

УДК 504.056

ОЦІНКА ВИНИКНЕННЯ КРИЗОВОЇ СИТУАЦІЇ НА ОБ'ЄКТАХ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

В.С. Хомініч

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

e-mail: visemhom@mail.ru

В системах підтримки прийняття рішень керівництву кризових центрів доцільно мати оцінки одного чи кількох критичних параметрів безпеки на об'єктах підвищеної небезпеки (ОПН). В кризових ситуаціях керівництво має справу з множиною альтернатив рішень і наданням переваги на ній. Тому своєчасна і неупереджена оцінка надзвичайної ситуації (НС) допоможе уникнути ризиків і втрат. При цьому зовнішні умови обстановки можуть сприяти або не сприяти виникненню пожеж і вибухів на ОПН. Наприклад, стихійні лиха, дії терористів, катастрофи над територією космічних або повітряних об'єктів і т.ін

Актуальність. В Україні щорічно пожежі та вибухи уносять життя людей і приносять багатомільйонні збитки. Тому організація моніторингу пожежної небезпеки і розробка відповідних алгоритмів швидкої оцінки можливості виникнення пожеж и вибухів на промислових об'єктах, базах, сховищах є актуальною задачею для кризових центрів. Ці алгоритми повинні дозволять керівному складу кризового центру у стислі терміни оцінювати і прогнозувати можливі НС. В деякому сенсі, моніторинг пожежної небезпеки працює як своєрідний зворотній зв'язок в системі регулювання техногенної ситуації, як на окремому ОПН, так і в регіоні. При цьому система моніторингу може розглядатись як необхідна складова частина усього комплексу виконавчих заходів, які необхідні при прийнятті управлінських рішень [1].

Пожежо- та вибухонебезпечністю ОПН називаються такий їхній стан, при якому з високою ймовірністю виключається поява загорянь, пожеж, або вибухів на робочих місцях та на території за умови повного дотримання встановлених правил техніки безпеки.

Мета статті. Статтю присвячено розробці алгоритмів моніторингу пожежної небезпеки на ОПН у кризовому центрі.

В якості параметра безпеки (ініціююча подія) обрано температуру, тому що вона характеризує стан термодинамічної рівноваги макроскопічної системи (об'єкту, бази, сховища). Припускається, що температура однакова для усіх частин ізольованої системи, яка знаходиться в термодинамічній рівновазі. Крім того, прогнозування можливості виникнення пожежі за рахунок вимірювання температури найбільш привабливо для оцінювання пожежної небезпеки ще й тому, що цю небезпеку можна оцінити по часу виникнення такої події. Відомо [2,3,4], що пожежа має три фази розвитку: - 1 фаза – (10-12 хв.), температура (70-150 °С); - 2 фаза – (30-40 хв.), температура (150-800 °С); - 3 фаза – загасаюча стадія пожежі. Таким чином, пожежна автоматика об'єкту повинна спрацювати і ліквідувати пожежу на першій фазі. Таким чином, до складу пожежної автоматики об'єкту повинні входити: датчики температури, мікропроцесори обчислення алгоритмів, пристрої гасіння пожежі. Якщо на першій фазі пожежу загасити не вдається, то швидкість розвитку пожежі на другій фазі потребує використання зовнішніх засобів пожежегасіння. Слід відмітити, що на послідовність вимірювання температури накладаються жорсткі обмеження на точність вимірювання. Алгоритм може бути використаний як найгірший

варіант щодо оцінки виникнення пожежі. Недоліком алгоритму є те, що для його реалізації потрібні додаткові затрати на встановлення мікропроцесорів і контролерів, які входять до автоматизованих інформаційних систем (АІС).

При цьому роботу будь-якої АІС S можна розглядати як обробку вхідних даних X и видачу вихідної інформації Y , тобто $S: X \rightarrow Y$. Вхідні дані X – це дані, які, чи оператор самостійно уводить до комп'ютеру, чи дані, які надходять до комп'ютеру від технічних пристроїв по каналам зв'язку. Вихідна інформація Y – подається у вигляді документів у стандартних форматах, на моніторі чи запам'ятується в БД для подальшого використання в математичних моделях. Створення програмного забезпечення (ПЗ) АІС у формальному вигляді позначається перетворенням F , що має вигляд $F: X \rightarrow Y$. До складу програмного комплексу F входять і – ті модулі f_i , тобто $F = \{f_i\}$.

