

УДК 681.51+504.06+004.9

Мокін В.Б., Крижановський Є.М. (Україна, Вінниця)

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ІНТЕГРУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ У ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Сучасний рівень досягнень теорії математичного моделювання, математичної фізики та теорії управління в реальних природних екосистемах є таким значним, що дає можливість моделювати та прогнозувати практично будь-які процеси у них. Для роботи з такими моделями використовуються спеціальні математичні пакети типу MS Excel, Matlab, Maple, Mathcad, Mathematica, Statistica та ін. або ж дослідники розробляють власні програми [1]. У той же час, системи екологічного моніторингу та кадастри природних ресурсів як у світі, так і в Україні, створюються як геоінформаційні системи (ГІС). Для обробки екологічних даних та їх візуалізації на картах ГІС використовуються спеціальні універсальні пакети програм (ГІС-пакети) ArcGIS, Mapinfo, ГІС «Панорама», Digital, GeoDraw тощо або ж розробники створюють власне програмне забезпечення з використанням інструментарію цих ГІС-пакетів [2]. При цьому, вбудовані засоби візуалізації результатів обчислень спеціальних математичних пакетів значно поступаються можливостям ГІС-пакетів, а вбудований інструментарій обробки даних у ГІС-пакетах значно поступається можливостям спеціальних математичних пакетів. Для використання під час ідентифікації математичної моделі даних ГІС, як правило, або вручну роблять вибірку даних, яку потім підключають як вхідні дані в пакети Matlab, Maple, Mathcad тощо, або розробляють свою програму на Delphi, Visual C++, VB та ін., на основі ГІС-інструментарію, яка реалізовує математичні алгоритми та працює з даними ГІС. Кожна нова модель, кожна нова ГІС — окремий підхід, окремі програми, додатковий час.

Отже, є актуальною розробка нової інформаційної технології інтегрування математичних моделей екологічних процесів у геоінформаційні системи моніторингу поверхневих вод шляхом автоматизації процесів ідентифікації математичних моделей за даними ГІС та візуалізації результатів математичного моделювання у цих же ГІС.

Для полегшення інтегрування математичних моделей з ГІС та БД пропонуємо формалізувати основні операції з даними у ГІС та БД та записати у нотації математичних моделей. Будь-яка математична модель містить вхідні та вихідні (результуючі) змінні, іншими словами математична модель є перетворенням вхідних даних у вихідну інформацію з урахуванням певних закономірностей. Аналогом цього є такі [3]:

- для баз даних: вибір вхідних даних із БД (Select) та збереження результату у БД (Insert);
- для ГІС: пошук на карті потрібних даних (Find) та нанесення на карту результуючих даних (Draw). Запропонуємо формалізований опис цих процесів у ГІС та БД.

Для БД. Пропонуємо здійснити формалізацію цих операцій за аналогією із математичними функціями:

- вибір значень полів ($Par_1, Par_2, \dots, Par_r$) з таблиці T , які відповідають заданим критеріям відбору Ω :

$$T_1 = \text{Select}(T, Par_1, Par_2, \dots, Par_r, \Omega); \quad (1)$$

- занесення значень X_1, X_2, \dots, X_r заданих полів ($Par_1, Par_2, \dots, Par_r$) у таблицю T :

$$T = \text{Insert}(Par_1, Par_2, \dots, Par_r; X_1, X_2, \dots, X_r). \quad (2)$$

Відповідно до аналогій типів даних в математичних моделях і моделях баз даних, моделі (1), (2) можна записати у такому функціональному вигляді:

$$M_{T_1} = \text{Select}(T, P, \Omega), \quad (3)$$

$$V_T = \text{Insert}(P, X), \quad (4)$$

$$P = [Par_1, Par_2, \dots, Par_r], \quad X = [X_1, X_2, \dots, X_r], \quad (5)$$

де M_{T_1} — матриця розмірності $[n \times r]$ (n — кількість записів, які задовольняють множині критеріїв відбору Ω); V_T — вектор-рядок значень розмірності r ; P та X — вектор-рядок назв та значень, відповідно, параметрів (полів таблиці T) розмірності r .

Для ГІС:

- пошук на карті потрібних даних, які відповідають заданим критеріям пошуку ($\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_n$);

- нанесення на карту результуючих даних за координатами ($X_1, X_2, \dots, X_n; Y_1, Y_2, \dots, Y_n$).

