

## МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРАХУНКУ РОЗПОДІЛУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ПО ТЕРИТОРІЇ

к.т.н., доц. Кушнір Е.Г.

ГВУЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

**Вступ.** При аналізі екологічної ситуації у містах зручно користуватися розподілом ізоліній забруднюючих речовин по території. Ця інформація, також, використовується у системі екологічного моніторингу [1-14].

**Метою статті** є розробка технології побудови карто-схеми розподілу забруднень від викидів підприємств по території м. Дніпропетровська.

**Основна частина.** За основу розробленого методичного підходу для побудови ізоліній розподілу забруднюючих речовин по території м. Дніпропетровська була вибрана методика [4]. Крім того, використовувалася векторна алгебра для визначення місць розташування і відображення джерел викидів, а також розподілу забруднень на карті-схемі м. Дніпропетровська.

Відповідно до [4] інтерполяція і екстраполяція розподілу величин забруднення від джерел викидів визначалася для двох вибраних областей.

Розглядається  $n$  джерел забруднення  $k = 1, 2, \dots, n$  і  $m$  точок  $j = 1, 2, \dots, m$ , в яких необхідно визначати сумарну величину забруднення від  $n$  джерел (рис.1). Точки  $j$  та  $k$  в системі координат ОХУ задаються відповідно векторами  $\vec{r}_j \{x_j, y_j\}$  і  $\vec{a}_k \{x_k, y_k\}$ . Спочатку визначається «центр ваги»  $n$  джерел забруднення  $\vec{r}_c$

$$r_{c_x} = \frac{\sum_{k=1}^n x_k}{n}, \quad r_{c_y} = \frac{\sum_{k=1}^n y_k}{n}.$$

Далі визначається максимально віддалене  $k$  джерело забруднення (вектор  $\vec{R}$ ) від «центру ваги»  $n$  джерел і будується коло з центром  $\vec{r}_c$  радіусом  $1.1 \cdot |\vec{R}|$ .

Перша область. Розглядається випадок  $|\vec{L}| \leq 1.1 \cdot |\vec{R}|$ . Необхідно визначити концентрацію забруднення  $C_j$  в точках  $j = 1, 2, \dots, m$ . Для цього скористаємося формулою з методики [4]

$$C_j = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{C_k}{|\vec{r}_k|}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{|\vec{r}_k|}},$$

де:  $\vec{r}_k = \vec{a}_k - \vec{r}_j$ ,

$C_k$  - концентрація забруднення в точках  $k = 1, 2, \dots, n$ .

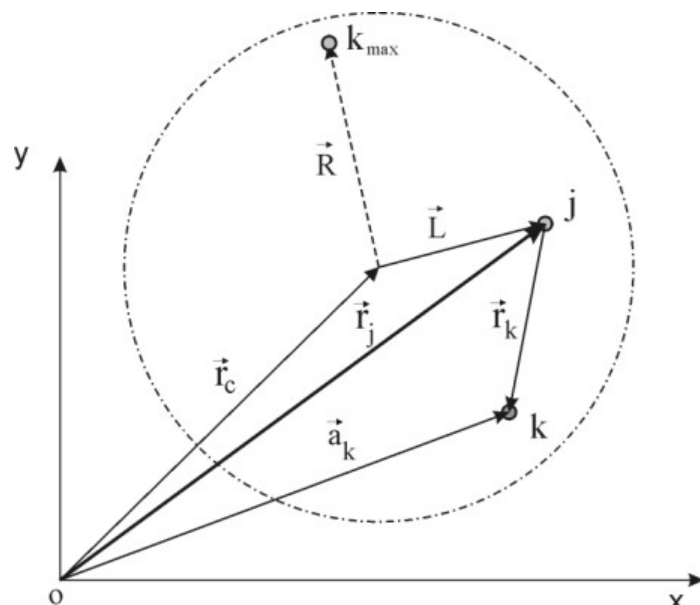


Рис. 1. Перша область розподілу забруднень

Друга область. Розглядається випадок  $|\vec{L}| > 1.1 \cdot |\vec{R}|$  (рис.2). Концентрація забруднень  $C_j$  в точках  $j = 1, 2, \dots, m$  визначається згідно методики [4] за формулою:

$$C_j = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{C_k}{|\vec{r}_k|}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{|\vec{r}_k^o|}} + C \cdot \left( 1 - 1.1 \cdot \frac{|\vec{R}|}{|\vec{r}_o|} \right),$$

де

$$\vec{r}_k = \vec{a}_k - \vec{r}_j,$$

$$\vec{r}_k^o = \vec{p} - \vec{a}_k,$$

$$\vec{p} = \vec{r}_c + \vec{f},$$

$$\vec{r}_o = \vec{r}_c - \vec{r}_j,$$

$$\vec{T} = -\vec{r}_o,$$

$$\xi = \frac{1.1 \cdot |\vec{R}|}{|\vec{T}|}, \quad f_x = \xi \cdot T_x, \quad f_y = \xi \cdot T_y,$$

$C_k$  - концентрація забруднення в точках  $k = 1, 2, \dots, n$ ,

$C$  - міська фонова концентрація забруднення.

