

УДК 681.51

**В. Б. Мокін**, д-р техн. наук, проф.;

**Є. М. Крижановський**, канд. техн. наук;

**А. В. Камінський**, канд. техн. наук

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРОБКИ ЕКОЛОГІЧНИХ ДАНИХ З ГІС З ВИКОРИСТАННЯМ ППП МАТНСАД

Дістала подальший розвиток інформаційна технологія інтегрування математичних моделей, формалізованих у пакеті прикладних програм MathCAD, у геоінформаційні системи моніторингу довкілля шляхом підвищення рівня автоматизації процесу передавання даних з пакета MathCAD до ГІС. Розроблено відповідне програмне забезпечення та проведено його успішну апробацію на прикладі моделі Фролова-Родзиллера поширення забруднюючої речовини у річкових водах.

### 1. Постановка задачі

Для зберігання, актуалізації та накопичення даних про стан довкілля створюються системи моніторингу та кадастри природних ресурсів з використанням технологій геоінформаційних систем (ГІС) та баз даних. Розрахунки за цими даними з використанням різноманітних математичних моделей здійснюються у спеціалізованих математичних обчислювальних пакетах, а для роботи з геоінформаційними системами використовують геоінформаційні пакети. Нажаль, інструментарій обробки даних у ГІС-пакетах значно поступається можливостям, які є у спеціальних обчислювальних пакетах програм. Тому актуальною є задача розробки методів забезпечення автоматизованої інтеграції математичного апарата з геоінформаційними системами.

В роботах [1, 2] наведено теоретичний апарат для інтегрування математичних моделей у ГІС на прикладі ГІС моніторингу поверхневих вод. В роботі [3] наведена алгоритмічна та програмна реалізація розробленої технології на прикладі використання ГІС «Панорама» та математичного обчислювального пакета MS Excel. Беручи до уваги той факт, що значна кількість фахівців з моделювання використовують для здійснення розрахунків за моделями пакет програм Mathcad, а також, що цей програмний продукт має надзвичайно потужні можливості для математичної обробки даних, такі як: можливість розв'язування диференціальних рівнянь (рис. 1), прогнозування, згладжування, інтерполяція даних, актуальною є задача автоматизації обробки екологічних даних з ГІС з використанням математичного обчислювального пакета Mathcad.

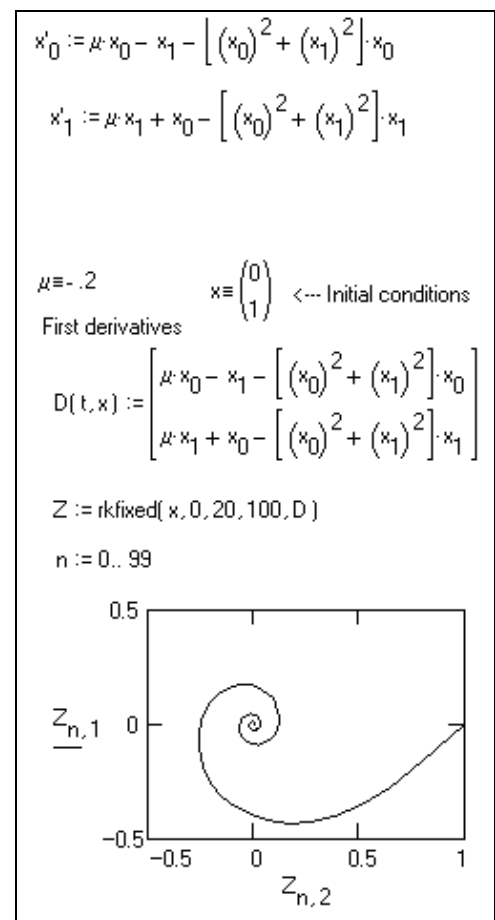


Рис. 1. Приклад розв'язання диференціального рівняння у середовищі Mathcad

## 2. Розв'язання задачі

Відповідно до розробленого теоретичного апарата в роботах [1, 2] створено комплекс програмного забезпечення, схема взаємодії складових якого наведена на рис. 2.

