

Olenychenko Yu.A., Sobol A.N., Kosse A.G.

Approach to optimization placement of devices for monitoring thermal fields in refuse dumps

In this paper the approach to definition the optimum number and placement of devices for monitoring thermal fields in refuse dumps is given. This approach is based on the decomposition of the task into components associated with the optimization covering of specified areas different kinds of geometric objects.

Key words: refuse dump, optimum covering

УДК 519.2

*Паніна О.О., викл., НУЦЗУ,
Гусева Л.В., викл., НУЦЗУ*

ЗАСТОСУВАННЯ ЙМОВІРНОСНО-ДЕТЕРМІНІСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНОГЕННИХ АВАРІЙ

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Для оцінки наслідків надзвичайних ситуацій природного й техногенного характеру на об'єктах промисловості пропонується використання ймовірносно-детерміністичних моделей, що дозволить вирішувати задачу оцінки розповсюдження зовнішніх впливів по структурних компонентах об'єкта, а також урахувати вплив НС на якісний стан елементів об'єкта

Ключові слова: ймовірносно-детерміністична модель, зважений граф, ймовірна оцінка ризику, синергетика, керування ризиками

Постановка проблеми. Об'єкти хімічної промисловості відносяться до складних технічних систем, актуальною проблемою для яких є достовірне й своєчасне передбачення, прогнозування й запобігання надзвичайних ситуацій (НС), які можуть призвести до позаштатного режиму, аварії, катастрофи або суттєво вплинути на працездатність, живучість, безпеку таких об'єктів. Можливість появи й результати дій НС, вважається випадковими й хаотичними процесами, які по механізмах впливу характеризуються, як ризики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Об'єкти хімічної промисловості належать до систем з ризиком виник-

нення НС, тому актуальним є розробка адекватних математичних моделей, які дозволяють оцінювати надійність системи в цілому, прогнозувати її поведінку під впливом вражаючих факторів НС, так як класична теорія надійності [1] не надає необхідних інструментів дослідження якості функціонування складних систем в умовах НС. Також актуальними є розробка методів підвищення або збереження опірності систем, що функціонують в умовах вражаючих впливів НС.

Моделювання поведінки складних систем дозволяє дослідити особливості їх функціонування в різних умовах, наділяти їх необхідними характеристиками й знижувати ризик виникнення НС. Для моделювання систем зі складною структурою використовуються методи теорії зважених графів [2], що дозволило виявити ряд ефектів самоорганізації в поведінці систем й зрозуміти залежність живучості системи від її структури.

Використання імовірнісних оцінок ризику для аналізу стану безпеки об'єкта — одне з найбільш дискусійних напрямків у теорії безпеки, що відзначається в роботах В. Маршалла, Є.Дж. Хенлі, Х. Кумамото, Н.П. Бусленко, П.Г. Белова й інших авторів. Нормативні документи [4] рекомендують із обережністю ставитися до застосування кількісних показників ризику як критеріїв безпеки, враховуючи складність розглянутих об'єктів і більшу невизначеність використовуваної для розрахунків інформації [5, 6, 7]. Разом з тим, такі показники використовуються як нормовані критерії пожежної безпеки [8, 9].

Постановка завдання та його вирішення. З позиції класичних моделей теорії надійності система вивчається ізольовано від навколишнього середовища. У статті зроблена спроба обійти дане обмеження, при цьому досліджувану систему пропонується представляти у вигляді графа, а зовнішній вплив у вигляді імпульсного впливу.

Якщо розглянути проблему з погляду теорії самоорганізації — синергетики [10] і теорії керування ризиками [11], у математичній моделі досліджуваної системи повинні бути представлені основні елементи поведінки яких можна вірогідно судити про всю систему. Проведення досліджень без деталізації систем, процесів і явищ у них, прийнято називати системним синтезом [12]. Роботами В.В. Кульби, Т.С. Ахроме-

ева, С.П. Курдюмова, Д.А. Кононова, Г.Г. Малинецкого, А.А. Самарського, А.Н. Шубіна та ін. підтверджується результативність використання даного підходу.

