

Беляев В.Ю., Тарасенко О.А.

Аналіз математичних моделей знаходження оптимальних шляхів екстреної евакуації населення

Проведено аналіз існуючих моделей знаходження оптимальних шляхів екстреної евакуації населення. Показано, що в літературі відсутні континуальні моделі знаходження оптимальних шляхів при наявності динаміки вражаючих факторів надзвичайної ситуації, а також при пошкодженні або недоступності мережі доріг.

Ключові слова: евакуація населення, шляхи евакуації, моделі оптимального шляху евакуації

Belyaev V.U., Tarasenko A.A.

Analysis mathematical models finding the optimal routes emergency evacuation of the population

An analysis existing models finding the optimal routes emergency evacuation of the population is carried out. It is shown that in the literature none continual models finding the optimal routes when availability dynamics impressive factors emergency situation, as well as in injuries or unavailable network roads.

Key words: evacuation of population, evacuation routes, model of optimal

УДК 614.8

*Вальченко О.І., канд. військ. наук, доц., НУЦЗУ,
Барбашин В.В., канд. техн. наук, нач. каф., НУЦЗУ*

МОДЕЛЮВАННЯ ДІЙ ПІДРОЗДІЛІВ МНС ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНОМУ ОБ'ЄКТІ

(представлено д-ром хім. наук Калугіним В.Д.)

Пропонується методичний підхід, який дозволяє визначити варіант розподілу підрозділів МНС по завданнях, в якому їх можливості реалізуються максимально

Ключові слова: моделювання, аварія, ліквідація наслідків

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується неухильним ростом ядерної енергетики і хімічної промисловості. Розвиток виробництв із ядерними і хімічно небезпечними компонентами характеризуються принциповою неможливістю надання повної гарантії безаварійної роботи

Моделювання дій підрозділів МНС при вирішенні завдань ліквідації наслідків аварії на потенційно небезпечному об'єкті

таких об'єктів. У результаті впливу деяких факторів на таких об'єктах можливе виникнення аварійних ситуацій. З метою максимальної реалізації можливостей підрозділів МНС, при виконанні ними завдань по виявленню та оцінці обстановки, яка склалася в результаті аварії (терористичного акту) на потенційно небезпечному об'єкті (ПНО), необхідно визначити оптимальний варіант їх розподілу

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як свідчить аналіз публікацій [1-3], для оцінки ефективності застосування різних підрозділів та спеціалізованих формувань широко застосовуються методи математичного моделювання, які дозволяють вирішити трудомісткі і тривалі експерименти. В роботах [3-4] визначено завдання підрозділів при ліквідації наслідків аварії на ПНО та зроблена спроба їх розподілу по виконанню цих завдань. Цей розподіл пропонується без урахування того, що після виконання одного завдання підрозділу може бути поставлено інше завдання та не пропонується варіант розподілу, в якому їх можливості можна реалізувати максимально.

Постановка завдання та його вирішення. Для кожної типової ситуації існують різні способи розподілу, про те не кожний із цих способів є ефективним. Найкращий спосіб той, що призводить до виконання поставленого завдання. У літературі перелік таких способів поки відсутній, що не дозволяє швидко приймати раціональне рішення на застосування підрозділів МНС при ліквідації наслідків аварії на ПНО. Це робить актуальним розробку варіанту їх розподілу по завданнях в якому їх можливості реалізуються максимально.

Для вирішення задачі математичного моделювання дій підрозділів МНС найбільш прийнятним із існуючих методів оптимізації функціонування складних систем є метод динамічного програмування [1,3]. Він дозволяє здійснювати оптимізацію багатокрокових процесів, до яких відноситься і процес застосування підрозділів МНС.

Нехай процес застосування підрозділів МНС являє собою операцію, що складається з m кроків (етапів). Такими кроками (етапами) можуть бути: вживання екстрених заходів, оперативне планування, рятувальні та інші невідкладні роботи, ліквідація наслідків аварії [3]. Кількісно можливості підрозділу при виконанні завдання на одному кроці оцінюються показником ефекти-

вності K . Допустимо, що значення показника K за час виконання завдання складається з суми його значень на окремих кроках

$$K = \sum_{i=1}^m k_i,$$

де k_i – показник можливостей на i -му кроці.