Пропонуємо здійснити формалізацію цих операцій за аналогією із математичними функціями: для пошуку

$$F = \text{Find} (\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_n) \quad (6)$$

для нанесення на карту

$$D = \text{Draw} \left[\begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} \right], \quad (2.23)$$

де X_1, X_2, \dots, X_n – значення координат широти;

Y_1, Y_2, \dots, Y_n – значення координат довготи.

Синтез перехідної моделі для заданої математичної моделі зводиться до побудови формалізованого опису процесів оперування вхідними та вихідними даними баз даних та ГІС відповідно до наведених вище підходів.

Побудова комплексу моделей для баз даних типу (1)–(5), для ГІС (6), (7) дозволяє забезпечити автоматизацію процесів інтегрування математичних моделей з базами даних та ГІС.

Як показав аналіз, найпоширенішим математичним обчислювальним пакетом є MS Excel. Це забезпечується не лише безпосереднім використанням пакету, а й широкими можливостями інтеграції з іншими обчислювальними пакетами. У той же час, багато функціонуючих в Україні інформаційних систем екологічного моніторингу загальнодержавного та міжрегіонального рівнів реалізовані з використанням ГІС «Панорама». Саме тому апробацію розробленої інформаційної технології було здійснено з використанням MS Excel та ГІС «Панорама 9» [4].

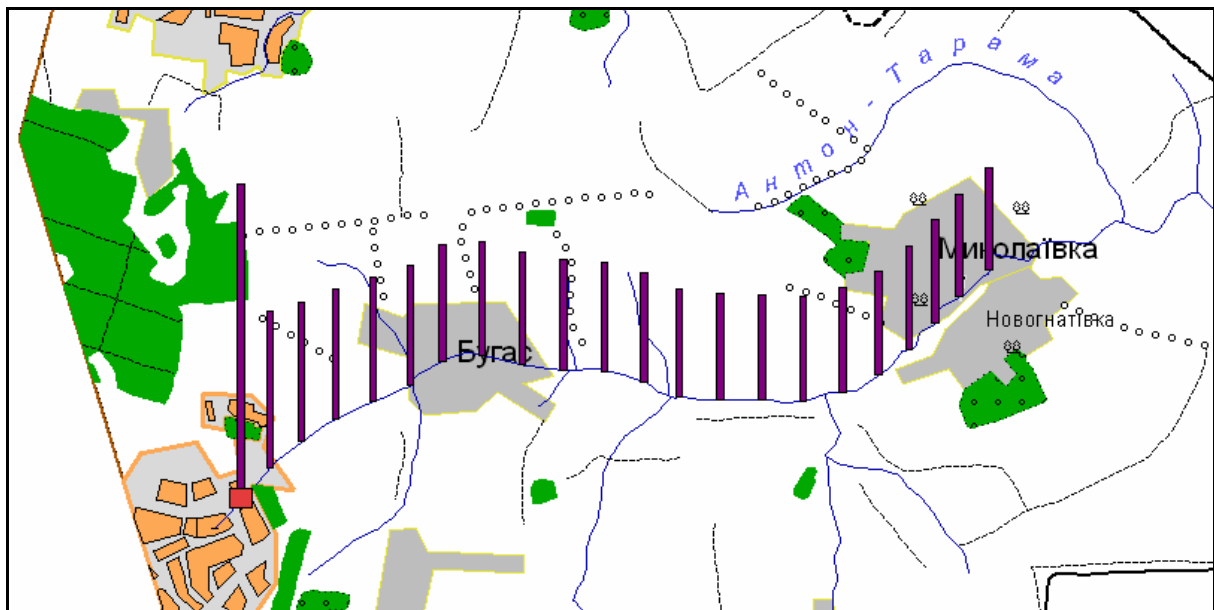


Рисунок 1 – Приклад візуалізації результатів моделювання поширення забруднень у річці за моделлю А. В. Фролова – І. Д. Родзиллера

Узагальнений алгоритм застосування запропонованої інформаційної технології на прикладі MS Excel та ГІС-пакету «Панорама 9» приведено на рис. 2.