Усяку складну технічну систему з погляду концепції безпеки, слід вивчати із трьох основних позицій: надійності, живучості, безпеки системи. Кожна із цих позицій по-різному описує зв'язок і взаємодія системи з навколишнім середовищем. Дослідження перерахованих властивостей системи дозволяє зменшити ризик виникнення НС.

Використаємо позначення для всякого кінцевого графа

$$G = (V, E), \quad (1)$$

де $V = \{v_i\}, i = 1, n$ – безліч вершин, а $E = \{e = (v, u)\}$ — безліч його ребер [13].

Поширення впливу від одного елемента системи до іншого, на графові системи задано орієнтованим ребром, що має певний початок і кінець.

Надійністю елемента системи будемо вважати ймовірність $P(t < T)$, де елемент буде працездатний протягом часу T з моменту початку експлуатації.

Таким чином, на оргграфі системи для вершини $v_i \in V, i \in \{1, 2, \dots, n\}$ її вагою є величина $w_i(t) = P_{v_i}(t < T)$, що характеризує надійність елемента системи. Вагою дуги $(v_i, v_j) \in E$ є величина

$$w(v_i, v_j) = \varepsilon_{ij}, j \in \{1, 2, \dots, n\}, i \neq j. \quad (2)$$

Число $0 < \varepsilon_{ij} < 1$, зі знаком “+”, є частка переданого впливу, що зберігся при переході від вершини v_i до вершини v_j .

Процес зміни ваги вершин графа системи можна відбити імпульсним впливом, який визначається імпульсом: $imp_j(t)$, $j \in \{1, 2, \dots, n\}$ у дискретному часі $t=0, 1, 2, 3, \dots$, який задається відношенням

$$imp_j(t) = w_j(t)/w_j(t-1) \text{ при } t > 0. \quad (3)$$

Тоді для $t \geq 0$ для i -ої вершини графа G визначимо імпульсні впливи

$$w_i(t+1) = w_i(t) \prod_{k=1}^{\deg v_i} \varepsilon_{ji} \text{imp}_j(t), \quad (4)$$

або

$$\text{imp}_j(t+1) = \prod_{k=1}^{\deg v_j} \varepsilon_{ji} \text{imp}_j(t), \quad (5)$$

де $\deg v_i$ – число вхідних у вершину v_i дуг.

Формули (3), (4) і (5) задають зміни ваг вершин графа $G=(V,E)$, тим самим, визначаючи динаміку поширення зовнішніх впливів по системі.

Автономний імпульсний вплив на зваженому оргграфі G визначимо за правилом (3) з вектором початкових значень

$$W(0) = (w_1(0), w_2(0), \dots, w_n(0))$$

і вектором імпульсів

$$\text{imp}(0) = (\text{imp}_1(0), \text{imp}_2(0), \dots, \text{imp}_n(0)). \quad (6)$$

Автономний імпульсний вплив у парі з вектором початкових значень описує стан системи в початковий момент часу, коли під вплив зовнішніх вражаючих впливів попадають усі або частина елементів системи.

Автономний імпульсний вплив, у якому вектор $\text{imp}(0) = (1, 1, \text{imp}_i(0), \dots, 1)$, $p_i(0) > 0$, має тільки i -ту відмінну від одиниці компоненту, назовемо простим впливом з початковою вершиною $v_i \in V$. Простий імпульсний вплив описує стан системи в початковий момент часу, коли зовнішній вплив вражає один з елементів системи — той, який відповідає i -ій вершині графа системи.

Відповідно до описаного імпульсного впливу на оргграфі можна ввести різні критерії (ознаки) досягнення системою граничного стану. Приміром, можна вважати, що система пе-

ребує в граничному стані, якщо надійність одного або декількох найбільш значимих елементів системи нижче деякого припустимого рівня. Цей рівень будемо називати критичним рівнем надійності елемента. Уведений критерій чітко розділяє докритичний й закритичний стан елемента системи. Якщо надійність елемента нижче критичного рівня, то елемент не в змозі функціонувати необхідний час із необхідною якістю.