Для кризових центрів актуальною є задача розробки алгоритмів, що дозволяють оцінювати і прогнозувати можливе виникнення пожежі з суттєвим часом упередження.. Будемо рахувати, що за об'єктом ведеться постійний моніторинг, при якому основні сигнали, що характеризують його функціонування, реєструються в дискретні моменти часу t_i . В якості такого сигналу береться температура збереження $z_i, z_{i+1}, z_{i+2}, \dots$. Об'єкт при нормальному функціонуванні є стаціонарною системою, тобто послідовність ініціюючих подій $\{z_i\}$ утворює стаціонарний дискретний тимчасовий ряд, значення якого обмежені технічними вимогами:

$$z_H \prec z_i \prec z_B, \quad (1)$$

де z_H - найменша припустима температура;

z_B - найбільша припустима температура.

Крім того, відомо, що об'єкт має певну інерційність, тобто його перехід від нормального стану до аварійного має конкретну тривалість, а перехідний режим має аперіодичний характер.

Для розробки алгоритмів оцінки часу виникнення пожежі може бути використана теорія автоматичного управління, а саме теорія стабільності дискретних систем. Дійсно, виникнення надзвичайної події в деякий момент часу – може розглядатись як порушення процесу стійкості об'єкту: $z(t) \notin [z_H, z_B]$ тобто $z(t)$ виходить за межі $[z_H, z_B]$.

Тоді, в якості математичної моделі, що описує процес змінювання температури в об'єкті, можна використовувати систему в трьох лінійних рівнянь:

$$\begin{cases} a_1 z_{t+2} + a_2 z_{t+1} + a_3 z_t = z_{t+3}, \\ a_1 z_{t+3} + a_2 z_{t+2} + a_3 z_{t+1} = z_{t+4}, \\ a_1 z_{t+4} + a_2 z_{t+3} + a_3 z_{t+2} = z_{t+5}, \end{cases} \quad (2)$$

де $z_t, z_{t+1}, z_{t+2}, z_{t+3}, z_{t+4}, z_{t+5}$ - фіксовані значення тимчасового ряду, для яких порушуються температурні умови починаючи з z_t ;

a_1, a_2, a_3 - параметри моделі (постійні коефіцієнти).

Ця система базується на припущенні, що в якості апроксимуючої моделі береться лінійна авторегресійна модель третього порядку.

Використовуючи критерій стійкості дискретних систем [5] маємо:

$$A_0 \succ 0; \quad A_1 = A_1 \succ 0; \quad A_2 = \begin{vmatrix} A_1 & A_3 \\ A_0 & A_2 \end{vmatrix} \succ 0, \quad (3)$$

де $A_0 = a_0 + a_1 + a_2 + a_3 \succ 0$,

$$A_1 = 3(a_0 - a_3) + a_1 - a_2 \succ 0,$$

$$A_2 = 3(a_0 + a_3) - a_1 - a_2 \succ 0,$$

$$A_3 = a_0 - a_1 + a_2 - a_3 \succ 0.$$

$$A_1 A_3 - A_0 A_2 = a_0^2 - a_3^2 + a_1 a_3 - a_0 a_2 \succ 0$$

$$a_1 = \frac{z_t^2(z_{t+2}z_{t+5} - z_{t+3}z_{t+4}) - z_{t+1}^2z_tz_{t+5} - z_{t+2}^2z_tz_{t+3} + z_{t+3}^2z_tz_{t+1} + z_tz_{t+1}z_{t+2}z_{t+4}}{z_tz_{t+4}(z_tz_{t+2} - z_{t+1}^2)},$$

$$a_2 = \frac{z_tz_{t+4} - z_{t+1}z_{t+3}}{z_tz_{t+2} - z_{t+1}^2} + \frac{z_{t+1}z_{t+2} - z_tz_{t+3}}{z_tz_{t+2} - z_{t+1}^2} a_1;$$

$$a_3 = \frac{z_{t+3}(z_tz_{t+2} - z_{t+1}^2) - z_{t+1}(z_tz_{t+4} - z_{t+1}z_{t+3})}{z_t(z_tz_{t+2} - z_{t+1}^2)} - \frac{z_{t+1}(z_{t+1}z_{t+2} - z_tz_{t+3})}{z_t(z_tz_{t+2} - z_{t+1}^2)} a_1;$$

Параметри моделі a_1, a_2, a_3 обчислюються при сталих значеннях тимчасового ряду і зберігаються в пам'яті системи.