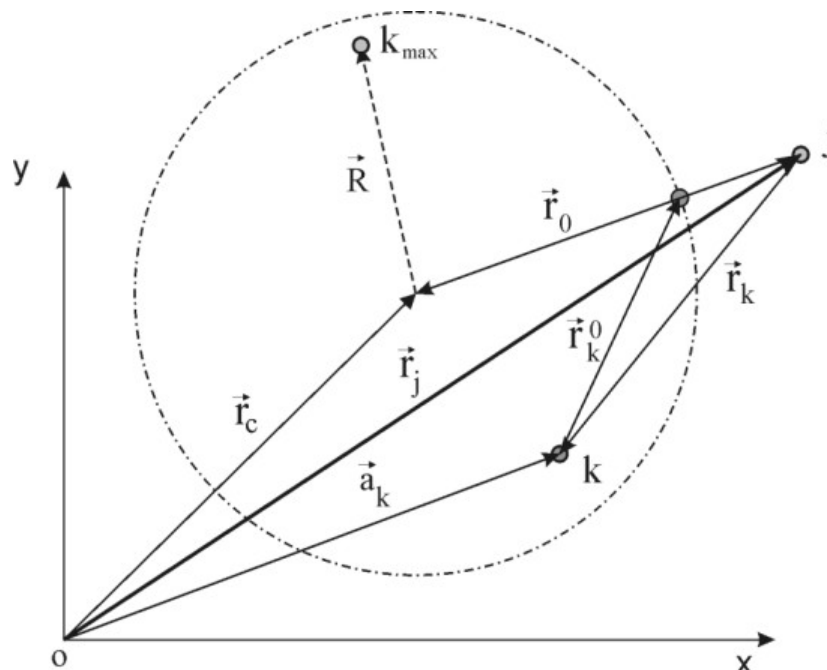


Рис. 2. Друга область розподілу забруднень

За результатами виконання розрахунків концентрації забруднень  $C_j$  у двох прийнятих областях отримуємо звідну матрицю, яка використовується для побудови ізоліній із заданими величинами концентрацій (викидів) на карті-схемі м. Дніпропетровська.

Технологія виконання робіт по обробці числової інформації (матриці, масиви) і графіки (растрової і векторної) при побудові карт-схем розподілу забруднень по території м. Дніпропетровська є досить трудомісткою. Через відсутність спеціалізованого програмного забезпечення для побудови карт-схем (з повним циклом виконання робіт) більшість операцій виконуються в ручному режимі з використанням стандартних пакетів програм.

Побудова карти-схеми передбачає наступну послідовність виконання робіт з числовою і графічною вихідною інформацією:

- 1) Вибрана план-схема м. Дніпропетровська (масштаб 1:26000, bmp формат із якістю зображення 150 x 150 DPI, 6418 x 4506 пікселів) з нанесеними назвами вулиць і номерів будинків, імпортується в графічне середовище AutoCAD. Далі в ручному режимі наносяться на план-схему місцеположення джерел викидів підприємства (за адресою підприємства) і його порядковий номер в списку підприємств. Крім того, наноситься місцеположення стаціонарних і рухомих постів спостережень за викидами забруднень на території міста;

- 2) Вибирається карта-схема м. Дніпропетровська (jpg формат з якістю зображення 250 x 250 DPI, що має 6452 x 6213 пікселів, 24 біт на піксель), на якій відображені основні підприємства міста, що може розміститися на ар-

куші паперу формату А0. Карта-схема м. Дніпропетровська має наступні розміри: по горизонталі 23900 м, по вертикалі 23000 м.

