

УДК 699.85:351.862

С.А. Тузіков, А.Ф. Лазутський, А.В. Писарєв, В.А. Молодцов

Національний юридичний університет імені Ярослава Мудрого, Харків

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВТРАТ СЕРЕД ЛЮДЕЙ НА МОМЕНТ КОМПЛЕКСНОГО ВПЛИВУ УДАРНОЇ ХВИЛІ І ПРОНИКАЮЧОЇ РАДІАЦІЇ У ПРОЦЕСІ ЗАПОВНЕННЯ НИМИ СХОВИЩА ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

В даній статті розглянуті питання оцінки впливу вражаючих факторів ядерного вибуху на будівлі, споруди та людей. Особлива увага приділена питанням оцінки можливих втрат серед людей на момент комплексного впливу ударної хвилі і проникаючої радіації в процесі заповнення ними сховищ.

Ключові слова: повітряна ударна хвиля, світлове випромінювання, сховища, люди.

Вступ

Для оцінки втрат серед людей у процесі заповнення ними сховищ цивільного захисту (ЦЗ) необхідно враховувати наступні положення:

1. Основними вражаючими факторами ядерного вибуху є: повітряна ударна хвиля, світлове випромінювання, проникаюча радіація, радіоактивне зараження та електромагнітний імпульс. Всі ці вражаючі фактори можуть в різній мірі впливати на втрати після нанесення противником ядерного удару. Тому проводити оцінку втрат потрібно по відношенню до кожного з вражаючих факторів.

2. При ядерному вибуху можуть виникати вторинні вражаючі фактори: пожежі, вибухи, зараження отруйними і сильнодіючими отруйними речовинами (СДОР) місцевості, атмосфери і водойм, катастрофічне затоплення в зонах, розташованих нижче гребель гідровузлів, і т. п. Вторинні вражаючі фактори ядерного вибуху в ряді випадків можуть мати значний вплив на людей і тому повинні також враховуватися при оцінці втрат.

3. Характер руйнувань об'єкта, пожеж, уражень людей при впливі вражаючих факторів ядерного вибуху на основі використання результатів розрахункових даних.

4. Для оцінки втрат не обов'язково вести розрахунки з урахуванням конкретних потужностей та видів ядерних вибухів. Справа в тому, що площа зон ураження ядерним вибухом в десятки і сотні разів перевершує площу будь-якого об'єкта. Це дозволяє при проведенні оціночних розрахунків втрат допускати, що всі елементи об'єкта і люди піддаються майже одночасної дії на них вражаючих факторів вибуху і значення вражаючих факторів також можна вважати однаковими на всій площі об'єкта.

5. Для оцінки втрат при впливі вражаючих факторів можна задаватися різними значеннями їх параметрів (надлишкового тиску, світлового імпульсу, рівня радіації) і по відношенням до них аналізувати і оцінювати втрати. Однак, коли потрібно оцінити

втрати в екстремальних умовах необхідно знати ймовірні максимальні значення параметрів вражаючих факторів, сподіваних при ядерному вибуху. Тому оцінювання втрат доцільно починати з визначення цих параметрів.

6. Ядерні вибухи можна розглядати як випадкові події. Тому об'єктивна оцінка втрат від ядерних вибухів може бути проведена на підставі законів теорії ймовірностей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз робіт, наукових досліджень і публікацій відомих авторів [1, 3–5, 8–10] показав, що в них досить об'ємно розглянуті питання оцінки впливу вражаючих факторів ядерного вибуху на будівлі, споруди та людей. В основному більш повно проведена оцінка стійкості споруд до впливу вражаючих факторів ядерного вибуху і вторинних факторів ураження.

У теж час в роботах багатьох авторів питання оцінки втрат розглянуті в основному коротко і наближено. Так, наприклад, в роботі [1] розглянуті питання визначення можливих втрат людей в осередку хімічного ураження і можливих радіаційних втрат людей по дозі опромінення, яку вони можуть отримати в певних умовах перебування на відкритій зараженій місцевості.

Важливими, на наш погляд, є питання оцінки можливих втрат серед людей на момент комплексного впливу ударної хвилі і проникаючої радіації в процесі заповнення ними сховищ.

Це обумовлено тим, що в процесі заповнення сховищ люди в основному можуть отримати поразку від руйнування конструктивних елементів будівель, споруд тощо, а також від впливу проникаючої радіації.

Тому метою статті є розглянути методику оцінки втрат серед людей на момент комплексного впливу ударної хвилі і проникаючої радіації в процесі заповнення ними сховищ.

Виклад основного матеріалу

Оскільки в силу випадкового характеру часу попередження сховища можуть бути не повністю

заповнені людьми до моменту підходу до них ударної хвилі, розглянемо кілька ситуацій знаходження людей:

- частина людей знаходяться поза сховища;
- частина людей заповнило сховище, при цьому двері сховища не закриті;
- частина людей заповнило сховище та двері сховища закриті;
- частина людей знаходяться в процесі заповнення сховища.

Ймовірність ураження за рахунок неповного заповнення сховища до моменту впливу повітряної ударної хвилі і несвоєчасного закривання захисних дверей назвемо ймовірністю поразки в процесі заповнення. Вона залежить від наявності у сховищі шлюзів або автоматичних дверей.