Представлення досліджуваної системи у вигляді зваженого за правилом (2) графа $G=(V,E)$ і формалізація зовнішнього впливу на систему як автономного імпульсного впливу (3)–(6) визначає модель поширення вражаючих впливів НС по системі.

Детальне дослідження побудованої моделі дає можливість дослідити, як зовнішній вплив поширюється за структурою системи й впливає на якісний стан її елементів.

Висновки. Істотною особливістю побудованої моделі є припущення можливості виходу з ладу найбільш надійних елементів при поширенні імпульсних впливів по системі. Цей факт підкреслює пряму залежність надійності елемента від його положення в структурі, а також залежність живучості всієї системи від обраної структури при проектуванні. Запропонована в статті математична модель поширення зовнішніх впливів по системі дозволяє пояснити ряд явищ, які спостерігаються у складних технічних системах при попаданні їх в аварійну ситуацію.

ЛІТЕРАТУРА

1. Барлоу Р., Прошан Ф. Статистична теорія надійності й випробування на безвідмовність. - М.: Наука, 1984.- 328 с.
2. Кульба В.В., Кононов Д.А. і ін. Методи формування сценаріїв розвитку соціально-економічних систем. - М.: СИНТЕГ, 2004. - 296 с.
3. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980.
4. РД 08-120-96. Методичні рекомендації із проведення аналізу ризику небезпечних виробничих об'єктів.
5. Бусленко Н.П. Моделювання складних систем. - М.: Наука, 1978. - 356 с.
6. Ємельянов В.В., Ясиновский С.І. Введення в інтелектуальне імітаційне моделювання складних дискретних систем і процесів. Мова РДО. - М.: АНВИК, 1998. - 427 с.

7. Аналіз ризику і його нормативне забезпечення. В.Ф. Мартинюк і ін. // Безпека праці в промисловості, 1995, № 11.- С. 55-62.
8. ДЕРЖСТАНДАРТ Р 12.3.047-98. ССБТ. Пожежна безпека технологічних процесів. Загальні вимоги. Методи контролю.
9. ДЕРЖСТАНДАРТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожежна безпека. Загальні вимоги.
10. Владимиров В.А., Кульба В.В., Малинецкий Г.Г. і ін. Керування ризиком. - М.: Наука, 2000. - 230 с.
11. Нове в синергетиці: погляд у третє тисячоріччя / Під ред. Малинецкого Г.Г., Курдюмова С.П. - М.: Наука, 2002. – 480 с.
12. Ахромеева Т.С., Курдюмов С.П. і ін. Нестационарні структури й дифузійний хаос. - М.: Наука, 1992. - 320 с.
13. Емеличев В.А., Мельников О.І., Сарванов В.І., Тышкевич Р.І. Лекції по теорії графів. - М.: Наука, 1990. - 384 с.

Панина Е.А., Гусева Л.В.

Применение вероятностно-детерминистической модели для прогнозирования техногенных аварий

Для оценки последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на объектах промышленности предлагается использование вероятностно- детерминистических моделей. Это позволит решать задачу оценки распространения внешних воздействий по структурным компонентам объекта, а также учесть влияние чрезвычайных ситуаций на качественное состояние элементов объекта.

Ключевые слова: вероятностно-детерминистические модели, методы теории взвешенных графов, вероятностные оценки риска, синергетика, теория управления рисками

Panina E.A., Guseva L.V.

Using probabilistic-deterministic models to predict man-made accidents

To assess the consequences of natural and man-made objects in the industry is invited to use the probabilistic- deterministic models. This will solve the problem of estimating the distribution of external influences on the structural components of the facility, as well as to take into account the impact of emergencies on the qualitative state of the object.

Key words: probability-deterministic models, methods, theory of weighted graphs , probabilistic risk assessment , synergy , the theory of risk management