В статті [6] при аналізі стійкості динамічних систем пропонується використовувати модель системи другого порядку, що відповідає температурному процесу в сховищі, який характеризується одноманітним перехідним режимом. При такому припущенні можна використовувати систему лінійних алгоритмічних рівнянь другого порядку

Таким чином, можна використовувати систему двох лінійних алгоритмічних рівнянь:

$$\begin{cases} z_{t+2} = a_1 z_{t+1} + a_2 z_t, \\ z_{t+3} = a_1 z_{t+2} + a_2 z_{t+1}, \end{cases} \quad (4)$$

де z_t - перше значення тимчасового ряду, для якого не виконується умови (1);

a_1, a_2 - параметри моделі.

Для системи (4) умови стійкості мають вид:

$$A_0 = a_0 + a_1 + a_2 \succ 0$$

$$A_1 = 2(a_0 - a_1) \succ 0$$

$$A_2 = a_0 - a_1 + a_2 \succ 0$$

Достоїнство цієї моделі: - простота, яка пояснюється тим, що під час аналізу стійкості динамічних систем високого порядку можна використовувати модель еквівалентної системи другого порядку; - відсутність апріорної інформації.

Вади цієї моделі: - не враховує шумові складові, які пов'язані з фізичними властивостями об'єктів; - не враховує анізотропні властивості будівельних конструкцій тощо.

Використовуючи систему (4) відносно параметрів a_1, a_2 , маємо:

$$a_1 = \frac{z_{t+3}z_t - z_{t+2}z_{t+1}}{z_t z_{t+2} - z_{t+1}^2}; \quad (5)$$

$$a_2 = \frac{z_{t+2} - a_1 z_{t+1}}{z_t};$$

Використовуючи відомі умови стійкості дискретної системи (3) для другого порядку, маємо систему нерівностей

$$\begin{aligned} 1 - \frac{z_{t+1}z_{t+2} - z_t z_{t+3} - z_{t+2}^2 + z_{t+1}z_{t+3}}{z_t z_{t+2} - z_{t+1}^2} &> 0, \\ 1 - \frac{z_t z_{t+3} - z_{t+1}z_{t+2}}{z_t z_{t+2} - z_{t+1}^2} &> 0, \\ 1 + \frac{z_{t+1}z_{t+2} - z_t z_{t+3} + z_{t+2}^2 - z_{t+1}z_{t+3}}{z_t z_{t+2} - z_{t+1}^2} &> 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Таким чином, об'єкт пожежонебезпечний тоді і тільки тоді, коли виконуються усі три нерівності. При цьому алгоритм оцінки (процедура) визначення пожежної небезпеки об'єкту зводиться до:

- визначенню інтервалу між суміжними вимірюваннями температури, при якому фіксуються $z_i, z_{i+1}, z_{i+2}, z_{i+3}$;
- перевірка умови (6), у випадку невиконання будь-якого з нерівностей (6) формується повідомлення до кризового центру відносно пожежі.

Висновки.

Підхід, який пропонується, не потребує апріорної інформації про імовірнісні характеристики процесів на об'єкті, що дозволяє швидко оцінити пожежну небезпеку і, таким чином, виграти час для прийняття рішень по недопущенню надзвичайної події, коли це ще можливо.

Список літератури

1. Морозов А.А., Кузьменко Г.Е. Ситуационные центры – технология принятия управленческих решений. //XI Международная конференция «Построение информационного общества: ресурсы и технологии», К., 2005, С115-123.
2. Справочник. Под ред. Баратова А.Н. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. М.: 1987. 280с.
3. ДСТУ 3891-99. Безпека у надзвичайних ситуаціях.
4. ДСТУ 2272-93. Пожежна безпека.
5. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. М.: Наука, 1977, 559 с.
6. Хомініч В.С. Оцінка надзвичайної ситуації на ОПН у ситуаційному центрі регіонального рівня. //Системи підтримки прийняття рішень.СППР'2006. С.16-19.