

УДК 519.216.3:004.9

МЕТОДИКА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГІПЕРКУБУ СТАНІВ ТЕХНОГЕННОЇ СИТУАЦІЇ

Савчук Тамара, Козачук Андрій

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В доповіді описана методика, яка дозволяє побудувати прогноз стану техногенної ситуації на основі імітаційного моделювання гіперкубу станів техногенної ситуації. Також розглянуті співвідношення, які дозволяють отримати оптимальні параметри проведення імітаційного моделювання.

Abstract

The paper describes a technique that allows building a forecast of technological situation based on hypercube conditions simulation conditions. In addition, the paper considers the formulas that allow obtaining optimal parameters of simulation.

Вступ

Прогнозування стану техногенної ситуації є комплексним процесом, що складається з декількох етапів, на яких відбувається уточнення типу техногенної ситуації, що визначає метод прогнозування стану техногенної ситуації та формування подальших рекомендацій [1]. Перераховані етапи з'єднуються між собою інформаційними потоками, що містять вхідні та вихідні дані кожного з етапів прогнозування стану техногенної ситуації.

Імітаційне моделювання гіперкубу станів техногенної ситуації

Прогнозування стану техногенної ситуації на основі багатовимірною представлення даних [2] у гіперкубі станів техногенної ситуації передбачає виконання ряду операцій, які можуть бути об'єднані в єдину методику, яка описує алгоритм імітаційного моделювання значень гіперкубу станів техногенної ситуації, що складається з наступних кроків.

Крок 1. Початок роботи.

Крок 2. Введення даних про характеристики техногенної ситуації, її можливі стани та про максимальний період прогнозування t_k .

Крок 3. Ініціалізація гіперкубу станів техногенної ситуації.

Крок 4. Якщо існують комірки гіперкубу станів техногенної ситуації з невизначеним станом – перейти до кроку 5, інакше – крок 6.

Крок 5. Провести розрахунок значень невизначених комірок гіперкубу станів техногенної ситуації.

Крок 6. Встановити значення поточного кроку часу t в 0.

Крок 7. Якщо $t < t_k$ – перейти до кроку 8, інакше – крок 12.

Крок 8. Якщо кількість вимірів гіперкубу станів техногенної ситуації $n < 5$ – перейти до кроку 9, інакше – крок 10.

Крок 9. Обчислення стану гіперкубу станів техногенної ситуації в наступну одиницю часу. Перехід до кроку 11.

Крок 10. Оптимізоване обчислення стану гіперкубу станів техногенної ситуації в наступну одиницю часу з використанням неявного метода Дугласа-Гана.

Крок 11. Обчислення наступного кроку часу $t := t + \Delta t$. Перехід до кроку 7.

Крок 12. Виведення результату прогнозування.

Крок 13. Кінець роботи.

Визначення кроку прогнозування в імітаційній моделі техногенної ситуації

При прогнозуванні розвитку стану техногенної ситуації важливе значення має мінімізація часу, що необхідний для отримання прогнозу. При застосуванні чисельних методів для побудови прогнозу одним з засобів збільшення швидкодії є збільшення часу кроку прогнозування, це дозволяє зменшити загальну кількість ітерацій, що виконуються при прогнозуванні. При послідовному збільшенні часу кроку прогнозування прогноз втрачає стійкість і стає непридатним до використання.

Для оцінки стійкості прогнозу використаємо рівняння Куранта

$$C = \frac{u_x \Delta t}{\Delta x} + \frac{u_y \Delta t}{\Delta y} + \frac{u_z \Delta t}{\Delta z};$$

де Δt – крок часу, Δx , Δy , Δz – відстані у тривимірному просторі подання інформації про техногенну ситуацію, u_x , u_y , u_z – параметри швидкості переносу, що визначається фізичними характеристиками речовини (у випадку прогнозування температури – теплопровідністю). C – число Куранта, прогноз є стабільним, якщо воно менше за 1. Швидкість переносу визначається наступним співвідношенням:

$$u_x = \begin{cases} \frac{\partial f}{\partial x}, (f_{m+1} - f_m) \neq 0, \\ a(f_m), (f_{m+1} - f_m) = 0; \end{cases}$$

де f – значення прогнозу температури речовини, що змінюється в наслідок надзвичайної ситуації на залізниці, m – крок часу.

Якщо значення C більше за одиницю, значення похибки, що виникає на кожній ітерації прогнозування стану надзвичайної ситуації накопичується, сумарна похибка зростає у експоненційній залежності від кількості ітерацій і у отриманому прогнозі шум від похибки переважає корисні дані.

У випадку, якщо обмеження часу не дозволяють отримати пряме стійкий прогноз, прогнозування проводиться шляхом використання неявного методу Дугласа-Ганна для розв'язку тривимірних систем диференціальних рівнянь чисельними методами. Відповідно до цього метода, виконання кожної ітерації розбивається на три послідовних кроки. Розбиття на кроки дозволяє використовувати для розв'язання системи метод прогінки складність якого складає $O(n)$ замість метода Гауса зі складністю $O(n^2)$. Недоліком використання неявного методу Дугласа-Ганна є проблеми обчислення складних геометричних форм.

Висновки

Отже, на основі інформації про можливі стани техногенної ситуації за допомогою алгоритму імітаційного моделювання гіперкубу станів техногенної ситуації можна побудувати покроковий прогноз розвитку техногенної ситуації. За допомогою критерію Куранта можна підібрати такі параметри моделювання стану техногенної ситуації, які дозволяють мінімізувати час отримання стійкого прогнозу зміни стану техногенної ситуації.

Список використаних джерел:

1. Савчук Т. О. Прогнозування стану техногенної ситуації за допомогою імітаційної моделі, що базується на багатовимірному рівнянні дифузії / Т. О. Савчук, А. В. Козачук// Вісник національного університету “Львівська політехніка”. Інформаційні системи та мережі – 2014 – №783, – С. 473-478
2. Барсеґян А. А. Методи і моделі аналізу даних: OLAP і DATAM і NJN. / А. А. Барсеґян, М. С. Купріянов, В. В. Степаненко, І. І. Холод// БХВ-Петербург, 2004. - 336 с.