

УДК 504.064.3:574

ОРГАНІЗАЦІЯ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ АТМОСФЕРИ НА УРБАНІЗОВАНІЙ ТЕРИТОРІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Реалізація природоохоронних стандартів, зокрема ISO-14001, припускає наявність найкращої в деякому змісті системи збору інформації. У статті пропонується використати підходи планування експерименту для побудови моніторингових мереж. Пропонується вибирати D-оптимальне розміщення точок проведення вимірів. Запропонований підхід дозволяє найкращим способом поєднувати можливості стаціонарних і пересувних засобів виміру якості повітря. Використання запропонованого підходу дозволить впровадити єдиний підхід вибору місць взяття проб повітря й виключити існуючий на даний момент суб'єктивізм.

Г. М. Статюха

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*
Контактний тел. (044) 241-76-12
e-mail:kxtr@ntu-kpi.kiev.ua

Д. М. Складанний

Кандидат технічних наук, доцент*
Контактний тел (044) 454-95-37, 8-(097) 398-04-57
e-mail:skld@xtf.ntu-kpi.kiev.ua

В. І. Годзевич

Магістр, провідний інженер*
Службовий телефон: (044) 241-76-12
e-mail:kxtr@ntu-kpi.kiev.ua

*Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів
Національний технічний університет України "Київський
політехнічний Інститут"

Україна, 03056, м.Київ-56, проспект Перемоги, 37, корпус 4

Вступ

Питання моніторингу, зокрема, моніторингу стану атмосфери навколишнього середовища мають першочергове значення. Найважливішою проблемою успішного здійснення заходів моніторингу є визначення місць виміру забруднень атмосфери в межах санітарної зони підприємства, або найближчої території.

Суб'єктивізм, що існує в процедурах організації мережі вимірів якості повітря, зумовлюється наявними технічними можливостями виміру повітря й застосовуваних методик, подальшого використання отрима-

ної інформації, наприклад визначення просторового розподілу забруднюючих речовин на основі моделей розсіювання [1,2]. Так за методикою ОНД-86 [3] можна визначити розсіювання забруднень, якщо відомі параметри джерела забруднень конкретного підприємства або групи об'єктів. Можливе використання також і інших моделей для створення картини поширення забруднень повітря, наприклад, експериментально-статистичних, з урахуванням метеорологічних умов (температура повітря, напрямок вітру, тощо).

Очевидно, що контроль об'єкта вимагає розвинутої системи моніторингу повітря, що припускає як на-

явність стаціонарних, так і пересувних постів. Як наслідок, виникає питання про місце проведення вимірів якості повітря для одержання інформації, достатньої для використання різних моделей розсіювання викидів в атмосферу. На думку авторів [4], підходи пошуку мінімального числа точок виміру, прийняті в планувальній експерименту, можуть бути успішно застосовані для вирішення цієї задачі.

В даній роботі вибір точок здійснюється, вважаючи, що вони знаходяться на площині. Значенням висоти проведення замірів знехтували, оскільки вважається, що всі заміри проводяться на однаковій висоті.

Модифікація методів для потреб планування просторового експерименту.

Як відомо, теорія планування експерименту пропонує різні критерії оптимальності самих планів. Найбільш ефективний з них критерій D-оптимальності, який припускає оптимальне розташування точок виміру для забезпечення мінімальної похибки в оцінках коефіцієнтів регресійної моделі [5]. Такий підхід привабливий тим, що дозволяє наблизитися до вимог побудови моніторингової мережі якості повітря на підприємстві. Однак припустивши, однак, що знайдена в такий спосіб оптимальна моніторингова мережа буде корисною не тільки для регресійної, але й для інших моделей розсіювання викидів (більшість із них на даний час взагалі не припускає оптимізацію моніторингового середовища).

Як відомо, D-оптимальний план мінімізує загальнену дисперсію або об'єм еліпсоїда розсіювання оцінок коефіцієнтів регресії. Більшість алгоритмів для синтезу D-оптимальних планів засновані на запропонованому В.В.Федоровим [5] методі послідовного заміщення точок невиродженого плану.

Варто зауважити, що однією з переваг використання D-оптимального плану є те, що при синтезі плану проведення експерименту можливо включити в план точки, які в будь-якому випадку будуть там присутні, так звані незмінювані точки. Це дає змогу враховувати як рухомі так і стаціонарні пости моніторингу.

Безпосереднє використання методів планування експерименту має ряд недоліків, і тому нами запропоновано модифікація методів планування експерименту. До матриці плану було включено додатковий псевдо-фактор, що відповідає функції відгуку на попередньому етапі досліджень, тобто побудованої за результатами попередніх вимірювань. Матриця плану експерименту, що отримана таким способом називається розширена матриця і використовується в процедурі синтезу оптимального плану. Після реалізації плану експерименту отримують нові значення функції відгуку, які використовуються для аналізу стану забрудненості атмосфери. Запропонована математична процедура може бути виражена наступним чином:

Звичайна матриця плану містить координати точок проведення замірів в кодованому вигляді, тобто приводиться до шкали [0;1]

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \\ \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} \end{bmatrix}$$

До проведення замірів на першому етапі ми не маємо значень функції відгуку y_i , тому, при плануванні експерименту використовується звичайна матриця плану експерименту.

