

Рис.3. Схема применения диагностического зонда ДЗ-1 для обследования канала теплоотрамы из теплокамеры

1. [www.eposgroup.ru](http://www.eposgroup.ru)
2. [www.bti.ru](http://www.bti.ru)
3. [www.mvgroup.lv](http://www.mvgroup.lv)
4. [www.toproekt.ru](http://www.toproekt.ru)
5. [www.karlstorz.com](http://www.karlstorz.com)
6. [www.inline.com.au](http://www.inline.com.au)

*Поступила 3.02.2011р.*

УДК 519.711

А.В. Яцишин, к.т.н., с.н.с. відділу №7 ІПМЕ ім. Г.Є.Пухова НАН України  
 В.О. Артемчук, аспірант відділу №7 ІПМЕ ім. Г.Є.Пухова НАН України

### **РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ПОБУДОВИ ЕЛЕКТРОННИХ КАРТ В ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІЙ СИСТЕМІ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ**

We propose an extension of functionality AISEEM in visual data analysis by developing electronic maps of construction. The structure and implemented a means of mapping in AISEEM problems for data analysis and visualization of environmental monitoring.

Refs: 7 titles.

Key words: environmental monitoring, visual data analysis, mapping.

## Актуальність

В роботах [1-6] обґрунтовано актуальність, поставлено та розв'язано задачу збереження даних еколого-енергетичного моніторингу для їх обробки, аналізу та інтеграції створеної бази до програмного додатку, написаного на мові програмування Borland C++ Builder 6.0 з використанням технології ADO (ActiveX Data Object). Після цього створену базу даних було поєднано з розробленим програмним додатком та розпочато розвиток даного програмного продукту в „Аналітико-інформаційну систему еколого-енергетичного моніторингу” (або AISEEM). Для візуального аналізу даних в системі розроблено можливості здійснення різноманітних мультикритеріальних вибірок даних з бази, графічного представлення та обчислення статистичних характеристик отриманих вибірок.

Оскільки одним з найбільш інформативних методів візуального аналізу екологічних даних є їх візуалізація за допомогою електронних карт, то актуальною є задача розширення функціональних можливостей AISEEM в сфері візуального аналізу даних за рахунок розробки засобів побудови електронних карт.

м. Київ



Рис. 1. Приклад малюнку, що може бути використаний як карта

### **Постановка задачі**

Для того, щоб AISEEM залишалася автономною (в сенсі незалежності від зовнішніх програмних продуктів та бібліотек, окрім стандартних для ОС Windows починаючи з версії 9x) до розробки засобів побудови електронних карт в AISEEM поставимо наступні вимоги:

- розробка засобів побудови електронних карт лише за допомогою засобів Borland C++ Builder 6.0 та розробленої БД AISEEM;
- повна сумісність розробленої БД AISEEM зі створюваними засобами побудови електронних карт;
- можливість завантаження для роботи карт з різних безкоштовних джерел інформації.

### **Вирішення задачі**

Для забезпечення вищезазначених вимог було вирішено як карту використовувати будь-який малюнок території на білому фоні, де кордони територій та написи здійснено чорним кольором, наприклад:

Для того, щоб цей малюнок став картою для AISEEM необхідно вказати географічні координати (широту та довготу) лівого верхнього кута та правого нижнього кута.

Наприклад, для даного рисунку це буде: 50°35'14" та 30°46'9" для лівого верхнього кута і 50°12'32" та 30°34'17" – для правого нижнього.

Також для зручності роботи з картами було розширено БД AISEEM. До неї окрім власне карт (малюнків та відповідних географічних координат) добавлено географічні координати для постів спостережень за забрудненням (ПСЗ) та відомості про стаціонарні джерела забруднення, часовий розподіл їх викидів та метеофактори, за яких вони відбувались. Після цього схема БД AISEEM має вигляд (рис.2).

Методи, що використовуються для побудови карти, виконують інтерполяцію для досліджуваної території на основі відомих значень в опорних точках (в нашому повадку це ПСЗ). Інтерполяцію можна використовувати для обчислення невідомих значень будь-яких точкових даних, прив'язаних до географічної карти, наприклад, концентрації хімічних речовин.

