

О.О. Писклакова, к.т.н., доцент, НУЦЗУ

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ОБҐРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТА ЛОКАЛІЗАЦІЇ НС

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

Розроблено постановку задачі обґрунтування критеріїв ефективності управління процесами попередження та локалізації НС. Проаналізовано загальний підхід до рішення задачі багатокритеріальної оптимізації та особливості його застосування відносно критерію ефективності управління процесом попередження і локалізації НС.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, попередження, локалізація і ліквідація НС, процес управління, потенційно небезпечний об'єкт, проблема багатокритеріальності.

Постановка проблеми. В останні десятиліття у світі спостерігається безперервне збільшення числа техногенних і природних катастроф і надзвичайних ситуацій (НС) з одночасним зростанням обумовлених ними соціальних і економічних втрат. У навколишнє середовище в результаті НС може потрапити відразу кілька небезпечних речовин, що буде обумовлено техногенним забрудненням навколишнього середовища і особливо атмосферного повітря, при цьому дуже важливо швидко і правильно прийняти рішення щодо попередження, локалізації і ліквідації НС. Процес попередження, локалізації і ліквідації НС (особливо при довгостроковому, середньостроковому, оперативному прогнозах загрози виникнення НС) характеризується неповною і недостовірною інформацією, малим резервом часу, наявними для прийняття рішення по екстреній допомозі населенню в районі НС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В даний час проблемами побудови системи збору інформації, обробки і прийняття управлінських рішень щодо попередження, локалізації і ліквідації НС займаються багато дослідників [1-4]. Але складність вирішення завдання моделювання і управління в надзвичайних ситуаціях викликана тим, що характер розвитку конкретної НС є індивідуальним, а саме її розвиток відбувається в умовах невизначеності, коли невідомі масштаби НС, необхідні сили і засоби по її ліквідації, необхідний обсяг матеріально-технічних ресурсів і рівень складності виконуваних робіт. Недолік оперативної інформації про прогноз і характер розвитку НС може привести до розвитку ситуації з катастрофічними наслідками.

У цих умовах актуальним стають проблеми аналізу розвитку ситуації, що враховують фактор невизначеності при прийнятті рішення,

оптимального розподілу ресурсів, що залучаються для ліквідації НС та оцінки темпів використання цих ресурсів.

Постановка завдання та його вирішення. Незалежно від природу об'єкту процес управління може бути в загальному випадку інтерпретований як переведення об'єкту управління з деякого початкового X_0 в заданий (бажаний) кінцевий стан X_k .

Така постановка припускає, що об'єкт має властивості спостереження і керованості. Тоді у загальному випадку завдання управління формулюється наступним чином.

У початковий момент часу t_0 задано початковий стан об'єкта X_0 . У загальному випадку X_0 – багатовимірна змінна, тобто $x \in R^n$, де n – розмірність змінної. Крім того, відомо деякий бажаний стан об'єкту X_k , який може бути досягнутий у момент часу t_k . Управління $U(t)$ полягає в переведенні об'єкта з стану $\langle X_0, t_0 \rangle$ в стан $\langle X_k, t_k \rangle$. Траєкторія такого переходу визначається оператором Φ , встановлюючою дією $\eta(t)$ і початковим станом X_0 :

$$X(t) = \Phi[X_0, t_0, U(t_0, t], \eta(t_0, t)]. \quad (1)$$

Однією з основних проблем є вибір оператора формування управління π

$$U(t) = \pi[X(t), X_k, t] \quad (2)$$

і структура системи управління, що його реалізовує. При цьому повинен екстремізуватись деякий набір критеріїв ефективності

$$K = \{k_i(x, U)\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

що враховують міру досягнення заданої мети (кінцевого стану X_k) та ефективність управління U .

Конкретизуємо описану вище постановку завдання для випадку управління процесами попередження та локалізації НС

Будь-який потенційно небезпечний об'єкт з точки зору НС. може знаходитись у момент часу t_0 в одному з трьох початкових станів X_0 :

- стабільному (стійкому);
- загрозовому (підвищеній небезпеці);
- надзвичайному.

Завдання управління в першому випадку полягає в підтримці стабільного стійкого стану, тобто у штатному функціонуванні. У другому випадку метою управління є ліквідація загрози НС шляхом пере-

ведення об'єкту із стану підвищеної небезпеки у штатний. Ці два завдання називаються управлінням процесами попередження НС. В останній ситуації завдання полягає в переведенні об'єкту з надзвичайного стану в деякий стабільний (але що відрізняється від початкового штатного) стан. Це завдання називається завданням управління процесом локалізації НС. Попередження і локалізація НС вимагають витрат різноманітних сил та засобів, тобто інтелектуальних, трудових, матеріальних ресурсів $R = \{r_j\}, j = \overline{1, m}$. Рівень цих витрат характеризується ефективністю управління.