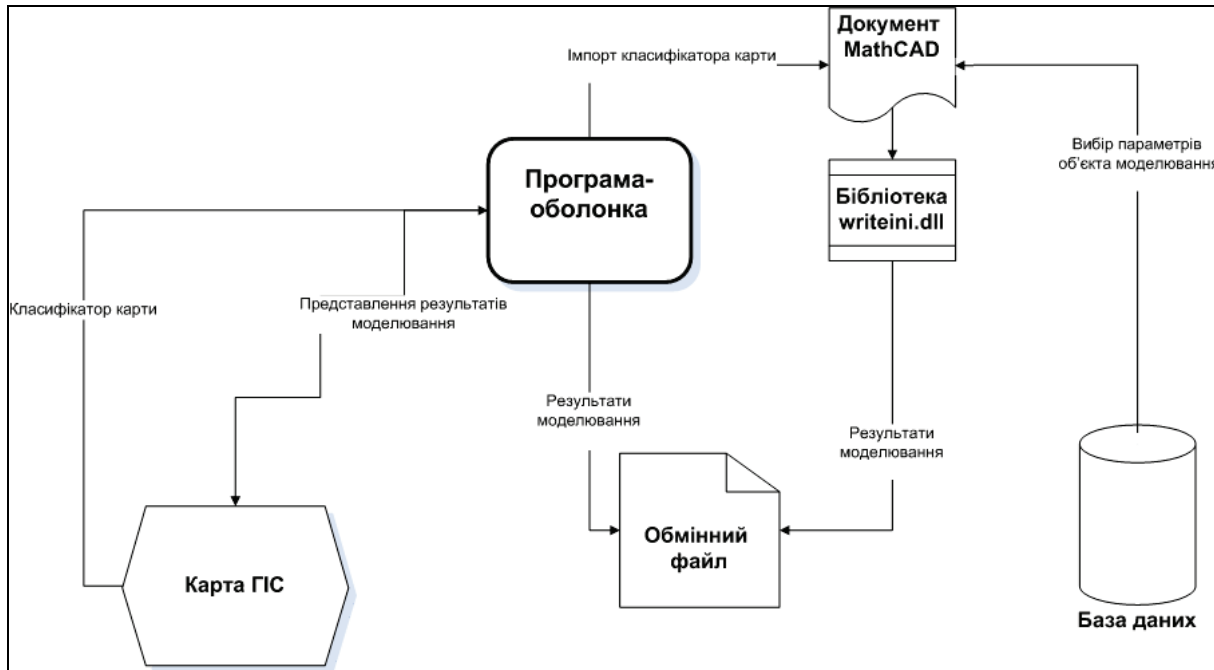


Рис. 2. Схема взаємодії інформаційних складових

Ключовим моментом у цій програмній реалізації є автоматичне формування обмінного файлу, в якому мають міститися результати розрахунків, здійснених в програмному середовищі Mathcad. Саме для забезпечення цього розроблено динамічну бібліотеку, з підключенням якої стає доступною функція користувача *WRITEINI* (місце розташування обмінного файлу, код об'єкта в класифікаторі, матриця результатів, початок відліку в процесі візуалізації).

Розроблено таку структуру обмінного файлу, який складається з таких секцій:

- *object*: містить код об'єкта в класифікаторі для перевірки вибраного об'єкта карти на правильність;
- *output\_value\_X*: містить масив просторових характеристик для представлення обчисленого за моделлю вихідного параметра на карті (відстань по гірлу річки, віддаленість від джерела викиду тощо);
- *output\_value\_Y*: містить масив значень обчисленого за моделлю вихідного параметра;
- *start*: містить початок відліку (наприклад, у разі моделювання поширення забруднення в річці це — розташування місця скиду), вказується в разі необхідності.

У формалізованому вигляді структуру обмінного файлу можна подати таким чином:

$$\text{Exchange\_file} = \left( \begin{array}{l} \text{object}(\text{excode}), \text{output\_value\_X}(\text{count}, X), \\ \text{output\_value\_Y}(\text{count}, Y), \text{start}(x_0) \end{array} \right) \quad (1)$$

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}; \quad Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Застосуємо розроблений теоретичний апарат на практиці.

## 3. Практична реалізація

Апробацію розробленого теоретичного апарата здійснено на моделі Фролова–Родзиллера [4, 5] поширення забруднюючої речовини у річкових водах.

Приклад розрахунків за моделлю Фролова–Родзиллера в Mathcad та генерування обмінного

файла наведено на рис. 3.