Інтерполяція в AISEEM здійснюється по методу зважених відстаней (IDW), який використовує припущення, що об'єкти, розташовані на близькій відстані, більшою мірою схожі, ніж видалені один від одного. Щоб знайти значення в деякій точці  $s$ , метод IDW використовує опорні точки, розташовані в околиці точки  $s$ . При цьому передбачається, що кожна точка робить локальний вплив, який зменшується з відстанню. В результаті, значення показника  $Z(s_0)$  в точці  $s_0$  розраховується за формулою (1).

$$Z(s_0) = \sum_{j=1}^N p_j Z(s_j) \quad (1)$$

де  $N$  – число опорних точок в околиці точки  $s_0$ , що використовуються для обчислення;

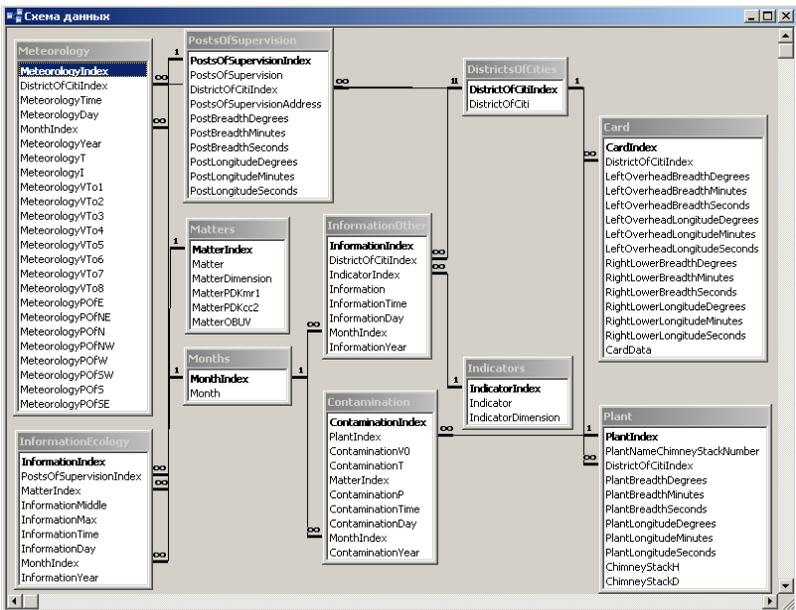


Рис. 2. Схема даних БД AISEEM

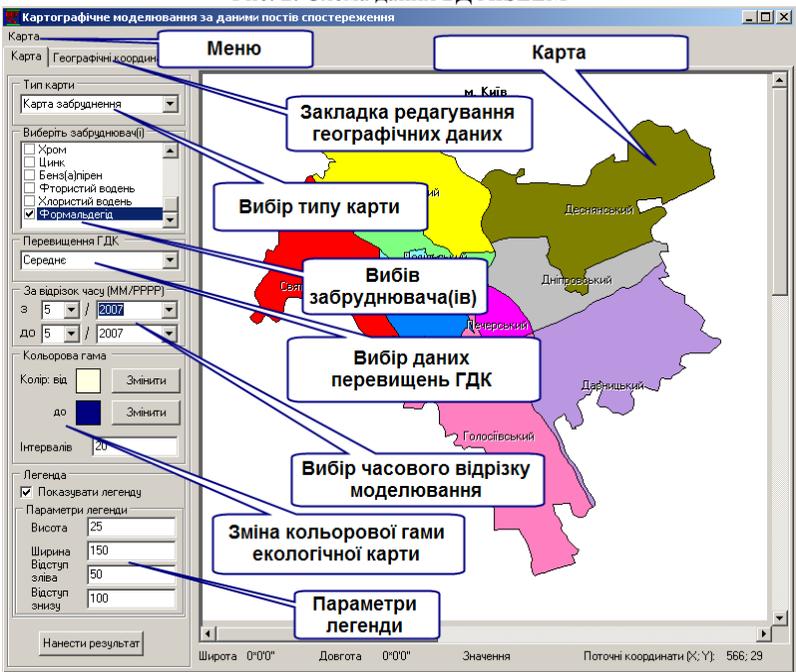


Рис. 3. Форма AISEEM для моделювання забруднення за даними ПСЗ

$Z(s_j)$  – зміряне значення в точці  $s_j$ .