На кожному кроці вибирається таке рішення, від якого залежить величина K на даному кроці та за час виконання завдання в цілому. Таке рішення назовемо “кроковим управлінням”. Сукупність всіх крокових управлінь являє собою управління діями загалом, позначимо його буквою X , а крокові управління $x_1, x_2, \dots, x_m$, тоді

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_m).$$

Необхідно знайти таке управління X , при якому показник K перетворюється в максимум, тобто

$$K = \sum_{i=1}^m k_i \Rightarrow \max.$$

Управління (X^*), при якому цей максимум досягається, будемо називати оптимальним управлінням. Воно складається з сукупності оптимальних крокових управлінь

$$X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*).$$

Максимальне значення K , яке досягається при цьому управлінні, позначимо K^* . Задача полягає в знаходженні сукупності оптимальних крокових управлінь, які показник можливостей K перетворює в максимум, тобто знайти

$$X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*) \Rightarrow \max \left\{ K = \sum_{i=1}^m k_i \right\}.$$

Виходячи з основних принципів динамічного програмування, послідовність знаходження оптимального варіанту застосування підрозділів МНС прийме наступний вигляд:

розраховується показник можливостей підрозділу на першому кроці (k_1) по всіх можливих завданнях;

обчислюється показник k_i на всіх подальших кроках (i), по всіх можливих варіантах;

на кожному подальшому кроці (i) визначається сума $\sum_{i=1}^m k_i$ по всіх можливих варіантах на цьому та попередніх кроках і знаходиться її максимум, тобто $\sum_{i=1}^m k_i^*$;

на подальшому кроці m визначається показник $K = \sum_{i=1}^m k_i$ по всіх можливих варіантах дій при виконанні завдань і показник $K^* = \sum_{i=1}^m k_i^*$, якому відповідає управління X^* , тобто оптимальне управління.

Складовою частиною постановки задачі моделювання є визначення основних обмежень і допущень. При цьому необхідно виходити з того, що завдання може виконати тільки підрозділ, який не втратив здатність до виконання завдань. Виходячи з цього, приймемо, що підрозділу МНС ставиться нове завдання (тобто він переходить до нового кроку дій), якщо внаслідок попереднього він не втратив здатність до виконання завдань, тобто

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^m P_{oc} &\leq P_{oc.дон} \\ \sum_{i=1}^m P_m &\leq P_{m.дон} \\ \sum_{i=1}^m R_{мз} &\leq R_{мз.дон} \end{aligned} \right\},$$

де P_{oc} , P_m , $R_{мз}$ – сумарні втрати особового складу, техніки і витрата матеріальних засобів до кінця i -го кроку дії підрозділу, відповідно; $P_{oc.дон}$, $P_{m.дон}$, $R_{мз.дон}$ – допустимі втрати особового складу,

техніки і витрата матеріальних засобів до кінця i -го кроку дії підрозділу.

Згідно [1, 2] існує один спосіб, який часто застосовується, звести багатокритеріальну задачу до однокритеріальної – виділити один головний показник і прагнути звернути його в максимум (мінімум), а на всі інші накласти обмеження, зажадавши, щоб вони не вийшли за межі заданих (допустимих) значень. Як головний, домінуючий показник (критерій оптимальності) вибирають такий показник, який дозволить в найбільшому ступені визначити можливості системи виконувати своє основне призначення, а на інші показники накладаються обмеження

З урахуванням викладених положень, умови оптимальності варіантів застосування підрозділів МНС можна виразити

$$W_i = W^*, \text{ якщо } \begin{cases} S_i \Rightarrow \max \\ P_i \leq P_{\text{дон}} \\ \dots \\ R_i \leq R_{\text{дон}} \end{cases}$$

де S_i – головний (домінуючий) показник; P_i , R_i – значення інших показників; $P_{\text{дон}}$, $R_{\text{дон}}$ – допустимі (задані) значення інших показників.

Висновки. Для моделювання дій підрозділів МНС, при вирішенні завдань ліквідації наслідків аварії на потенційно небезпечному об'єкті, можна використати метод динамічного програмування, який дозволяє визначити оптимальний варіант їх розподілу по завданнях в якому їх можливості реалізуються максимально.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дегтярев Ю.Н. Исследование операций. / Ю.Н. Дегтярев. – М.: Высшая школа, 1986. – 319 с.
2. Цивільна оборона: [навчальний посібник для студентів вищих навч. закл.] / В.М. Шоботов. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 438 с.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1980. – 206 с.

4. Уроки и выводы из аварии на Чернобыльской атомной электростанции. – М.: Воениздат, 1986. – 144 с.

Вальченко А.И., Барбашин В.В.

Моделирование действий подразделений МЧС при решении задач ликвидации последствий аварии на потенциально опасном объекте

Предлагается методологический подход, который позволяет определить оптимальный вариант распределения подразделений МЧС по заданиям, в котором их возможности реализуются максимально

Ключевые слова: моделирование, авария, ликвидация последствий

Valchenko O.I., Barbachyn V.V.

Design of actions of subsections of Ministry of emergency measures of Ukraine at the decision of tasks liquidation of consequences of failure on potentially dangerous object

Methodological approach, which allows to define the optimum variant of distributing of subsections of Ministry of emergency measures of Ukraine on tasks, in which their possibilities will be realized maximally, is offered

Key words: design, failure, liquidation of consequences