Функціональність технології продемонстровано на моделі поширення забруднення після скиду вздовж течії річки А. В. Фролова – І. Д. Родзиллера [5]. У файлі MS Excel було здійснено формалізацію даної моделі та виконано розрахунки за нею. Результати розрахунків були передані до стандартизованого обмінного файлу. Використовуючи програму-оболонку, створену на основі розроблених методів та алгоритмів, здійснено візуалізацію результатів моделювання, шляхом побудови карти зі стовпчиковими діаграмами (рис. 1). На рисунку 1 квадратом позначено місце скиду стічних вод з даною забруднюючою речовиною.

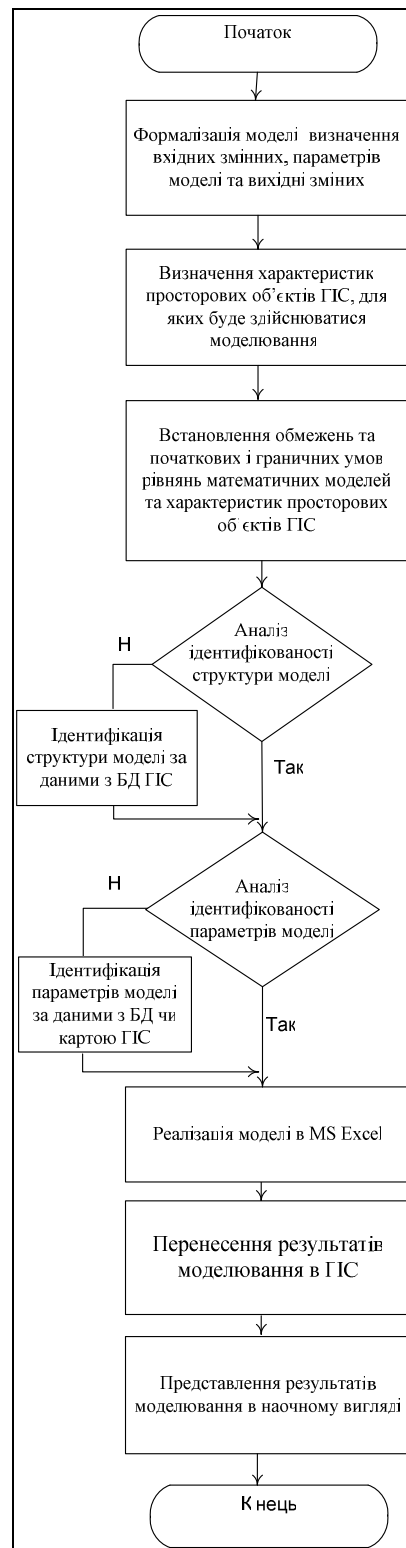


Рисунок 2 – Узагальнений алгоритм застосування запропонованої інформаційної технології (на прикладі MS Excel та ГІС-пакету «Панорама 9»)

Таким чином, розроблено нову інформаційну технологію інтегрування математичних моделей у геоінформаційні системи моніторингу поверхневих вод, яка на відміну від існуючих, автоматизує налагодження відповідності між вхідними даними математичних моделей, рівняння яких розв'язуються у спеціалізованих математичних пакетах, та просторовими об'єктами і базами даних геоінформаційних систем (ГІС), що дозволяє розширити аналітичні можливості ГІС та прискорити адаптацію до цих нових методів обробки даних. Створено узагальнений алгоритм та програмне забезпечення для застосування запропонованої інформаційної технології на прикладі MS Excel, ГІС

«Панорама 9» та MS Access, котрі успішно апробовані на моделі поширення забруднення після скиду уздовж течії річки А. В. Фролова – І. Д. Родзиллера.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Петрук В. Г., Володарський Є. Т., Мокін В. Б. Основи науково-дослідної роботи. Навчальний посібник / Під ред. В. Г. Петрука. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. — 144 с.
2. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми. Монографія / Під ред. В. Б. Мокіна. — Вінниця: Вид-во ВНТУ «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2005. — 315 с.
3. Мокін В.Б., Крижановський Є.М. Новий метод синтезу геоінформаційних моделей природних систем за математичними моделями процесів у них // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2007.— № 4. — С. 40–47.
4. Мокін В.Б., Крижановський Є.М. Автоматизація візуалізації результатів моделювання природних процесів у геоінформаційних системах // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2008.— № 6. — С. 51–54.
5. Родзиллер И.Д. Прогноз качества воды водоемов-приемников сточных вод. — М.: Стройиздат, 1984. — 263 с.