

ПРОБЛЕМИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Випуск 14



Харків – 2011

МІНІСТЕРСТВО НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ПРОБЛЕМИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Випуск 14

Зареєстрований Міністерством юстиції

25 травня 2010 року

Серія КВ № 16672-5244ПР

Затверджено до друку Вченою радою

НУЦЗ України

(протокол № 2 від 08.11.2011 р.)

Харків 2011

УДК 69.05:658.382+331.101+351.331+351.861+355.58+355.73+
537.56:697.953+614.8+614.84+621.039.58+621.3+628.35+681.324

Проблеми надзвичайних ситуацій [Текст] : зб. наук. пр. / НУЦЗ України. – Вип. 1 (2005)– . – Харків : НУЦЗУ, 2011– .
Вип. 14. – 2011. – 205 с. – 300 прим.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ: д-р техн. наук, проф. *Ю.О. Абрамов* (відп. ред.), д-р техн. наук, проф. *О.Є. Басманов*, д-р техн. наук, проф. *Е.В. Бодянський*, д-р хім. наук, проф. *В.Д. Калугін*, д-р техн. наук, проф. *В.М. Комяк*, д-р техн. наук, проф. *В.І. Кривцова*, д-р техн. наук, проф. *Л.М. Куценко*, д-р техн. наук, проф. *О.М. Ларін*, д-р техн. наук, проф. *Е.Ю. Прохач*, д-р техн. наук, проф. *В.В. Соловей*, д-р техн. наук, проф. *І.Б. Туркін*, д-р фіз.-мат. наук, проф. *С.В. Яковлев*

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. О.Н. Фоменко
д-р техн. наук, проф. О.Г. Руденко

Іл. – 46, табл. – 12

Видання засноване у 2005 р. та включене до переліку видань ВАК України (постанова Президії № 1-05/7 від 04.07.2006 р.).

Наведені результати наукових досліджень теоретичних та прикладних проблем, пов'язаних із попередженням надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, локалізацією та ліквідацією їх наслідків, зокрема на транспорті. Розглядаються питання моніторингу та прогнозування явищ, технологічних процесів тощо, які обумовлюють виникнення та розвиток надзвичайних ситуацій, попередження, локалізації та ліквідації надзвичайних ситуацій, розроблення моделей, які описують процеси виникнення, розвитку та локалізації надзвичайних ситуацій, а також процесів їх ліквідації, оптимізації проведення аварійно-рятувальних робіт, пов'язаних з надзвичайними ситуаціями.

Матеріали призначені для інженерно-технічних робітників цивільного захисту, професорсько-викладацького складу, докторантів, ад'юнктів, слухачів, курсантів та студентів вищих навчальних закладів.

<i>Аветісян В.Г., Тригуб В.В., Куліш Ю.О.</i> Визначення кількості підрозділів для проведення розвідки зони НС при пожежах	3
<i>Азаров С.І., Сидоренко В.Л.</i> Відновлення динаміки викиду газоподібних продуктів ділення під час аварії на ЧАЕС	6
<i>Акулов В.М., Кулаков О.В., Райз Ю.М.</i> Обґрунтування застосування безпілотних літаків для моніторингу хімічної обстановки в зоні надзвичайної ситуації	14
<i>Альбоцій О.В., Семкіє О.М.</i> Застосування лінійного програмування до обґрунтування чисельності співробітників наглядових органів у сфері техногенної безпеки	20
<i>Басманов А.Е., Говаленков С.С.</i> Экспериментальная проверка модели распространения вторичного облака опасного химического вещества в атмосфере	26
<i>Беляев В.Ю., Тарасенко А.А.</i> Анализ математических моделей нахождения оптимальных путей экстренной эвакуации населения	32
<i>Вальченко О.І., Барбашин В.В.</i> Моделювання дій підрозділів МНС при вирішенні завдань ліквідації наслідків аварії на потенційно небезпечному об'єкті	47
<i>Васильев М.В., Стрелец В.М.</i> Представление исходных данных для имитационного моделирования процесса ликвидации чрезвычайных ситуаций с выбросом опасного химического вещества	53
<i>Горносталь С.А., Уваров Ю.В.</i> Исследование зависимости концентрации загрязнений в очищенной воде на выходе из аэротенка в процессе биологической очистки	65
<i>Гузенко В.А.</i> Підвищення ефективності оперативних дій підрозділів МНС під час ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного характеру при аваріях на хімічнонебезпечних об'єктах	70
<i>Іванов Є.В., Васюков О.Є.</i> Деякі закономірності вибухів боєприпасів на 61-му арсеналі південного ОКСВ у м. Лозова в серпні 2008 року	77
<i>Кириченко І.О., Неклонський І.М.</i> Методологічні засади розробки механізму взаємодії між рятувальними формуваннями сил цивільного захисту МНС України та підрозділами внутрішніх військ МВС України при виникненні надзвичайних ситуацій	84
<i>Ключка Ю.П., Кривцова В.И., Борисенко В.Г., Ивановский А.И.</i> Экспериментальное исследование взрывоопасных характеристик металлических баллонов со сжатым водородом	98
<i>Кулешов М.М.</i> Щодо оцінки ефективності діяльності органів управління та підрозділів оперативно-рятувальної служби МНС України	105
<i>Левтеров А.А.</i> Система мобильного мониторинга чрезвычайной ситуации с использованием беспилотных летательных аппаратов	112
<i>Мищенко И.В., Чернобай Г.А.</i> Решение задачи надежности объектов повышенной опасности с использованием гипотезы автомодельности накопления повреждений	118
<i>Попов В.М., Ромин А.В., Фесенко Г.В.</i> Особенности прогностических расчетов распространения зон высокозагрязненных вод с учетом состояния льда и числа дней после ледостава	123
<i>Поспелов Б.Б., Басманов А.Е.</i> Структурный метод повышения надежности датчиков первичной информации в системе ослабления последствий чрезвычайной ситуации	129
<i>Поспелов Б.Б., Шевченко Р.И.</i> Развитие инфокоммуникационных технологий для системы гражданской защиты Украины в условиях чрезвычайных ситуаций	135
<i>Рогозін А.С., Хоменко В.С.</i> Математична модель ліквідації надзвичайних ситуацій	143
<i>Сенчихин Ю.Н., Росоха С.В., Касьян А.И.</i> Обоснование задач принятия решений при организации аварийно-спасательных и ремонтно-восстановительных работ в условиях обрушения строительных конструкций	147

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 Калугінім 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, прийmemo, що підрозділу МНС ставиться нове завдання (тобто він переходить до нового кроку дій), якщо внаслідок попереднього він не втратив здатність до виконання завдань, тобто

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^m \Pi_{oc} &\leq \Pi_{oc.дон} \\ \sum_{i=1}^m \Pi_m &\leq \Pi_{m.дон} \\ \sum_{i=1}^m R_{mз} &\leq R_{mз.дон} \end{aligned} \right\},$$

де Π_{oc} , Π_m , $R_{mз}$ – сумарні втрати особового складу, техніки і витрата матеріальних засобів до кінця i -го кроку дії підрозділу, відповідно; $\Pi_{oc.дон}$, $\Pi_{m.дон}$, $R_{mз.дон}$ – 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