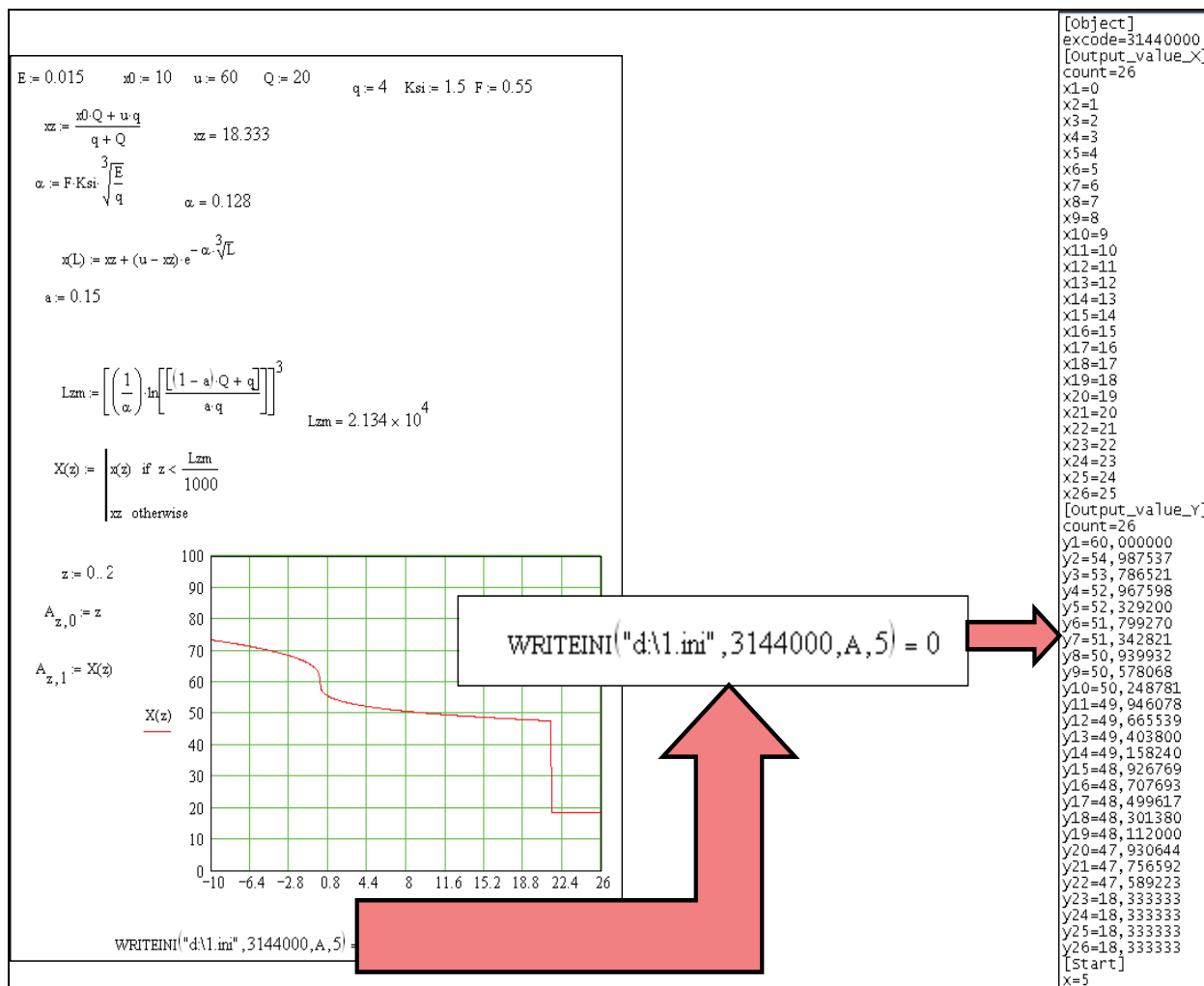


Рис. 3. Приклад розрахунків за моделлю Фролова–Родзиллера в Mathcad та генерування обмінного файла

Для моделювання та автоматизованого подання результатів моделювання було:

- 1) здійснено формалізацію моделі в математичному обчислювальному пакеті Mathcad та згенеровано обмінний файл;
- 2) відкрито векторну карту Вінницької області у програмі-оболонці.
- 3) здійснено візуалізацію за допомогою стовпчикових (рис. 4) та кругових діаграм (рис. 5).

