

## **Використання сучасних інформаційних технологій для моделювання екологічних систем на прикладі виміру концентрації шкідливих речовин у приземних шарах.**

*Problemy ochrony środowiska od zanieczyszczenia ta odnowienie środowiska są najgłówniejszym celem współczesnej nauki, rozwój badań w tym kierunku ciągle jest stymulowany postępowaniem technicznym, zwłaszcza rozwojem nauk komputerowych i stworzeniem programów statystycznej obróbki wielkich macierzy danych. Artykuł zawiera wyniki studenckiej pracy naukowo-badawczej w zakresie wykorzystania programu STATISTICA dla określenia ilości produktów palenia hałd Donieckiego zagłębia węglowego.*

Навколишній світ насичений інформацією - різноманітні струмені даних оточують нас, захоплюючи в поле своєї дії, і іноді позбавляють правильного сприйняття дійсності. Не буде перебільшенням сказати, що інформація стає частиною дійсності і нашої свідомості. Без адекватних технологій аналізу даних людина виявляється безпомічною у жорсткому інформаційному середовищі. Проблема охорони навколишнього середовища і її відновлення стає однією з найважливіших задач науки, розвиток якої стимулюється зростаючими темпами технічного прогресу у всіх країнах світу [1]. Бурхливий розвиток промисловості сприяв появі перед людством гострої проблеми - збереження екологічних систем, що історично сформувалися на нашій планеті.

В останні десятиліття екологічні системи витримують значний вплив природних і, особливо, антропогенних чинників, змінюючись у небажаному для людства напрямку. Тому прогноз зміни екологічних систем унаслідок зазначених причин є актуальною задачею, рішення якої складається з двох етапів:

- а) дослідження процесу забруднення навколишнього середовища викидами відходів промислових підприємств і внаслідок катастрофічних явищ антропогенного і природного походження;
- б) оцінки впливу шкідливих забруднень на довкілля.

Статистика дозволяє компактно описати дані, зрозуміти їхню структуру, провести класифікацію, побачити закономірності в хаосі випадкових явищ. Дивно, що навіть найпростіші методи візуального й розвідницького аналізу

даних дозволяють істотно прояснити складну ситуацію, що спочатку вражає накопиченням цифр.

Існує безліч різноманітних методів аналізу даних. Застосовуючи систему STATISTICA [2], користувач може вільно експериментувати з цими методами, працюючи з власними даними.

Візуальний аналіз даних можна проводити як за допомогою найпростіших дескриптивних статистик, так і складних прогресивних методів, що дозволяють зрозуміти структуру даних, класифікувати дані й оцінити зв'язок між ними.

До появи персональних комп'ютерів аналіз реальних даних був надзвичайно складним, потребував великих інтелектуальних зусиль, і не могло бути й мови про жодні технології обробки.

Завдяки таким системам, як STATISTICA, відкрився шлях до нових технологій аналізу даних, що максимально скорочує рутинні процедури й що робить аналіз даних максимально доступним для широкого кола користувачів.

Якщо раніше кожен крок досліджень (накопичення даних, переведення їх у потрібний формат, перевірка, угруповання, сортування, стискування, графічна інтерпретація, запуск програми обробки, завдання параметрів аналізу, перегляд результатів) був важкою задачею, то тепер досить двох-трьох рухів мишою, щоб величезні обсяги даних надзвичайно швидко перетворилися, обробилися і з'явилися на екрані у виді графіків, діаграм, таблиць, статистик критеріїв.

При сучасному розвитку комп'ютерних технологій початкові етапи аналізу даних, візуальний і описовий аналіз, а також пробне застосування складних методів цілком можуть проводити фахівці з конкретних областей - ті, кому результати аналізу потрібні в першу чергу, і хто має у своєму розпорядженні реальні дані.

У рамках ведення НДР був проведений аналіз зміни концентрації шкідливих речовин у приземному шарі Донбасу. Насамперед, задача полягала в тому, щоб адекватно описати процеси виділення шкідливих речовин при горінні шахтних породних відвалів, - ввести дані, провести візуальний аналіз, згрупувати дані й знайти перші стійкі закономірності в процесі виділення шкідливих газів. Далі, на підставі аналізу даних, було проведено поетапне статистичне дослідження процесів виділення шкідливих газів з палаючих породних відвалів. Установлено залежності для прогнозування концентрації визначених шкідливих речовин на різних відстанях від відвалів, у різних кліматичних умовах.

