

*Аветісян В.Г., канд. техн. наук, нач. каф., УЦЗУ,  
Тригуб В.В., канд. техн. наук, ст. викл., УЦЗУ*

## **АЛГОРИТМ ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ПОТЕРПІЛИХ НА ЗРУЙНОВАНИХ БУДИНКАХ**

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

Показано підходи до визначення кількості потерпілих на зруйнованих будівлях

**Постановка проблеми.** Основна задача підрозділів МНС при ліквідації надзвичайних ситуацій, в тому числі і при руйнуванні будинків є рятування людей [1].

В роботі [2] запропонована методика розрахунку сил та засобів необхідних для ліквідації надзвичайних ситуацій, що пов'язані з руйнуванням будівель та споруд. Одним із показників для визначення необхідних сил для проведення рятувальних робіт є кількість постраждалих людей.

Поразка людей буде залежати від міцності матеріалів, відхилення будівельних елементів від проектних розмірів, розходження умов виготовлення елементів, імовірності розміщення людей у зоні ризику, щільності розселення в будинку та імовірності ураження людей уламками при одержанні будинком того або іншого ступеня ушкодження.

Отже, для оцінки кількості постраждалих при впливі наслідків НС, необхідно застосовувати імовірнісний підхід.

Таким чином, актуальною є проблема визначення кількості потерпілих для розрахунку кількості рятувальників при проведенні аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** В попередніх дослідженнях докладно розглядаються питання, які стосуються прогнозування наслідків НС взагалі. В роботі [3] розглядається методика визначення обсягу завалів, яка дозволяє визначити потрібну кількість сил та засобів для їхнього розбирання. В [4-6] запропоновано загальний перелік та послідовність рятувальних робіт на зруйнованих будівлях. Ймовірність ураження людей від ступеню пошкодження будівлі і час необхідний для їхнього рятування розглядається в [7]. Не достатньо розглянуті питання про-

гнозування кількості людей, які можуть опинитися у завалах зруйнованих будівель.

**Постановка завдання та його вирішення.** В існуючих методиках розрахунку сил та засобів при проведенні аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях кількість потерпілих задається [2], але не завжди ми можемо визначити скільки людей потребують допомоги. Тому необхідно уточнити методику розрахунку сил при проведенні аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях [2] методикою визначення кількості потерпілих в завалах при аваріях та стихійних лихах.

При розрахунках необхідно враховувати, що подія  $C_i$  (загальні, безповоротні, санітарні втрати населення) може відбутися при одержанні спорудою одного зі ступенів ушкодження. Розрахунки проводяться по формулі

$$P(\Phi) = \sum_{i=1}^n P_{B_i}(\Phi) \cdot P(C_j/B_i), \quad (1)$$

де  $P(\Phi)$  - імовірність ураження людей від впливу уражаючого фактора  $\Phi$ ;  $P_{B_i}(\Phi)$  - імовірність настання  $i$ -го ступеня ушкодження спорудою при заданому значенні уражаючого фактору (закон руйнування);  $P(C_j/B_i)$  - імовірність одержання людьми  $j$ -го ступеня ураження за умови того, що наступила  $i$ -а ступінь ушкодження будинку;  $n$  - розглянуте число ступенів ушкодження будинку.

Значення  $P(C_j/B_i)$  одержують на основі обробки матеріалів про наслідки аварій і стихійних лих.

При прогнозуванні визначають математичні очікування чисельності потерпілих.

Поставимо перед собою завдання по визначенню ймовірності ураження людей, що перебувають у місті в межах невеликої площадки з координатами  $x, y$ , маючи в якості вихідних даних параметричний закон поразки людей  $P(\Phi)$  і функцію щільності розподілу  $f(x, y, \Phi)$  інтенсивності вражаючого фактора - коли вплив розглядається у вигляді імовірнісної моделі.

