МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ І РОЗСІЯННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН

Хіврич О.В., к.військ.н., доцент (каф. БЖД НУХТ);
Володченкова Н.В., к.т.н., доцент (каф. БЖД НУХТ)

Тенденції щодо збільшення кількості аварій техногенного характеру обумовлюють актуальність розробки методів прогнозування концентрації небезпечних речовин у часі і просторі.

З великої кількості шкідливих речовин, в тому числі тих, що виробляються та використовуються у промисловості, є речовини віднесені до небезпечних і тим більше до речовин, які можуть призвести до надзвичайних ситуацій різного масштабу. Критерієм для віднесення хімічної речовини до небезпечних служить рівень середньої смертельної дози. В даний час у відповідності з Законом про промислову безпеку до них відносяться 179 найбільш небезпечних речовин, що використовуються в промисловості. З цих речовин в залежності від їх властивостей виділені речовини, які при недотриманні норм безпеки або порушення штатних технологій використання чи транспортування можуть заразити навколишнє середовище вражаючими концентраціями, стати причиною масового ураження людей, призвести до надзвичайної ситуації. Проблеми безпеки життя людей та екологічних наслідків впливу небезпечних факторів, що утворюються при аварії з викидом таких речовин у навколишнє середовище потребують розроблення заходів з прогнозування протікання аварії чи аварійної ситуації.

При завчасному прогнозуванні обстановки при таких аваріях, як правило, приймають наступні допущення: – розглядають негативні події (джерела надзвичайних ситуацій), що завдають найбільшої шкоди; - маса (об'єм) викиду (скидання) речовини (енергії) при техногенної аварії відповідає максимально можливій величині або обсягом найбільшої ємності; – метеоумови (клас стійкості атмосфери, швидкість і напрямок вітру, температура повітря, вологість тощо) приймаються найбільш сприятливими (інверсія, швидкість вітру 1 м/с, температура 20°С) для поширення пило-паро-газової хмари (радіоактивного, токсичного, вибухонебезпечного); – розподіл населення в будинках, на вулиці, в транспорті, на виробництві приймається відповідним середньостатистичному, з рівномірною щільністю населення (персоналу) в межах населеного пункту (об'єкта економіки).

Найбільш поширеним нині способом прогнозування параметрів поширення і розсіяння шкідливих речовин є математичне моделювання, а основними моделями - гауссові параметричні формули і інтегральні моделі, засновані на системі диференціальних рівнянь. Для вирішення цієї проблеми пропонується алгоритмом, який узагальнено передбачає:

Знайти:

$$F : (x_0, y_0, z_0, t_0, Tip, R, PKF) \rightarrow (x, y, z, t, C), \qquad (1)$$

де (x_0, y_0, z_0) – координати точки виникнення аварії, t_0 – час виникнення аварії, Tip – тип аварії, R – тип хімічної речовини, PKF – природно-кліматичні фактори, (x, y, z) – координати точки, в якій здійснюється прогнозування концентрації небезпечної речовини, t – час визначення концентрації, C – значення концентрації. Задачу визначення (1) можна переписати як задачу ідентифікації

$$C = F(x_0, y_0, z_0, t_0, x, y, z, t, Tip, R, PKF). \quad (2)$$

При розв'язанні даної залежності враховуються наступні фактори: при побудові залежностей (1)-(2) не враховуємо вплив характеру місцевості через складність визначення; залежності (1)-(2) мають складний поліекстремальний характер; параметри типу аварії Tip та погодно-кліматичні фактори не можуть бути точно визначеними в режимі реального часу та оперативному режимі.

При побудові моделі залежностей (1)-(2) враховуємо точки вимірювання концентрації, що дозволить здійснювати уточнене прогнозування та здійснюємо удосконалення моделі (2) з урахуванням результатів вимірювань. У результаті таких кроків модель (2) приймає наступний вигляд:

$$C = F(x_0 + \delta_x, y_0 + \delta_y, z_0 + \delta_z, t_0 + \delta_t, x, y, z, t, Tip + \delta_T, R, PKF + \delta_P). \quad (3)$$

Математична залежність, що була одержана дозволяє підвищити точність прогнозування концентрації небезпечних.

Як модель (3) далі розглядається нейромережа спеціального виду. Припустимо, що **Ω** – виробництво із наявністю хімічно-небезпечних речовин. У результаті аварії відбувається розгерметизація ємкості з такою речовиною.

