

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

## **ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ РЯТУВАЛЬНИКІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ НА ЗРУЙНОВАНИХ БУДИНКАХ**

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

Показано підходи до визначення потрібних сил для проведення рятувальних робіт на зруйнованих будівлях

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

На даний час в Україні відсутня методика розрахунку сил та засобів необхідних для ліквідації надзвичайних ситуацій, що пов'язані з руйнуванням будівель та споруд.

Для визначення необхідних сил для проведення рятувальних робіт основними показниками є об'єм завалу, кількість постраждалих людей, яку, за винятком окремих випадків, встановити неможливо.

В основу математичних моделей прогнозування наслідків НС покладений причинно-наслідковий зв'язок двох процесів: впливу уражальних факторів на об'єкт та опору самого об'єкта цьому впливу. Обидва ці процеси носять чітко виражений випадковий характер. Ці вражаючі фактори з різною ймовірністю можуть приймати різні значення.

На ймовірність руйнування будинків буде впливати міцність матеріалів, відхилення будівельних елементів від проектних розмірів, розходження умов виготовлення елементів та інші фактори.

Поразка людей буде залежати як від перерахованих факторів, так і від ряду інших випадкових подій. Зокрема, від імовірності розміщення людей у зоні ризику, щільності розселення в будинку й імовірності поразки людей уламками при одержанні будинком того або іншого ступеня uszkodження.

Отже, для оцінки інженерної обстановки при впливі наслідків НС, необхідно застосовувати імовірнісний підхід. До основних факторів, що впливають на наслідки НС, можна віднести:

- інтенсивність впливу уражальних факторів;
- розміщення будівлі щодо осередку впливу;

- характеристики ґрунту;
- конструктивні рішення та міцність матеріалу будинку;
- щільність розселення людей у будинку;
- розміщення людей у будинку протягом доби.

Внаслідок цього актуальною є проблема визначення кількості сил (рятувальників) для проведення всього комплексу аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** В попередніх дослідженнях докладно розглядаються питання, які стосуються прогнозування наслідків НС взагалі. Зокрема, в [2] розглядаються моделі впливу, які визначають поля уражальних факторів при прогнозуванні наслідків НС, закони руйнування будинків і споруд, а також ураження людей під якими розуміють залежність між імовірністю їх ушкодження та відстанню до будинку (споруди) або інтенсивністю прояву уражального фактора. Існуюча методика визначення обсягу завалів дозволяє визначити потрібну кількість сил та засобів для їхнього розбирання [3]. В публікаціях [4-6] запропоновано загальний перелік та послідовність рятувальних робіт на зруйнованих будівлях. Інший підхід до визначення необхідної кількості сил та засобів реалізовано в [8], де розглядається ймовірність ураження людей від ступеню пошкодження будівлі і час необхідний для їхнього рятування.

**Постановка завдання та його вирішення.** Існуючі методики розрахунку сил та засобів не охоплюють всього комплексу аварійно-рятувальних робіт, тому необхідно розробити концепцію методики розрахунку кількості рятувальників для проведення всього комплексу аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях.

Обсяг завалів в осередку ураження є основним показником, що впливає на масштабність інженерно-рятувальних робіт. Площа, безпосередньо зайнята будовами (площа забудови), для площадки з координатами  $x, y$  складе

$$S_z(x, y) = \rho_b(x, y) \cdot \Delta x \cdot \Delta y, \quad (1)$$

де  $\rho_b(x, y)$  – щільність забудови;  $\Delta x, \Delta y$  – розміри ділянки забудови.

Об'єм забудови можна визначити з виразу

$$V_z(x, y) = H_b(x, y) \cdot \rho_b(x, y) \cdot \Delta x \cdot \Delta y, \quad (2)$$

де  $H(x,y)$  – середня висота будинків для розглянутої ділянки.