Іншою найважливішою характеристикою є час вирішення задачі попередження та локалізації НС

$$T = t_k - t_0. \quad (4)$$

Це пов'язано з тим, що НС приводить до різноманітних соціально-економічних збитків $P = \{p_l\}, l = \overline{1, L}$, тому метою системи є мінімізація цих збитків

$$P \rightarrow \min. \quad (5)$$

Величина збитків від НС визначається часом T , отже його треба мінімізувати.

Таким чином, ефективність управління процесом попередження і локалізації НС визначається двома частковими критеріями:

- мінімумом узагальнених ресурсів (сил та засобів), що витрачаються на управління

$$\bar{R} \rightarrow \min; \quad (6)$$

- мінімумом часу стабілізації процесу

$$T \Rightarrow \min, \quad (7)$$

тобто є двохкритеріальною. У зв'язку з цим виникає проблема багатокритеріальності.

Найбільш загальний підхід до рішення задачі багатокритеріальної оптимізації полягає у формуванні узагальненого скалярного критерію. Для цього в цій конкретній ситуації можна скористатися методом функціонально-вартісного аналізу. У рамках цього методу узагальнений скалярний критерій ефективності управління процесом попередження і локалізації НС можна записати в двох формах: адитивній і мультиплікативній. У першому випадку він матиме вигляд

$$K_1 = \min_T [\bar{R}(T) + \bar{P}(T)], \quad (8)$$

де T – керована змінна; \bar{R}, \bar{P} – узагальнені оцінки, наприклад, у вартісному виразі відповідно витрат ресурсів і збитків за рахунок НС. Обов'язковою умовою коректності критерію (8) є однакова розмірність даних.

Мультиплікативний критерій має вигляд

$$K_2 = \min_T \bar{R}(T) \cdot \bar{P}(T), \quad (9)$$

або з урахуванням того, що співмножники (9) можуть мати різну розмірність і $\rho = f(\tau)$

$$K_3 = \min_T R(T) \cdot T. \quad (10)$$

У загальному випадку, завдання управління декомпозується на дві задачі:

- планування, тобто вибору оптимальної траєкторії досягнення мети;

- оперативного управління, тобто реалізації вибраної на першому етапі траєкторії в умовах випадкових перешкод. З урахуванням цього критерії виду (8), (11) доцільно використати на першому етапі, тобто при плануванні операції по попередженню або локалізації НС. Для оцінки ефективності оперативного управління доцільно використати редуковані критерії виду

$$K_4 = \min_{R \leq R_3} T, \quad (11)$$

або

$$K_5 = \min_{T \leq T_3} T, \quad (12)$$

які визначають відповідно завдання мінімізації часу виконання операції при заданих обмежених ресурсах \bar{R}_3 , чи мінімізації витрат ресурсів при умові, що час виконання операції не перевершить задане T_3 .

Висновки. Рішення проблеми прийняття рішень по організації захисту населення в повсякденній діяльності, загрозі та розвитку НС на небезпечному об'єкті, необхідно досліджувати як складний динамічний об'єкт, її характеристики і властивості як об'єкта управління, процес організації управління в умовах постійного збору інформації через систему комплексного моніторингу, як основи створення систем інформаційної підтримки прийняття рішення в умовах повсякденної діяльності, загрози і здійснення НС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Акимов В.А. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски / В.А. Акимов, В.Д. Новиков, Н.Н. Радаев. – М.: ФИД «Деловой экспресс», 2001. – 343 с.
2. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций / Под редакцией М.И.Фалеева. – Калуга: Облиздат, 2001. – 480 с.
3. Измалков В.И. Безопасность и риск при техногенных воздействиях / В.И. Измалков, А.В. Измалков. – М., 2006. – 120 с.
4. Кочеткова К.Е. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий: Учебное пособие / К.Е. Кочеткова, В.А. Котляревский, В.А. Забечаева. – М.: АСВ, 2007. – 210 с.

О.А. Писклакова

Постановка задачи обоснования критериев эффективности управления процессами предупреждения и локализации ЧС

Разработана постановка задачи обоснования критериев эффективности управления процессами предупреждения и локализации ЧС. Проанализирован общий подход к решению задачи многокритериальной оптимизации и особенности его применения в отношении критерия эффективности управления процессом предупреждения и локализации ЧС.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, предупреждение, локализация и ликвидация ЧС, процесс управления, потенциально опасный объект, проблема многокритериальности.

О.А. Pisklakova

The statement of the problem justify criteria effectiveness of process control and prevention of emergencies localization

A statement of the problem justify criteria effectiveness of the prevention process management and localization of emergencies. It analyzed the general approach to the problem of multi-criteria optimization and especially its application to test the effectiveness of the control and prevention of the process of localization of emergencies.

Keywords: emergency, prevention, localization and liquidation of emergency situations, the management of potentially dangerous object, the problem multicriteriality.