$p_j$  – вага, привласнена кожній опорній крапці, використаній в обчисленнях.

Вагові коефіцієнти визначаються таким чином:

$$p_j = \frac{d_{j0}^{-p}}{\sum_{j=1}^N d_{j0}^{-p}} \quad (2)$$

У формулі (2) через  $d_{j0}$  позначено відстань між шуканою точкою  $s_0$  і опорною точкою  $s_j$ .

Параметр степеня  $p$  впливає на привласнення терезів опорним точкам таким чином, що вплив опорних точок із збільшенням відстані зменшується по експоненті.

Оптимальне значення параметра  $p$  визначається в процесі мінімізації середньоквадратичної помилки обчислень. Значення середньоквадратичної помилки є статистичною величиною і розраховується при перехресній перевірці: кожна опорна точка виключається з обчислень і порівнюється з результатом інтерполяції. Якщо  $p=2$ , одержуємо метод інтерполяції по методу квадратичних зважених відстаней.

м. Київ

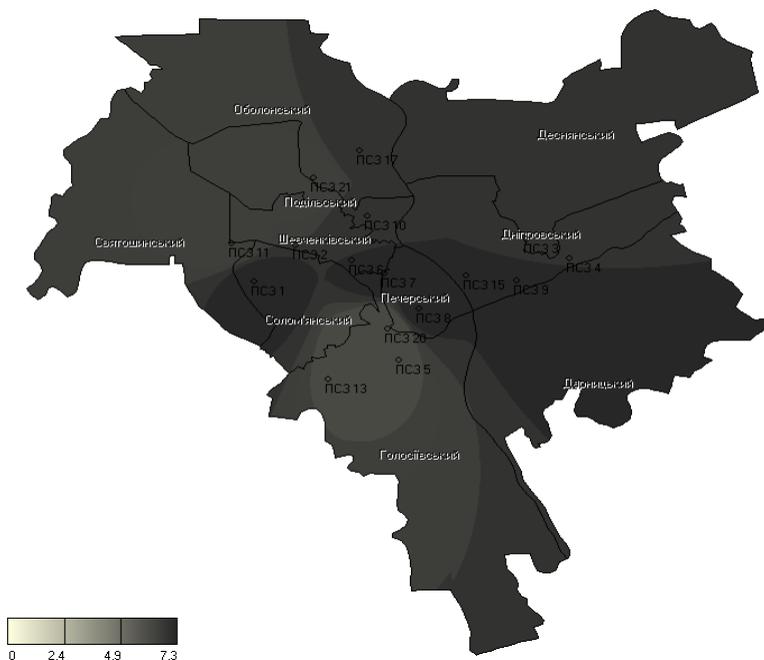


Рис. 4. Карта просторового розподілу кратності перевищень ГДКсд формальдегіду в м. Києві за травень 2007 р.

Поверхня, побудована по методу зважених відстаней, залежить від вибору степеня  $p$  і методу пошуку сусідів. Одержана поверхня чутлива до наявності кластерів і присутності екстремальних значень даних. Метод успішно працює, якщо опорні точки рівномірно розподілені по території і не утворюють кластерів. Вказаним умовам відповідає розташування ПСЗ атмосфери, які достатньо рівномірно розподілені по території міста (принаймні центральній), чим, власне, і обґрунтовується вибір вказаного методу інтерполяції.

На рис. 3 показана форма AISEEM для моделювання забруднення за даними ПСЗ, а на рис. 4 - приклад побудованої карти.