Для ув'язки масштабів і початку системи координат плану-схеми і карти-схеми, вони імпортуються в графічне середовище AutoCAD. Ув'язка масштабів виконується за довжиною надводної частини нового мосту через річку Дніпро, яка складає близько 1400 м, що цілком достатньо для точності виконання розрахунків;

3) На мові програмування Microsoft Visual Basic for Applications для середовища AutoCAD розробляється алгоритм і створюється програма для одержання координат нанесених джерел викидів забруднень та постів спостережень. Виконується наладка і тестування написаної програми. Після цього за допомогою розробленої програми у файл записуються координати із плану-схеми м. Дніпропетровська;

4) Цей етап роботи передбачає виконання складніших розрахунків. Тому була вибрана мова програмування, яка може дати продуктивніший машинний код для ПЕОМ. На мові програмування Microsoft Visual C# 2008 розробляється алгоритм і створюється програма для розрахунку звідної матриці розподілу забруднень по території м. Дніпропетровська від точкових джерел викидів на основі методичного підходу, викладеного в попередньому підрозділі. При цьому використовується об'єктно-орієнтований підхід програмування. Розроблюється низка класів, яка дозволяє реалізувати безпосередньо векторні обчислення. Виконується наладка і тестування написаної програми.

Декартова система координат вибирається у нижньому лівому кутку карти-схеми. Відстань між точками розрахунку обрано 100 м. Розрахункова звідна матриця має 231 рядок і 240 стовпців, що складає 55440 елементів матриці. За допомогою програми розраховується звідна матриця розподілу забруднень по території м. Дніпропетровська від точкових джерел викидів;

5) Розрахована звідна матриця розподілу забруднень імпортується в інтегровану систему MATLAB, яка спеціально створена для роботи з матрицями та масивами великих розмірів. На вбудованій мові програмування системи MATLAB створюється невелика програма, за допомогою якої будуються ізолінії за даними звідної матриці забруднень і заданими діапазонами розподілу ізоліній. Далі вибирається масштаб зображення, задаються товщина ізоліній, розміри шрифту, колірна палітра. З інтегрованої системи MATLAB зображення експортується у файл векторного формату EPS;

6) У програмі CorelDRAW створюється аркуш формату А3 і на нього імпортуються карта-схема м. Дніпропетровська (формат jpg) і дані з ізолініями (векторний формат EPS). Далі об'єднуються імпортовані зображення та вибирається їх масштаб. В результаті утворюється карта-схема розподілу забруднень по території м. Дніпропетровська.

**Висновок.** Представлений методичний підхід, заснований на стандартній методиці і розробленому програмному забезпеченні для ПЕОМ, дав можливість інтерполювати і екстраполювати величини викидів шкідливих речовин підприємств, заданих як точкові джерела, на всю територію міста, що дозво-

лило побудувати розподіл величин забруднень у вигляді ізоліній на картах-схемах м. Дніпропетровська.

### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Охорона атмосферного повітря Дніпропетровської області у 2009 році. Статистичний бюлетень.-Дніпропетровськ.-2010.-410 с.
2. Статистичний щорічник Дніпропетровської області за 2008 рік.-Дніпропетровськ, 2009.-435 с.
3. Методичний посібник щодо оформлення документів для отримання дозволів на викиди забруднюючих речовин для підприємств, установ, організацій та громадян-суб'єктів підприємницької діяльності.-Донецьк, 2005.-385 с.
4. Матеріали з впровадження нового механізму регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.-Київ, 2007.-295 с.
5. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.- 17 с.
6. Закон України "Об охране атмосферного воздуха"
7. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві. Київ, 1995 р. КНД 211.2.3.014-95
8. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Міністерство палива та енергетики України. Київ, 2002. ГКД 34.02.305-2002
9. Сборник отраслевых методик по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу при проведении инвентаризации, составлении отчетности по форме 2-ТП /воздух/ и разработка нормативов предельно допустимых выбросов для промышленных предприятий и организаций Днепропетровской области. Днепропетровск, 1985 г
10. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Л. Гидрометеиздат, 1986
11. Сборник методик по определению концентраций загрязняющих веществ в промышленных выбросах. Л. Гидрометеиздат, 1987, с.255
12. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами (Том 1 та Том 2) , Укр. НЦТЕ, Донецьк, 2004
13. Сборник методик по расчету содержания загрязняющих веществ в выбросах от неорганизованных источников загрязнения атмосферы. Укр НТЭК, Донецк, 1994
14. Разработка математической модели оценки экологического риска по данным измерений приземных концентраций загрязняющих атмосферу веществ /Артамонова А.В., Долодаренко В.А., Полищук С.З. и др.//Системні технології. Регіон. міжвуз. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2007.-Вип. 5 (52). – с. 112-120.