
УДК 519.87: (504.75+614.87)

*О.Д. Малько, к.військ.н., доцент кафедри, НУЦЗУ,
Є.В. Карманний, к.ю.н., доцент кафедри, НЮУУ ім. Я.Мудрого*

ДО ПИТАННЯ ПРО МАТЕМАТИЧНУ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

(представлено д-ром техн. наук Бодянським Е.В.)

Розглянуто задачу прогнозування (постановка та загальний підхід до її вирішення) виникнення техногенної надзвичайної ситуації в умовах стохастичної невизначеності початкової інформації. Обґрунтовано вимоги до показників невизначеності початкової інформації для кожної рахункової моделі. Обрано рахункову математичну модель техногенної складової надзвичайної ситуації.

Ключові слова: надзвичайна ситуація техногенного характеру, стохастична невизначеність інформації, вимоги до показників невизначеності інформації.

Постановка проблеми. Одним із важливіших завдань запобігання надзвичайної ситуації техногенного характеру (НС ТХ) є вирішення задачі прогнозування факту її виникнення на кінець прогнозного періоду. Прогноз може здійснюватися в умовах наявності системи постійного моніторингу техногенної складової та наявності сукупності математичних моделей функціонування цієї складової. Але моделювання функціонування системи на кінець періоду прогнозу вимагає використання прогнозних величин параметрів, які мають певний рівень стохастичної невизначеності. При цьому, якість прогнозу (його надійність) залежить від адекватності математичної моделі, яка є функцією факторів, які були враховані, та від вірогідності самого результату прогнозу.

Вимоги максимальної адекватності і високої вірогідності знаходяться у суперечності: чим більше факторів враховується в математичній моделі, тим більш вона адекватна. Водночас внаслідок зростання кількості врахованих прогнозних факторів зростає невизначеність результату прогнозування (знижується вірогідність), що знижує можливість його використання при прийнятті рішення.

Для прийняття рішення щодо практичного використання результатів прогнозу необхідно визначити відповідність стохастичної невизначеності прогнозних параметрів потрібній надійності прогнозу.

В умовах наявності системи постійного моніторингу ця задача може бути вирішена шляхом математичного прогнозування кількісної оцінки ступеня загрози виникнення НС ТХ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Деякі підходи до прогнозування приведені в [1, 2, 3]. Їхня суть у наступному:

- за допомогою математичних моделей прогнозується вектор параметрів

$$\overline{X}_{\text{пр}} = \{ X_{\text{пр } k} \}, k = \overline{1, n}, \quad (1)$$

який характеризує процес функціонування техногенної складової (або її підсистем). При цьому результати прогнозу є початковою інформацією для визначення кількісної оцінки ступеня загрози виникнення НС ТХ;

- за допомогою моделі функціонування техногенної складової (або її підсистеми) здійснюється визначення

$$Y = f(X_{\text{пр}}), \quad (2)$$

що кількісною оцінкою ступеню загрози виникнення НС ТХ на закінчення періоду прогнозування. Час можливого виникнення НС ТХ визначиться періодом прогнозування вектору параметрів, при якому ця кількісна оцінка досягне критичної межі, тобто

$$Y < Y_{\text{кр}}, \quad (3)$$

де $Y_{\text{кр}}$ – критична величина кількісної оцінки ступеня загрози виникнення НС ТХ.

Водночас найбільша повнота опису математичної моделі може бути досягнута за рахунок урахування особливостей процесу функціонування техногенної складової (або її підсистем). Наслідком зазначеного є можливість використання в моделі більшої кількості параметрів, які отримані шляхом прогнозування. Результати прогнозування параметрів процесу в залежності від вибору моделі та періоду прогнозу будуть мати стохастичну невизначеність. Ця невизначеність може характеризуватися вектором величин середнього квадратичного відхилення результатів прогнозу від істинного значення

$$\overline{\sigma} = \{ \sigma_k \}, k = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Такий підхід до використання прогнозних величин параметрів процесу функціонування техногенної складової (або її підсистеми) в математичній моделі її функціонування приводить до появи невизначеності кількісної оцінки ступеня загрози виникнення НС ТХ - Y . Таким чином, кількісна оцінка ступеня загрози є випадковою величиною з власним значенням $\sigma_{\text{пр}}$. При цьому, високий рівень невизначеності

результатів прогнозування кількісної оцінки ступеня загрози виникнення НС ТХ робить неможливим її практичне використання.

Постановка завдання та його вирішення. З наведеного витікає висновок, що для кожної математичної моделі функціонування (для кожної процедури опису) є власний рівень невизначеності параметрів функціонування. При цьому результат моделювання процесів техногенної складової (або її підсистеми) – кількісна оцінка ступеню загрози виникнення НС ТХ (Y) буде мати допустимий рівень невизначеності.

Для вирішення завдань запобігання НС ТХ необхідно вирішення задачі обґрунтування потрібних рівнів невизначеності параметрів процесу функціонування техногенної складової (або її підсистеми) при прогнозі можливості виникнення НС ТХ.

Задача може звестись до обґрунтування вектора граничнодопустимих значень показників невизначеності для кожної математичної моделі, яка може використовуватися для моделювання процесу функціонування техногенної складової.

Загальна математична постановка цієї задачі може мати наступний вид. Для сукупності математичних моделей

$$\Omega = \{ \Omega_i \}, i = \overline{1, m}, \quad (5)$$

кожна $\Omega_i, i = \overline{1, m}$ з яких характеризується вектором параметрів

$$\overline{X}_i = \{ X_{ik} \}, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, n}, \quad (6)$$

обґрунтувати вектор показників невизначеності

$$\overline{\sigma}_{i \text{ потр}} = \{ \sigma_{ik \text{ потр}} \}, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, n}, \quad (7)$$

який забезпечує виконання умов

$$P (Y < Y_{кр}) > P_{\text{потр}}, \quad (8)$$

де $P_{\text{потр}}$ – потрібна величина ймовірності.

Вирішення цієї задачі може здійснюватися у наступній послідовності:

- визначення сукупності можливих розрахункових моделей функціонування техногенної складової - Ω . До сукупності Ω можливо віднести математичні моделі, які за рахунок неповноти опису процесів дають негативну методичну похибку при визначенні показника Y [4];

- визначення умов побудови процедури пошуку компонент вектору граничнодопустимих величин показників невизначеності початкової інформації – $\{ \sigma_{ik \text{ потр}} \}$;

- здійснення пошуку вектора граничнодопустимих величин показників невизначеності початкової інформації. Внаслідок використання у математичній моделі логічних правил, цей пошук не може здійснюватися з допомогою методів класичної ідентифікації [5, 6]. Тому у більшості випадків використовуються чисельні методи. У даному випадку найбільш оптимальним, на наш погляд, буде використання методу дихотомії.

Алгоритм вибору розрахункової моделі для здійснення прогнозу величини Y може бути зведеним до порівняння вектору показників невизначеності прогнозним параметрам факторів, які враховуються в математичній моделі

$$\overline{\sigma} = \{ \sigma_k \}, \quad k = \overline{1, n} \quad (9)$$

з вектором

$$\overline{\sigma}_{i \text{ потр}} = \{ \sigma_{ik \text{ потр}} \}, \quad i = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, n} \quad (10)$$

кожної математичної моделі сукупності

$$\Omega = \{ \Omega_i \}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (11)$$

Розрахунковою вибирається та модель, для якої різниця векторів буде мінімальною. Така модель буде відповідати оптимальному співвідношенню невизначеності початкової інформації надійності прогнозу.

Рішення задачі прогнозування факту виникнення надзвичайної ситуації техногенного характеру можливо за умов:

- наявності безперервної системи моніторингу об'єктів техногенної складової;
- наявності сукупності розрахункових математичних моделей функціонування цієї складової;
- вирішення задачі прогнозування факту виникнення НС ТХ в умовах невизначеності початкової інформації.

Висновки. Рішення задачі обґрунтування величин показників невизначеності величин факторів техногенної складової (в рамках прогнозування виникнення НС ТХ) дозволить здійснювати прогноз виникнення НС ТХ із заданою надійністю. Такий прогноз, у свою чергу, дозволить вчасно прийняти заходи щодо запобігання НС ТХ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Малько О.Д. До питання визначення ймовірності виникнення надзвичайної ситуації техногенного характеру / Малько О.Д., Полежаєв А.М., Ковжого С.О. // Матеріали 2 міжнародної конференції:

«Научный прогресс на рубеже тысячелетий», 1-15 июня 2007 года. – Том 13. Днепропетровск: Наука и образование, 2007. – С. 23-26.

2. Полежаев А.М. До питання забезпечення математичного прогнозування виникнення надзвичайної ситуації техногенного характеру / Полежаев А.М., Карманний Є.В. // *Materialy iv miedzynarodowej naukowoi – praktycznej konferencji naukowa mysl informacyjnego wieku – 2009 “ 07 – 15 marca 2009 roku. – Vol. 13. Pizemysl. «Nanka i studia».* 2009. – С. 32 – 35.

3. Полежаев А.М. До питання побудови моделі техногенної складової життєвого середовища людини / Полежаев А.М., Малько О.Д., Ковжого С.О. / *Збірник наукових праць ХУ ПС. – Х.: ХУ ПС, 2005. – Вип. 7 (47). – С. 143-145.*

4. Полежаев А.М. До питання прогнозування надзвичайної ситуації техногенного характеру / Полежаев А.М., Малько О.Д. // *Безпека життєдіяльності. – 2007. – № 12. – С. 48-52.*

5. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя. – М.: Наука, 1991. – 226 с.

6. Надежность и эффективность в технике. Справочник в десяти томах. Под ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1990. Том 4. – 364 с.

А.Д. Малько, Е.В. Карманний

К вопросу о математической модели прогнозирования возникновения чрезвычайной ситуации техногенного характера

Рассмотрена задача прогнозирования (постановка и общий подход к ее решению) возникновения техногенной чрезвычайной ситуации в условиях стохастической неопределенности исходной информации. Обоснованы требования к показателям неопределенности исходной информации для каждой счетной модели. Выбрано счетную математическую модель техногенной составляющей чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация техногенного характера, стохастическая неопределенность информации, вектор показателей неопределенности математической модели прогнозирования возникновения чрезвычайных ситуаций.

A.D. Malko, E.V. Karmanny

About the mathematical model of the prognostication the appearance of the technogenic disasters

The problem of the prognostication (the staging and the common approach to decision of its) the appearance of the technogenic disasters in conditions of the stochastic uncertainty initial information has been considered. Requirements for indicators of the uncertainty initial information for each countable model has been proved. The countable mathematical model of the technogenic component of the emergency have been selected.

Keywords: technogenic disasters, the stochastic uncertainty of the information, requirements for indicators of the uncertainty information.