Схожий вигляд до форми AISEEM для моделювання забруднення за даними викидів підприємств, в якій в якості математичних моделей для визначення забруднення обрано статистичні модифікації моделей МАГАТЕ або СММ (3) та К-моделі Робертса або СМР (4), про які більш докладно описано в роботі [6]:

$$C_{cep} = C_M(x, y) = \frac{Q}{\pi} \left( \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^k P_{mj} \sum_{i=1}^6 P_{ji} \frac{1}{u_{ji} \sigma_{y_i} \sigma_{z_i}} \exp \left[ -\frac{y_m^2}{2\sigma_{y_i}^2} \right] \cdot \exp \left[ -\frac{H_{efj}^2}{2\sigma_{z_i}^2} \right] \times \right. \\ \times \exp \left[ -\frac{\alpha x_m}{u_{ji}} \right] + P_{шт} \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^k P_{mj} \sum_{i=1}^6 P_{ji} \frac{1}{u_{ji(H_{ef}-L)} \sigma_{y_i} \sigma_{z_i}} \exp \left[ -\frac{y_m^2}{2\sigma_{y_i}^2} \right] \times \\ \left. \times \exp \left[ -\frac{(H_{efj} - L)^2}{2\sigma_{z_i}^2} \right] \cdot \exp \left[ -\frac{\alpha x_m}{u_{ji(H_{ef}-L)}} \right] \right), \quad (3)$$

$$C_{cep} = C_P(x, y) = \frac{Q}{2\pi} \left( \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^k P_{mj} \sum_{i=1}^6 P_{ji} \frac{1}{x_m \sqrt{k_{y_{ji}} k_{z_i}}} \exp \left[ -\frac{u_j y_m^2}{4k_{y_{ji}} x_m} \right] \times \right. \\ \times \exp \left[ -\frac{u_j H_{efj}^2}{4k_{z_i} x_m} \right] \cdot \exp \left[ -\frac{\alpha x_m}{u_{ji}} \right] + P_{шт} \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^k P_{mj} \sum_{i=1}^6 P_{ji} \frac{1}{x_m \sqrt{k_{y_{ji}} k_{z_i}}} \times \\ \left. \times \exp \left[ -\frac{u_j y_m^2}{4k_{y_{ji}} x_m} \right] \times \exp \left[ -\frac{u_j (H_{efj} - L)^2}{4k_{z_i} x_m} \right] \cdot \exp \left[ -\frac{\alpha x_m}{u_{ji(H_{ef}-L)}} \right] \right), \quad (4)$$

де  $p_{ji}$  – ймовірність  $i$ -го стану атмосфери при  $j$ -ій швидкості вітру;  $P_{mj}$  – ймовірність  $m$ -го напрямку вітру при  $j$ -ій швидкості вітру;  $u_{ji}$  – швидкість вітру на ефективній висоті факела викидів  $H_{ef}$  при швидкості вітру на висоті флюгера  $u_j$  [м/с] для  $i$ -го стану атмосфери;

$H_{ef_j}$  – ефективна висота підйому факела викидів при  $j$ -ій швидкості вітру, [М];  $u_{ji(H_{ef}-L)}$  – швидкість вітру на висоті  $H_{ef}-L$  при швидкості вітру на висоті флюгера  $u_j$  [М/с] для  $i$ -го стану атмосфери;  $\sigma_{y_i}$ ,  $\sigma_{z_i}$  – відповідно горизонтальна та вертикальна дисперсії  $i$ -ї стратифікації атмосфери;  $x_m(x, y, \varphi_m) = x \cos \varphi_m + y \sin \varphi_m$ ,  $y_m(x, y, \varphi_m) = -x \sin \varphi_m + y \cos \varphi_m$  – формули переходу до іншої системи координат пов'язаної з поворотом напрямку розповсюдження ЗР на кут  $\varphi_m$  по відношенню до східного напрямку;  $L$  – висота штильового шару, [М];  $k_{y_i}$ ,  $k_{z_i}$  – горизонтальний та вертикальний коефіцієнти турбулентної дифузії для  $i$ -го класу стійкості атмосфери, [М<sup>2</sup>/с].

