.

Слід звернути увагу, що навіть за візуальним порівнянням рисунки 4 та 1 є дещо схожими, тобто у місцях із високими значеннями КІЗА є й високими ІУПУ фітоіндикаторів. Тому далі за допомогою інструменту з вилучення значень були під'єднані атрибути растрового шару показників КІЗА до точкового шару, що містить дані біотестування, стерильності пилку та ІУПУ тощо.

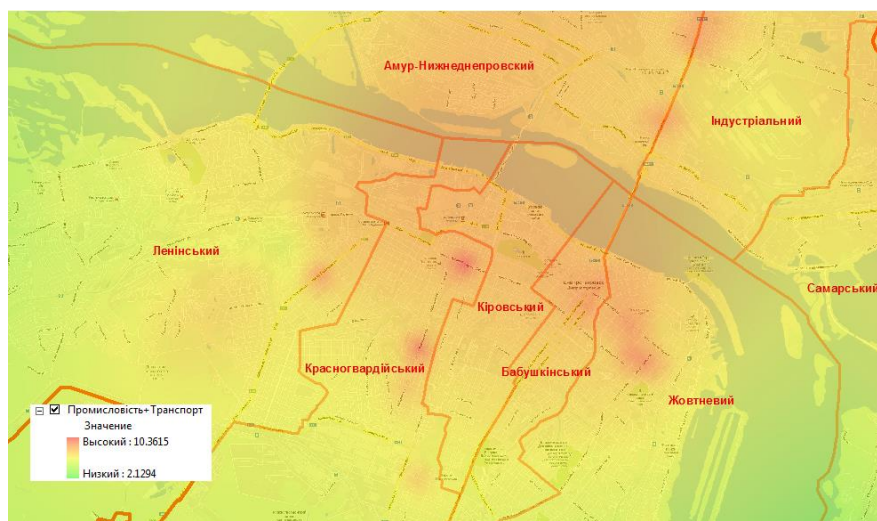


Рис. 4 – Картографування території міста за розрахунковими КІЗА від викидів промислових підприємств та автотранспорту

Це дозволило побудувати моделі регресії, які дозволяють визначати значення комплексного рівня забруднення атмосфери за показником стерильності пилку рослин різних груп стійкості (рис. 5–8).



Рис. 5 – рослини I групи стійкості



Рис. 6 – рослини II групи стійкості

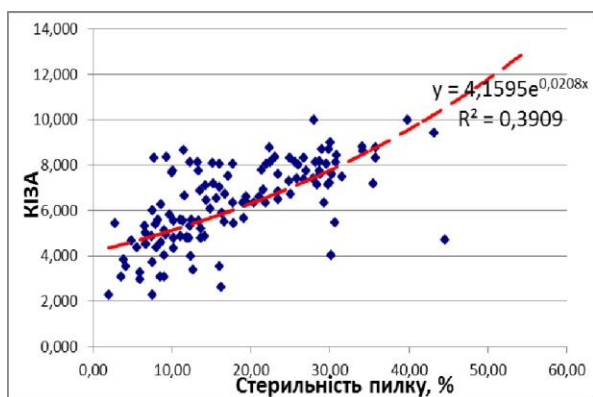


Рис. 7 – рослини III групи стійкості

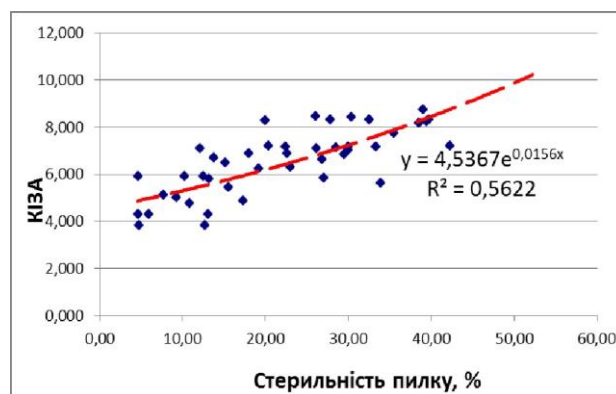


Рис. 8 – рослини IV групи стійкості

За отриманими результатами можна зробити наступні висновки. Стерильність пилку рослин від впливу забрудненості атмосферного повітря, що ототожнюється з величиною комплексного індексу забруднення, має нелінійну залежність, яка апроксимується за експонентною моделлю. Це дозволяє за допомогою рослин-індикаторів проводити експрес-оцінку якості атмосферного повітря та визначати на науковій основі орієнтовні осереднені за тривалий період показники комплексного індексу забрудненості атмосферного повітря.

Встановлено, що у містах з помірним забрудненням атмосферного повітря найбільш тісний зв'язок між стерильністю пилку рослин та комплексним індексом забруднення атмосфери мають рослини, які відносяться до IV групи стійкості, що дозволяє обґрунтувати їх застосування для біомоніторингу стану атмосфери у містах.

Таким чином, систему моніторингу атмосферного повітря міст рекомендується доповнити високочутливими біотестами.

Список використаної літератури

1. Мэннинг У.Дж., Фредер У.А. Биомониторинг атмосферы с помощью растений. Л., Гидрометеиздат, 1985. – 144 с.
2. Оценка генотоксического действия антропогенных факторов на растения в городских условиях / В.С. Погосян, Е.Г. Симонян, З.М. Джигарджян, Р.М. Арутюнян // Цитология и генетика. – 1991. – 25, № 1. – С. 23–29.

3. Методичні рекомендації «Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів» / Упоряд.: А.І. Горова, С.А. Риженко, Т.В. Скворцова, І.І. Клімкіна, А.В. Павличенко, І.Г. Миронова. – Д.: Національний гірничий університет, 2007. – 25 с.

4. Методические указания по расчету осредненных за длительный период концентраций выбрасываемых в атмосферу вредных веществ (Дополнение к ОНД-86) / Санкт-Петербург. ГГО им. А.И. Воейкова, 2005.

5. Бучавий Ю.В., Колесник В.Е. Алгоритм вычисления вертикальной турбулентной диффузии загрязнителей в атмосфере по метеорологическим данным / Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників–2011». – Д.: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2011. – С. 144–149.

6. Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учебное пособие / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 1997. – 305 с.

Стаття надійшла до редакції 16.01.14 українською мовою

**© A.I. Gorova, Yu.V. Buchavy, A.V. Pavlichenko, I.G. Mironova
IMPROVEMENT OF AIR QUALITY ASSESSMENT METHODS
USING OF INDICATOR PLANTS AND GIS**

The condition of atmosphere air in Dnepropetrovsk city is researched by “pollen sterility” method of plants-indicators. Processes of pollutants transferring from the main sources of industrial enterprises emission modeling and city territories map-making by air pollution indexes are conducted. Dependence between an integration rate of plant damage indicators and complex index of the air pollution is determinates.

**© А.И. Горовая, Ю.В. Бучавый, А.В. Павличенко, И.Г. Миронова
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТЕНИЙ-ИНДИКАТОРОВ
И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Исследовано состояние атмосферного воздуха г. Днепропетровска с помощью метода «Стерильность пыльцы». Проведено моделирование процессов переноса загрязнителей от основных источников выбросов промышленных предприятий и картографирование территории города по показателям загрязнения атмосферы. Установлена зависимость между интегральным показателем повреждаемости растений-индикаторов и комплексным индексом загрязнения атмосферы.