Аналіз натурної інформації з характеру руйнування забудови в населених пунктах показав, що при повних руйнуваннях (ступінь руйнування ( $n$ )) будинки і споруди практично повністю перетворюються в уламки, утворюючи завали у вигляді обелісків. При руйнуванні будинків, споруд на один ступінь нижче повної (ступінь руйнування ( $n-1$ )) у розрахунках можна прийняти, що обсяг завалів буде становити приблизно 50% від обсягів завалів у випадку їхнього повного руйнування. Тоді обсяги завалів у межах елементарної площадки, при заданому значенні уражального фактору, можна обчислити за формулою [5]

$$W(x,y) = (0,5P_{n-1}(\Phi_3) + P_n(\Phi_3)) \cdot V_3 \cdot \gamma(x,y), \quad (3)$$

де  $P_{n-1}(\Phi_3)$  і  $P_n(\Phi_3)$  – імовірності одержання будинками  $n-1$ -го і  $n$ -го ступеню руйнування при впливі уражального фактору інтенсивністю  $\Phi_3$ , які визначаються із закону руйнування;  $\gamma(x,y)$  – питомий обсяг завалу.

Для орієнтовних розрахунків питомий обсяг завалу можна прийняти [5]: для промислових будинків, споруд  $\gamma = 0,2$ ; для житлових будинків, споруд  $\gamma = 0,4$ .

Перелік операцій з витягання постраждалих надано в [4]. Він являє собою послідовне виконання наступних блоків: розвідка (розшук постраждалих); виготовлення доступу до постраждалого; визволення постраждалого і транспортування його до пункту надання допомоги. Кількість особового складу потрібного для виконання всіх операцій можна визначити як

$$N_{o/c} = \sum_{i=1}^m N_i, \quad (4)$$

де  $N_i$  – кількість сил та засобів потрібних для виконання  $i$ -ї операції.

Особливістю рятувальних робіт на зруйнованих будівлях є те, що збільшення часу їхнього проведення зменшує ефективність. Тобто люди, які знаходяться під уламками, можуть зберігати життєздатність досить обмежений час. Тому при розрахунках потрібно враховувати час проведення всього комплексу рятувальних робіт. За статистичними даними люди в залежності від стану організму, віку, пори року, характеру травм можуть зберігати життєздатність

Прогнозування кількості рятувальників для проведення робіт на зруйнованих будинках

в середньому від 10 до 72 годин. Приймаючи обмеження по часу виконання робіт, можна записати вираз щодо визначення сил для проведення рятувальних робіт в залежності від обсягу завалу у наступному остаточному вигляді

$$N_{o/c} = \frac{W(x, y) \cdot k \cdot \sum_{i=1}^m N_i}{\tau}, \quad (5)$$

де  $k$  – коефіцієнт продуктивності одного рятувальника за зміну, рівний 1,8 чол. год./ м<sup>3</sup>;  $\tau$  – час виконання всього комплексу рятувальних робіт, год.

Був проведений розрахунок кількості рятувальників, необхідної для проведення робіт на зруйнованих будинках. В якості розрахункового був прийнятий варіант, коли повністю зруйнувалася промисловий будинок розміром 10x10x5 м, щільністю забудови – 40 %. Кількість постраждалих в будівлі склала 5 чоловік. За існуючою методикою [8] та згідно табл. 1, кількість рятувальників складе

$$N_{o/c} = \frac{\Sigma}{10} = \frac{20 \cdot 5}{10} = 10 \text{ чоловік}, \quad (6)$$

де  $\Sigma$  – загальні затрати часу потрібного для надання допомоги ураженим.

**Таблиця 1 – Попередня оцінка часу потрібного для надання допомоги ураженим**

Форма руйнувань	Затрати часу на одного ураженого	Кількість уражених, чол.	Загальні затрати, чол.·год.
середні	2	$n_1$	$2n_1$
сильні	8	$n_2$	$8n_2$
повні	20	$n_3$	$20n_3$
Всього:			$\Sigma$

На рис. 1. представлені результати розрахунків при використанні формул (3), (4) та (5), тобто врахування об'єму завалу, а також проведення всього комплексу рятувальних робіт.