Процес зберігання та транспортування небезпечних речовин має високий ризик: аналіз наслідків викидів показав, що 17% великих аварій, пов'язаних з хімічною промисловістю пов'язані з цим процесом. Одним із способів підвищення рівня безпеки в сховищах було б ділення на невеликі об’єми тари та ємкостей для зберігання та транспортування небезпечних речовин, що призводило б до менш катастрофічних аварій. Визначимо усі можливі точки знаходження ємкостей із небезпечною речовиною, які і будуть точками можливої аварії $\left\{\left(x_0^{\,i}, y_0^{\,i}, z_0^{\,i}\right) / i = \overline{1, m}\right\}$. Якщо величина m не є значною, то потрібно обмежитись репрезентативними вибірковими точками. Далі побудувати часовий ряд $\left\{t_0^j, j = \overline{1, k}\right\}$, де k– кількість точок часу доби, коли можливе виникнення аварії, і сформувати множину типів аварії $\left\{Tip^l, l = \overline{1, L}\right\}$. Виходячи із особливостей функціонування підприємства, визначити хімічні речовини, які становлять небезпеку $\left\{R^p, p = \overline{1, P}\right\}$, та можливі варіанти значень природно-кліматичних факторів $\left\{PKF^q, q = \overline{1, Q}\right\}$. За відомими залежностями

аналітично розрахувати концентрації небезпечних речовин $\{C^v\}$ у точках $\left\{\left(x^v, y^v, z^v\right), v=\overline{1,V}\right\}$ у моменти часу $\left\{t^w, w=\overline{1,W}\right\}$. Така задача має комбінаторний характер, точно алгоритмізується і дозволяє отримувати результат у вигляді таблиці з полями

$$\langle x_0, y_0, z_0, t_0, Tip, R, RKF, x, y, z, t, C\rangle \tag{4}$$

Аналіз особливостей нейромереж переконує у доцільності вибору як моделі концентрації небезпечних речовин RBF-мережі. Відомо, що активаційними функціями такої мережі є функції виду:

$$F_K = \exp\left(\frac{\|x-C\|}{2\delta^2}\right), \quad F_K = \frac{\sin(\|X\|)}{\|X\|}, \tag{5}$$

де C – координати навчальних точок, δ – параметр нейромережі (середньоквадратичне відхилення), який може бути однаковим для усіх навчальних образів або різним. Для двовимірного випадку апроксимація (2) здійснюється з використанням системи функцій F_K.

При вирішенні залежностей враховуємо також властивості газоподібних речовин. Розбіжності в прогнозах ближньої та дальньої хмари узгоджуються з даними. Побудова моделі H і її модифікація релевантні ідентифікації залежності (2) та її уточнення – моделі (3). На практиці експерт визначає реперні точки, будує таблицю даних та в результаті моделювання одержує функціональну залежність H. При аварії в систему підтримки прийняття рішень вводяться початкові дані, які її характеризують. З використанням моделі H, яку подамо так:

$$H:\left(X, x, y, z, t, C\right) \to (X, x, y, z, t, C) \tag{6}$$

для будь-яких заданих значень (x^*, y^*, z^*, t^*) можемо знайти значення концентрації небезпечної речовини C^* в точці з координатами (x^*, y^*, z^*) в момент часу t^*.

Аналогічну процедуру можна виконати і для інших точок.

Висновок

У роботі представлено метод розрахунку можливих наслідків аварійних ситуацій з викидом небезпечних речовин. Дані розрахунки можна використовувати при оптимізації конструкцій установок для зберігання і транспортування таких речовин і як наслідок, мінімізації ризиків шляхом розрахунків.

Література

1. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті. Режим доступа: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0326-01/print1455107342922579.

2. Genserik L.L. Transportation Risk Analysis tool for hazardous Substances (TRANS) – A user-friendly, semi-quantitative multi-mode hazmat transport route safety risk estimation methodology for Flanders/ Genserik L.L. Reniers, Katleen De Jongh, Bob Gorrens, Dirk Lauwers, Maarten Van Leest, Frank Witlox/ Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 15, Issue 8, December 2010, Pages 489-496.

3. Землянський О.М. Нейромережний метод пост прогнозування концентрації небезпечних речовин в умовах невизначеності / О.М. Землянський // Искуственный интеллект. – 2012. – № 2. – С. 136-143.

4. Oggero A. A survey of accidents occurring during the transport of hazardous substances by road and rail/ A. Oggero, R.M. Darbra, M. Muñoz, E. Planas, J. Casal/ Journal of Hazardous Materials, Volume 133, Issues 1–3, 20 May 2006, Pages 1-7.