Використовувалися різні методи досліджень - аналіз літературних джерел і вихідних даних, статистичний аналіз, математичне моделювання і варіантні розрахунки, узагальнення одержаних результатів. У наслідку була розроблена моделююча програма для прогнозування концентрації шкідливих речовин.

Вихідною інформацією для розробки математичної моделі була оперативна інформація про забруднення (вибірка даних, що представляють собою виміри концентрації забруднюючих речовин у місцях установки

контрольно-вимірювальних станцій), метеорологічні параметри (швидкість вітру в приземному шарі, напрямок вітру), а також дані, що визначають структуру поверхні, температуру та фізико-хімічні параметри забруднюючих речовин.

Відповідно до поставлених задач у роботі отримані наступні результати.

На сьогодні в Донбасі горять 42 відвали з 157, внаслідок чого виділяється велика кількість шкідливих газів, що негативно впливає на навколишнє середовище. Усе це свідчить про недостатню ефективність робіт з гасіння породних відвалів.

На основі аналізу інформації про процеси горіння породних відвалів встановлено, що вимір концентрації шкідливих речовин залежить від відстані до відвалу, структури самої речовини, швидкості повітря над поверхнею горіння. Проаналізовано існуючі залежності витоку газів, що дозволило встановити можливий вид рівнянь, що можуть бути використані при подальшому аналізі. На підставі первинної статистичної обробки вихідних даних встановлено, що кожний з масивів вихідних даних, що включають 52 виміри CO, 41 вимір SO і 24 виміри HS, є однорідними, незважаючи на те, що вони сформовані за спостереженнями на відвалах різних шахт. Однак концентрація речовини залежить від відстані до відвалу і від самої структури речовини. На підставі цього встановлена необхідність надалі обробляти ці масиви статистично окремо. Доведено, що результати спостережень у зазначених масивах статистичних даних є статистично незалежними.

При статистичному аналізі взаємозв'язків встановлені кореляційні зв'язки між питомою кількістю газу, що викидається, (для окислів вуглецю, окислів азоту і сірководню), швидкістю повітря над вогнищем горіння і температурою у вогнищі горіння. На основі вивчення п'яти видів регресійних залежностей показано, що лінійні регресійні залежності щонайкраще описують залежність викидів шкідливих речовин з одиниці поверхні від температури вогнища горіння і швидкості повітря. Коефіцієнти кореляції рівнянь склали -0,43; -0,65; -7,57; По підсумковому результаті регресії одержали регресійні рівняння:

$C = 25,5 + (-7,57) \cdot \text{distance}$  - концентрація CO;

$C = 4,63 + (-0,65) \cdot \text{distance}$  - концентрація SO;

$C = 3,11 + (-0,43) \cdot \text{distance}$  - концентрація HS; де

C - прогнозована концентрація шкідливої речовини;

distance - незалежна змінна (відстань до відвалу)

Погрішність у визначенні викидів шкідливих речовин при довірчій імовірності 0,95 складає не більш 15%.

На основі отриманих результатів розроблена модель прогнозу викидів шкідливих речовин від палаючих породних відвалів, що заснована на статистичному методі прогнозування викидів шкідливих речовин з використанням встановлених регресивних залежностей. Як основу для перевірки гіпотези збіжності середніх значень, що спостерігаються і

прогнозних значень питомих кількостей викидів шкідливих речовин, прийнята t-статистика Ст'юдента. Аналіз показав, що модель досить адекватно описує вихідні показники за спостереженнями. На основі отриманої моделі складено алгоритм і розроблено програму для прогнозування викидів при відомих вихідних даних і характеристиках відвалів. Програма розрахунків складається з наступних програмних модулів: введення (вибір) даних, розрахунок, візуалізація.

Результати даної роботи можуть бути використані вугільними компаніями й галузевими організаціями при прогнозуванні викидів шкідливих речовин від палаючих породних відвалів і встановленні платежів і зборів за забруднення навколишнього середовища. Подальші дослідження в даному напрямку можуть бути скеровані на проведення системного аналізу процесу по вибірці зі збільшеною (до 20) кількістю показників. Для цього передбачається використовувати гірничо-геологічну, економічну й екологічну інформацію з породних відвалів і методи математичного моделювання, засновані на принципі самоорганізації моделей на ЕОМ [3].

### **Література**

1. [www.deso.donbass.com](http://www.deso.donbass.com) – Сайт Донецької асоціації розвитку освітніх і наукових мереж.
2. Боровиков В. STATISTICA для професіоналов. СПб.: "Питер". 2003. – 688с.
3. [www.health.gov.ua](http://www.health.gov.ua) - Сайт комп'ютерного моделювання фізико-хімічних процесів в приземному шарі.