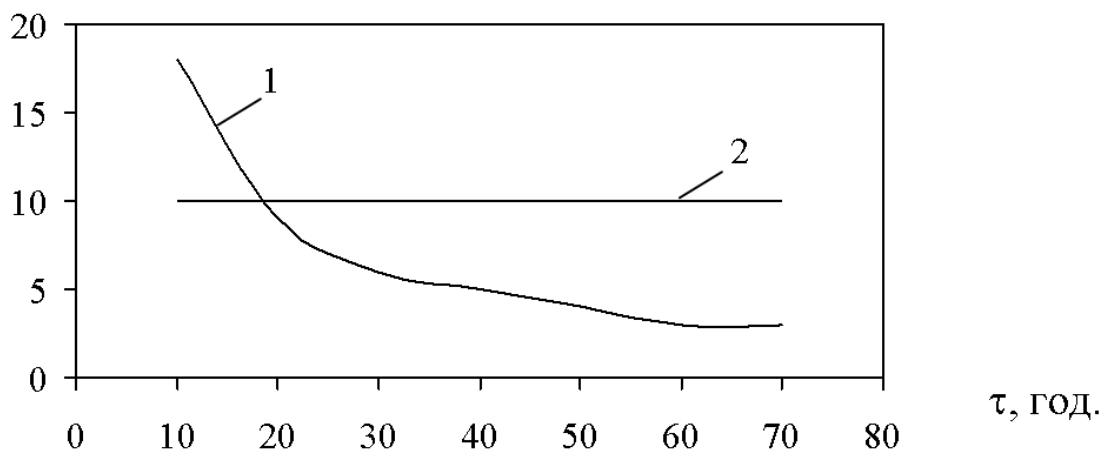


Рис. 1 – Залежність кількості рятувальників від часу виконання рятувальних робіт:

1 – крива, яка відповідає (3), (4), (5);

2 – крива, яка відповідає (6).

Аналізуючи залежності, представлені на рис. 1 можна сказати, що в початковий період рятувальних робіт (першу добу після руйнації) необхідно залучити більшу кількість особового складу ніж пропонує існуючий розрахунок [8]. Це пояснюється тим, що в цей період проводяться розвідка та розшук постраждалих, від якості та вчасності яких залежать життя людей.

**Висновки.** В роботі наведена більш гнучка методика щодо визначення сил для проведення рятувальних робіт, яка враховує весь комплекс аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будинках. Перспективним напрямком подальших досліджень є уточнення методики визначення потрібних засобів механізації аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будинках.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про правові засади цивільного захисту: Закон України / Верховна Рада України. Київ, 2004.
2. Ларионов В.И., Овсяник А.И., Чириков А.Г., Козлов М.А. Методика определения характера разрушения здания и параметров завалов при воздействии сейсмических нагрузок. - М.: ВИА, 1992. – 32с.
3. Каммерер Ю.Ю., Харкевич А.Е. Аварийные работы в очагах поражения. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.

4. Аветисян 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 натурных 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. Є.П.Міхно Ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий. - М.: Атомиздат, 1979. – 288 с.
8. Аветисян В.Г., Дерев'янка І.Г., Сенчихін Ю.М. Методичні вказівки для виконання контрольної роботи з організації аварійно-рятувальних робіт. – Харків:УЦЗУ, 2006. – 33 с.

**УДК 504.75:658.567:611.24**

*Азаров С.І., д-р техн. наук, ст. наук. співр., ІЯД НАНУ,  
Сидоренко В.Л., ст. викл., ІДУСЦЗ УЦЗУ,  
Сорокін Г.А., аспірант, ІЯД НАНУ*

**ОЦІНКА ВПЛИВУ ВНУТРІШНЬОГО ВИБУХУ ПОБУТОВОГО ГАЗУ  
НА БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ БУДИНКІВ І СПОРУД**  
(представлено д-ром фіз.-мат. наук Созніком О.П.)

В роботі проведено моделювання деформації будівельних конструкцій від вибухового ударного впливу

**Постановка проблеми.** Наслідки вибухів побутового газу за останній час у жилих домах в Україні (Дніпропетровськ, Львів, Кривий Ріг, Луганськ, Запоріжжя), Російській Федерації (Казань, Москва, Хабаровськ, Новокуйбишевськ), Грузії (Тбілісі), Іспанії (Барселона), інших державах показали, що вибух газоповітряної суміші усередині приміщення може мати велику руйнівну силу і приводити до людських втрат, великим матеріальним збиткам та набувати рівень надзвичайної ситуації. Тому проблема забезпечення міцності і надійності у першу чергу несучих будівельних

Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Сорокін Г.А.