Оптимальний план синтезується вважаючи, що функція відклику набуває вигляду:

$$Y_0 = f(X_1, X_2)$$

В результаті проведення замірів на першому етапі отримано вектор-стовпчик відгуку набуває виду:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix}$$

Для випробовування методики нами було використано лінійну регресійну модель. Отримана регресійна функція, що виражає залежність Y від X набуває вигляду:

$$Y_1 = a_0 + b_1x_1 + b_2x_2$$

На другому і всіх інших етапах дослідження використана вже розширена матриця

$$X_e = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & y_1 \\ x_{21} & x_{22} & y_2 \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & y_n \end{bmatrix}$$

Критерій оптимальності для цієї матриці розраховується вважаючи, що функція відгуку набуває вигляду:

$$Y_{i+1} = f(X_1, X_2, Y_i)$$

Таким чином на всіх етапах за виключенням першого для синтезу плану враховується дані попередніх замірів.

Запропонована процедура, на нашу думку, дає змогу отримати більш повну інформацію про стан атмосфери. Важливо відзначити, що запропонований підхід має певну гнучкість, оскільки дозволяє розглядати як стаціонарні, так і нестаціонарні точки виміру, а наявність алгоритму й програми синтезу оптимальної системи вимірів дозволяє оперативно й швидко її змінювати.

Застосування методики.

Наведену процедуру передбачається використано для пошуку місць проведення замірів концентрацій зважених частинок у повітрі міста Києва. З припущенням, що область спостереження має прямокутну форму.

В якості початкового плану було взято координати існуючих постів моніторингу, на яких проводяться спостереження співробітниками Центральної Геофізичної обсерваторії м. Києва [7].

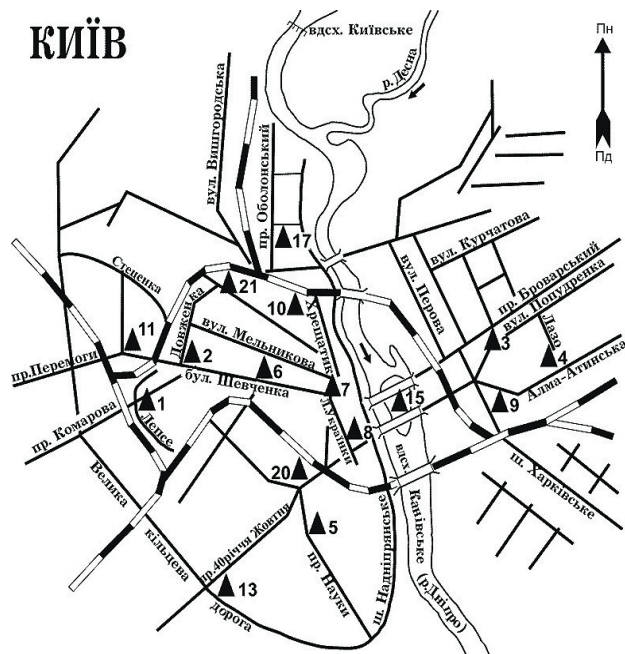


Рис. 1: Розташування постів ЦГО в м. Києві.

Перекодовані координати цих постів представлено в таблиці 1

Таблиця 1

Кодовані координати постів ЦГО в м. Києві

	x1	x2
1	0.21	0.38
2	0.28	0.47
3	0.77	0.38
4	0.49	0.21
5	0.4	0.44
6	0.51	0.41
7	0.55	0.35
8	0.79	0.38
9	0.46	0.54
10	0.19	0.48
11	0.34	0.1
12	0.62	0.38
13	0.43	0.64
14	0.34	0.57

Пропонується спроектувати систему вимірів якості повітря з 16 точок для контролю якості атмосфери за забрудненістю аерозолями з діаметром порядку 25мкм (TSP).

Для проведення розрахунків використаємо розроблену на кафедрі КХТІ програму STAT-SENS [6], що включає наведений вище алгоритм

Синтезований за допомогою програми план наведено у таблиці 2.

Графічно результати вибору точок представлені на рис.2.