Нехай у межах елементарної площадки, з координатами  $(x, y)$ , діє вражаючий фактор з інтенсивністю  $\Phi$ . Тоді ймовірність одночасного виконання двох подій: події, що складається в тім, що люди будуть уражені при заданій інтенсивності вражаючого фактора та події, що полягає в тім, що в межах розглянутої площадки

буде діяти вражаючий фактор із заданою інтенсивністю, буде дорівнювати

$$P = P(\Phi) \cdot f(x, y, \Phi_3) \cdot \Delta \Phi, \quad (2)$$

де  $P(\Phi_3)$  – імовірність ураження людей при впливі вражаючого фактора з інтенсивністю  $\Phi_3$ ;  $f(x, y, \Phi_3) \cdot \Delta \Phi$  – імовірність влучення значення вражаючого фактора  $\Phi_3$  на інтервал  $\Delta \Phi$ .

Імовірність поразки населення в межах розглянутої площадки з урахуванням можливого впливу вражаючого фактора різної інтенсивності, буде дорівнювати

$$P(x, y) = \int_{\Phi_{\min}}^{\Phi_{\max}} P(\Phi) \cdot f(x, y, \Phi) d\Phi, \quad (3)$$

де  $\Phi_{\min}$ ,  $\Phi_{\max}$  – відповідно мінімально і максимально можливе значення вражаючого фактора розглянутої НС;  $P(\Phi)$  – параметричний закон ураження людей;  $f(x, y, \Phi)$  – функція щільності розподілу інтенсивності вражаючого фактора в межах площадки з координатами  $(x, y)$ .

Математичне очікування втрат людей у межах усього міста визначається за формулою

$$M(N) = \iint_{S_r} \int_{\Phi_{\min}}^{\Phi_{\max}} P(\Phi) \cdot f(x, y, \Phi) \cdot \Psi(x, y) d\Phi dx dy, \quad (4)$$

де  $S$  – площа міста;  $\Psi(x, y)$  – щільність населення в межах розглянутої площадки (приймається в якості вихідних даних).

Математичне очікування втрат людей (загальних, безповоротних, санітарних) і структура по вазі ураження можуть бути визначені з урахуванням імовірності розміщення людей у зоні ризику за формулою

$$M(N) = \iint_{S_r} \int_0^{24\Phi_{\max}} \int_{\Phi_{\min}} P(\Phi) \cdot f(x, y, \Phi) \cdot \Psi(x, y) \cdot f(t) \cdot d\Phi dt dx dy, \quad (5)$$

де  $f(t)$  - функція щільності розподілу розміщення людей у будинках залежно від часу доби.

Функцію  $f(t)$  одержують на основі статистичного аналізу матеріалів по міграції населення в місті протягом доби.

**Висновки.** В роботі наведена методика розрахунку імовірної кількості постраждалих для подальшого уточнення методики визначення сил для проведення рятувальних робіт на зруйнованих будинках. Ймовірнісний підхід прогнозування кількості потерпілих в зруйнованих будинках дозволяє врахувати досить велику кількість факторів, які впливають на його точність.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про правові засади цивільного захисту: Закон України / Верховна Рада України. Київ, 2004.
2. Аветісян В.Г., Тригуб В.В. Прогнозування кількості рятувальників для проведення робіт на зруйнованих будинках // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. Вип. 7. – Харків: УЦЗУ, 2008. С. 3 – 8.
3. Каммерер Ю.Ю., Харкевич А.Е. Аварийные работы в очагах поражения. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
4. Аветісян В.Г., Адаменко Н.И., Александров В.Л. Рятувальні роботи під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Посібник. Київ.: Основа, 2006. – 239 с.
5. Дементьев С.В., Чумак С.П., Дурнев Р.А. Отчет по результатам натуральных экспериментальных исследований по отработке технологий и способов ведения спасательных работ в условиях разрушенных зданий. - М.: ВНИИ ГОЧС, 1993.
6. Шахмарьян М.А. Научно-методические основы планирования использования аварийно-спасательных сил при разрушительных землетрясениях // ВИНТИ. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - 1993. - Вып.7. – С.23-29.
7. Аветісян В.Г., Дерев'янку І.Г., Сенчихін Ю.М. Методичні вказівки для виконання контрольної роботи з організації аварійно-рятувальних робіт. – Харків:УЦЗУ, 2006. – 33 с.  
nuczu.edu.ua