Форма AISEEM для моделювання забруднення за даними викидів підприємств є удосконаленим варіантом системи MathMapMod [6], оскільки вона безпосередньо пов'язана з БД AISEEM (таблиці Plant, Meteorology, Contamination та ін. – див. схему даних на рис. 1), що окрім ручного введення даних дозволяє використовувати для моделювання дані про викиди підприємств, що збережені в БД AISEEM.

### Висновки

Доведено актуальність задачі розширення функціональних можливостей AISEEM в сфері візуального аналізу даних за рахунок розробки засобів побудови електронних карт, оскільки одним з найбільш інформативних методів візуального аналізу екологічних даних є їх візуалізація за допомогою електронних карт.

Для виконання поставленої задачі відповідно до поставлених вимог здійснено розширення БД AISEEM.

Здійснено розробку засобів побудови електронних карт в AISEEM. Отримано форми для моделювання забруднення за даними ПСЗ та даними викидів підприємств з використанням IDW, CMM та SMP.

Отримані результати дають можливість моделювати просторовий розподіл забруднення за даними ПСЗ та даними викидів підприємств за допомогою електронних екологічних карт, що дозволяє проводити більш ґрунтовний аналіз екологічної ситуації на досліджуваній території.

1. *Артемчук В.А.* Информационно-аналитическая система эколого-энергетического мониторинга / В.А. Артемчук, О.А. Грибан // Моделирование та інформаційні технології. – 2010. – Т. 1, спец. вип. С. 120-128
2. *Артемчук В.О.* Интеграция базы данных эколого-энергетического мониторингу в программный додаток / В.О. Артемчук // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. – К.: ПІМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2009. – № 51. – С. 66-73.
3. *Артемчук В.О.* Обчислення статистичних характеристик вибірки в інформаційно-аналітичній системі еколого-енергетичного моніторингу / В.О. Артемчук // Моделирование та інформаційні технології. – К., 2010. – Вип. 55. – С. 21-29.
4. *Артемчук В.О.* Створення бази даних для інформаційно-аналітичної системи еколого-енергетичного моніторингу / В.О. Атремчук // Матеріали XXVII Щорічної

науково-технічної конференції „Моделювання”, 15-16 січня 2009 р.: тези допов. – К.: ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2009. – С. 48–50.

5. *Каменева І.П.* База даних еколого-енергетичного моніторингу: проектування та створення / І.П. Каменева, В.О. Артемчук // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. – К.: ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2009. – № 50. – С. 66-72.

6. *Попов О.О.* Математичне та комп'ютерне моделювання техногенних навантажень на атмосферу міста від стаціонарних точкових джерел забруднення : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 01.05.02 „Математичне моделювання та обчислювальні методи” / О.О. Попов. – К., 2010. – 20 с.

7. *Яцишин А.В.* Формування вибірки з бази даних еколого-енергетичного моніторингу / А.В. Яцишин, В.О. Артемчук // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту : Матеріали Міжнародної наукової конференції, 18-22 травня 2009 р. - Херсон: ХНТУ, 2009. – Т.2. – Ч.2. – С. 114–117.

*Поступила 20.01.2011р.*

УДК 004.942

И.А. Пилькевич, д.т.н., заведующий кафедрой мониторинга ОПС,  
А.В.Маевский, соискатель Житомирского национального агроэкологического университета, г. Житомир

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ ЖИВОТНОГО МИРА**

Рассмотрена методология формирования динамической системы, справедливой для адекватного описания объектов разной природы. Разработана обобщенная логистическая модель динамики популяций. Предлагаемая математическая модель получена теоретическим путем на основе положений системологии.

*Ключевые слова:* обобщенная логистическая модель, динамика популяций.

The paper considers the methodology of forming up the dynamic model of the system which is veritable for the adequate description of the objects different by nature. It develops the generalized logistic model of population dynamics. The proposed mathematical model has been obtained theoretically on the basis of systemathology principles. Refs: 8 titles.

*Key words:* generalized logistic model, the dynamics of population.

### **Введение**

Для понимания механизмов функционирования и решения вопросов использования популяций большое значение имеют сведения об их структуре. Закономерное изменение числа особей в популяции данного вида