Таблиця 2

Розміщення точок проведення замірів

	x1	x2
1	0,12	0,79
2	0,99	0,42
3	0,68	0,73
4	0,53	0,58
5	0,29	0,48
6	0,80	0,77
7	0,83	0,99
8	0,74	0,01
9	0,01	0,26
10	0,41	0,06
11	0,19	0,23
12	0,65	0,77
13	0,51	0,15
14	0,53	0,26
15	0,61	0,83
16	0,83	0,40

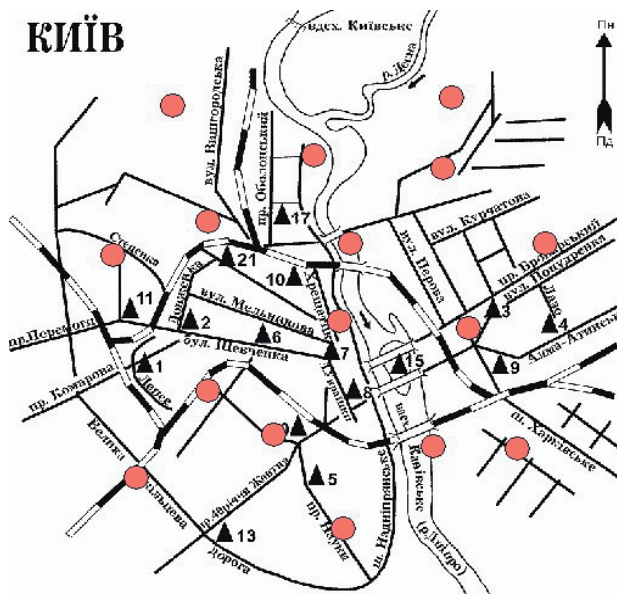


Рис. 2. Запропонована схема розташування моніторингових постів (знайдені точки відмічено заповненим колом)

Критерій оптимальності цього плану $(\det(X^T X)^{-1}) - 1,061 \cdot 10^{-218}$. Аналіз рішення показує, що більшість запропонованих алгоритмів точок розташовані близько до границь досліджуваної області, а частина їх лежить безпосередньо на границі. Отриманий план D-оптимальний, і можна припустити, що проведення по ньому вимірів буде досить ефективним.

Висновки:

Даний підхід, на думку авторів, є перспективним, має обґрунтоване кількісне рішення і тому може бути впроваджений для визначення екологічного стану для

урбанізованих районів, де виміри проводяться вручну або використовуються пересувні лабораторії на додаток до стаціонарних постів контролю якості повітря. Зокрема, ці виміри можуть бути зроблені за допомогою пересувної хіміко-радіометричної лабораторії. Успішність застосування даної методики може дати додатковий стимул до появи нових застосувань теорії планування експерименту в практиці організації моніторингу. Дане дослідження проводиться за часткової підтримки Державного Фонду Фундаментальних досліджень, грант № 25.6/054 «Вимір, моделювання й розрахунки аерозолів у навколишньому повітрі розмірами $<2,5\text{мкм}/\text{м}^3$ (PM 2,5), як індикатор здоров'я населення для керування стійким розвитком у м.Києві»

Література

1. Згуровский М.З., Скопецкий В.В., Хрущ В.К., Беляев Н.Н. Чисельне моделювання поширення забруднень у навколишнім середовищі. - К: Наукова Думка, 1997.-367с.
2. Лаврик В.И. Методи математичного моделювання в екології. - К.1998.-132с.
3. ОНД-86 Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що втримуються у викидах підприємств. 1986р.
4. Статюха Г.А., Складаний Д.М., Годзевич В.И. Застосування методології планування експерименту при проектуванні постів атмосферного моніторингу на базі рівняння просторової авто регресійної регресії // Збарка тез доповідей XI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. К. 2008 - с.255.
5. В.В. Федоров. Теорія оптимального експерименту (планування регресійних експериментів). М., «Наука», 1971.
6. Г. О. Статюха, А.Г. Петрань. Розробка комп'ютерної системи підготовки та обробки даних у межах застосування експериментально-статистичної методології для хіміко-технологічних систем. Наукові Вісті НТУУ «КПІ», - No.1(9), 2000 , 100-106.
7. Гидрометеорологическая служба Украины за 50 лет Советской власти. – Л.: Гидрометеоздат, 1970

УДК 504/064

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЙ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Т. В. Бойко

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
пр. Победы 37, г. Киев, Украина, 03056.
Контактный телефон: (044) 241 -76-12

Рассмотрены вопросы, связанные с формированием методологии определения рисков при оценке воздействий техногенных объектов на окружающую природную среду. Статья обобщает результаты использования количественных оценок для принятия решений относительно уровня влияния проектируемого объекта на окружающую природную среду

1. Введение

В мировой практике за последние годы сформировалась концепция устойчивого развития как инструмента управления сбалансированным прогрессом стран. В основных положениях концепции устойчивого развития Украины, разработанных ведущими учеными НАН Украины [1] отмечается, что «основой устойчивого развития является паритетность отно-

шений в триаде человек - хозяйство – природа». Стратегия устойчивого развития общества предполагает оценку безопасности промышленных предприятий с целью предотвращения возможных аварий и минимизации вреда для окружающей природной среды и человека в случае их возникновения. Одним из основных аспектов оценки воздействия на окружающую среду является оценка комплексных мероприятий по обеспечению нормативного состояния окружающей