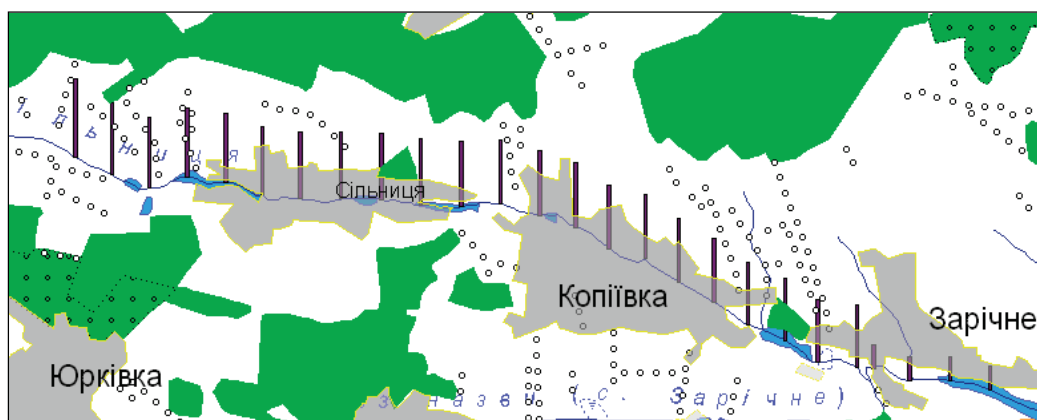


Рис. 4. Результати візуалізації результатів моделювання на ГІС стовпчиковими діаграмами

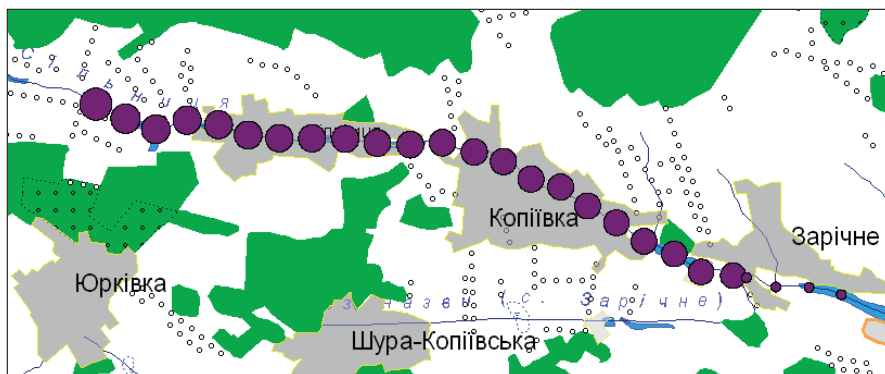


Рис. 5. Результати візуалізації результатів моделювання на ГІС круговими діаграмами

### 3. Висновки

Дістала подальший розвиток інформаційна технологія інтегрування математичних моделей у геоінформаційні системи моніторингу довкілля шляхом збільшення кількості математичних обчислювальних пакетів, розрахунки з яких можуть бути інтегровані у ГІС. Продемонстровано функціональність розробленого теоретичного апарата програмного забезпечення на моделі Фролова–Родзиллера поширення забруднюючої речовини у річкових водах.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Крижановський С. М. Інформаційна технологія автоматизованого інтегрування математичних моделей у геоінформаційні системи моніторингу поверхневих вод / С. М. Крижановський, В. Б. Мокін // Збірник наукових статей II Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю, 23—26.09.2009. — Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2009. — С. 154—157.
2. Крижановський С. М. Новий метод синтезу геоінформаційних моделей природних систем за математичними моделями процесів у них / В. Б. Мокін, С. М. Крижановський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2007. — № 4. — С. 40—47.
3. Крижановський С. М. Автоматизація візуалізації результатів моделювання природних процесів у геоінформаційних системах / В. Б. Мокін, С. М. Крижановський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2008. — № 6. — С. 51—54.
4. Родзиллер И. Д. Прогноз качества воды водоемов-приемников сточных вод / И. Д. Родзиллер — М. : Стройиздат, 1984. — 263 с.
5. Фролов В. А. Определение степени смешения сточных вод с водой водотока / В. А. Фролов // Производственные сточные воды. — Вып. 2. — М. : Медгиз, 1950. — С. 134—141.

Рекомендована кафедрою моделювання та моніторингу складних систем

Стаття надійшла до редакції 25.11.10

Рекомендована до друку 29.11.10

**Мокін Віталій Борисович** — завідувач кафедри; **Крижановський Євгеній Миколайович** — старший викладач; **Камінський Андрій В'ячеславович** — доцент.

Кафедра моделювання та моніторингу складних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця