

УДК 519.87: (504.75 + 614.87)

ВИБІР МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Полежаєв А.М., Карманний Є.В., Ковжого С.О., Малько О.Д.

*Національний університет „Юридична академія України
імені Ярослава Мудрого”, м. Харків*

Розглядається задача прогнозування (загальна постановка та загальний підхід до її вирішення) факту виникнення надзвичайної ситуації техногенного характеру в умовах стохастичного невизначення початкової інформації. Пропонується обґрунтовувати вимоги до показників невизначення початкової інформації для кожної розрахункової моделі. Вибір рахункової математичної моделі функціонування техногенної складової здійснюється шляхом порівняння вектору показників невизначеності початкової інформації з їх граничнодопустимими величинами.

Постановка проблеми. Однією з важливіших задач запобігання надзвичайної ситуації техногенного характеру (НС ТХ) є задача 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 власне залежить від кількості факторів, які були враховані, та від вірогідності самого результату прогнозу.

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

Для прийняття рішення про практичне використання результатів прогнозу необхідно визначити відповідність стохастичної невизначеності прогнозних параметрів потрібної надійності прогнозу.

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

Аналіз останніх досліджень. Деякі підходи до прогнозування приведені в [1, 2, 3]. Суть їх у наступному:

- за допомогою математичних моделей прогнозується вектор параметрів

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

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

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

$$Y = f(X_{\text{пр}}), \quad (2)$$

кількісної оцінки ступеню загрози виникнення НС ТХ - Y на закінчення періоду прогнозування. Час можливого виникнення НС ТХ визначиться періодом прогнозування вектору параметрів, при котрому ця кількісна оцінка досягне критичної межі, тобто

$$Y < Y_{\text{кр}}, \quad (3)$$

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

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Для досягнення високого ступеню прогнозування необхідно використання на його другому етапі математичної моделі процесу функціонування техногенної складової (або її підсистеми), яка забезпечує найбільшу повноту опису особливостей цього процесу.

Але досягнення найбільшої повноти опису математичної моделі може бути досягнуто за рахунок урахування особливостей цього процесу, та як наслідок - 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, яка може характеризуватися вектором величин середнього квадратичного відхилення результатів прогнозу від істинного значення

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

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

Постановка завдання. Звідси витікає висновок, що для кожної математичної моделі функціонування (для кожної повноти опису) є власний рівень невизначеності параметрів функціонування, при якому результат моделювання процесів техногенної складової (або її підсистеми) - кількісна

оцінка ступеню загрози виникнення НС ТХ буде мати припустимий рівень невизначеності, який дозволяє її практичне використання.

Значення вирішення задач запобігання НС ТХ обумовлює необхідність вирішення задачі обґрунтування потрібних рівній невизначеності прогнозних параметрів процесу функціонування техногенної складової (або її підсистеми) при прогнозі можливості виникнення НС ТХ.

Виклад основного матеріалу дослідження. Задача може зводитися до обґрунтування для кожної математичної моделі, яка може використовуватися для моделювання процесу функціонування техногенної складової, вектора граничнодопустимих значень показників невизначеності.

Загальна математична постановка цієї задачі може мати наступний вид.

Для сукупності математичних моделей

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

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

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

обґрунтувати вектор показників невизначеності

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

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.

1. 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, 5].

2. Визначення умов побудови процедури пошуку компонент вектору граничнодопустимих величин показників невизначеності початкової інформації

$$\{ \sigma_{ik \text{ потр}} \}, \quad (9)$$

3. Здійснення пошуку вектора граничнодопустимих величин показників невизначеності початкової інформації. Внаслідок використання в математичній моделі логічних правил, цей пошук не може здійснюватися з допомогою методів класичної ідентифікації [6, 7]. 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

$$\sigma = \{ \sigma_k \}, k = 1, n, \quad (10)$$

з вектором

$$\sigma_{i \text{ потр}} = \{ \sigma_{ik \text{ потр}} \}, \quad i = 1, m, \quad k = 1, n, \quad (11)$$

кожної математичної моделі сукупності

$$\Omega = \{ \Omega_i \}, \quad i = 1, m, \quad (12)$$

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

Рішення задачі прогнозування факту виникнення надзвичайної ситуації техногенного характеру можливо при умовах:

- 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 невизначення початкової інформації.

Висновки. Рішення задачі обґрунтування величин показників невизначеності прогнозних величин факторів техногенної складової (в рамках задачі прогнозування факту виникнення НС ТХ) дозволить здійснювати прогноз факту виникнення НС ТХ із заданою надійністю, що у власну чергу, дозволить вчасне прийняти заходи щодо її запобігання.

Список використаних джерел

1. Полежаев А.М., Ковжого С.О., Малько О.Д., Тузіков С.А. До питання визначення ймовірності виникнення надзвичайної ситуації техногенного характеру // Матеріали 2 міжнародної конференції «НАУЧНИЙ ПРОГРЕСС НА РУБЕЖЕ ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ», 1-15 июня 2007 года. - Том 13. Днепропетровск, Наука и образование, 2007. - С. 23 – 26.
2. Полежаев А.М., Ковжого С.О., Тузіков С.А., Карманний Є.В., Чудновський І.Т. До питання забезпечення математичного прогнозування виникнення надзвичайної ситуації техногенного характеру // MATERIALY IV MIEDZYNARODOWEJ NAUKOWI - 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., Зенін А.П., Карманний Є.В. Методичний підхід до прогнозування техногенної складової життєвого середовища людини // Матеріали міжнародної науково-методичної конференції „Безпека людини у сучасних умовах”, 3-4 грудня 2009 року. Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”. - 2009. - С. 14 – 15.
4. Полежаев А.М., Малько О.Д., Ковжого С.О. До питання побудови моделі техногенної складової життєвого середовища людини. Збірник наукових праць ХУ ПС. – Х.: ХУ ПС, 2005. – вип. 7 (47). - С. 143 – 145.

5. Полежаев А.М., Ковжога С.О., Лазутський А.Ф., Малько О.Д., Тузіков С.А. До питання прогнозування надзвичайної ситуації техногенного характеру. // Безпека життєдіяльності. - 2007. - № 12. - С. 48 – 52.
6. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя.- М.: Наука, 1991. - 226 с.
7. Надежность и эффективность в технике. Справочник в десяти томах. Под ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1990. Том 4. – 364 с.

Аннотция

ВИБІР МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Полежаев А.М., Карманний Є.В., Ковжога С.О., Малько О.Д.

Рассматривается задача прогнозирования (общая постановка и общий подход к ее решению) факта возникновения чрезвычайной ситуации техногенного характера в условиях стохастического неопределения начальной информации. Предлагается обосновывать требования к показателям неопределения начальной информации для каждой расчетной модели. Выбор счетной математической модели функционирования техногенной составляющей осуществляется путем сравнения вектора показателей неопределенности начальной информации с их граничнодопустимыми величинами.

Abstract

SELECT MATHEMATICAL MODEL OF FORECASTING EMERGENCY MAN-MADE DISASTERS UNDER FAILURE INFORMATION

A. Polyezhayev, E. Karmanni, S. Kovzhoha, O. Malko

The task of prognostication (general raising and general going near its decision) of fact of origin of emergency situation of technogenic character is consider in the conditions of stochastic undetermination of initial information. It is suggested to substantiate requirement by the indexes of undetermination of initial information for every computation model. The choice of account mathematical model of functioning technogenic constituent is carried out by comparing vector indexes of vagueness initial information to their boundary possible values.