Розглянемо зв'язок між ймовірністю враження серед людей, які знаходяться поза сховища, ймовірністю поразки серед людей, які перебувають у сховищі і ймовірністю поразки серед людей, які знаходяться в процесі його заповнення.

Прийmemo за початок відліку часу $t=0$ момент подачі сигналу про небезпеку ядерного нападу. Момент вибуху позначимо через t_B .

Розглянемо варіант, коли сховище не має ні шлюзів, ні автоматичних дверей, а захисні двері зачиняються при $t=t_3$ після повного заповнення сховища, причому $t_B < t_3$.

Математичне сподівання втрат серед людей, яких передбачається вкрити в даному сховищі, визначається виразом [2,3]

$$M_1(N) = P_0 \cdot [W - F(t)] + P_{0y} \cdot F(t), \quad (1)$$

де W - місткість сховища; $F(t)$ - число людей, що зайшли в сховище на момент часу t_B ; P_0 - ймовірність ураження людей, що знаходяться поза сховищем; P_{0y} - ймовірність ураження людей, які перебувають у сховищі з незакритими дверима.

При $t_B \geq t_3$ матимемо

$$M_1(W) = P_{3д} \cdot W, \quad (2)$$

де $P_{3д}$ - ймовірність комплексного ураження людей ударною хвилею і проникаючою радіацією, які знаходяться в притулок з закритими дверима.

Математичне сподівання втрат з урахуванням можливості нанесення ядерного удару в різні моменти часу

$$M(W) = P_0 \int_0^{t_3} [W - F(t)]\varphi(t)dt + P_{0y} \int_0^{t_3} F(t)\varphi(t)dt + P_{3д} \int_{t_3}^{t_k} W\varphi(t)dt, \quad (3)$$

де $\varphi(t)$ - щільність розподілу часу попередження.

Ймовірність ураження людей, які знаходяться поза сховищем можна отримати як часткове $M(W)/W$ [2]

$$P = P_0 \int_0^{t_3} \varphi(t)dt - (P_0 - P_{0y}) \int_0^{t_3} F(t)W^{-1}\varphi(t)dt + P_{3д} \int_{t_3}^{t_k} \varphi(t)dt. \quad (4)$$

Перші два додатки у формулі (4) визначають математичне сподівання втрат у процесі заповнення. Відповідно до цього формула для визначення ймовірності ураження в процесі заповнення буде мати вигляд

$$P_W = P_0 \int_0^{t_3} \varphi(t)dt - (P_0 - P_{0y}) \int_0^{t_3} F(t)W^{-1}\varphi(t)dt. \quad (5)$$

З урахуванням виразу (5) формулу (4) можна представити у вигляді

$$P = P_W + P_{3д} \int_{t_3}^{t_k} \varphi(t)dt. \quad (6)$$

У ряді випадків допустимо приймати $P_0=P_{0y}=1$. Тоді формули для визначення величин P та P_W спрощуються. Ймовірність ураження при заповненні визначиться з виразу

$$P_W = \int_0^{t_3} \varphi(t)dt. \quad (7)$$

Беручи до уваги рівність

$$\int_{t_3}^{t_k} \varphi(t)dt = 1 - P_{3д} \int_0^{t_3} \varphi(t)dt \quad (8)$$

величину P можна в цих випадках визначити за формулою

$$P = P_{3д} + P_W - P_{3д}P_W \quad (9)$$

або

$$P = 1 - (1 - P_{3д})(1 - P_W). \quad (10)$$

З (9) і (10) випливає, що при $P_0=P_{0y}=1$ ураження людей при заповненні і ураження людей, які знаходяться в сховищі з закритими дверима, можна розглядати як незалежні події.

Якщо сховище обладнано шлюзами або автоматичними дверима, математичне сподівання числа уражених людей буде визначатися з виразу

$$M(W) = P_0 \int_0^{t_k} [W - F(t)]\varphi(t)dt + P_{3д} \int_0^{t_k} F(t)\varphi(t)dt, \quad (11)$$

звідки отримуємо

$$P = P_0 \int_0^{t_k} [1 - F(t)W^{-1}]\varphi(t)dt + P_{3д} \int_0^{t_k} F(t)W^{-1}\varphi(t)dt. \quad (12)$$

Перший доданок в цій формулі являє собою ймовірність ураження при заповненні сховищ, тобто

$$P_W = P_0 \int_0^{t_k} [1 - F(t)W^{-1}]\varphi(t)dt \quad (13)$$

Враховуючи, що $\int_0^{t_k} \varphi(t) dt = 1$, формулу (13)

можна представити у вигляді:

$$P_W = P_0 - P_0 \int_0^{t_k} F(t) W^{-1} \varphi(t) dt. \quad (14)$$

Перетворення виразу (12) з урахуванням (14) призводять до наступної залежності:

$$P = P_W + P_{зд} - P_{зд} P_W / P_0. \quad (15)$$

При $P_0=1$ вираз (15) набуває вигляду формули (10).

Радіус ураження проникаючою радіацією людей, які перебувають у заглиблених або обвалованих сховищах, звичайно буває істотно менше радіуса поразки ударною хвилею, тому можна вважати, що додаткового ураження людей проникаючою радіацією в таких сховищах до числа уражених ударною хвилею не відбувається. У зв'язку з цим ймовірність комплексного ураження людей ударної хвилею і проникаючою радіацією будемо прирівнювати до ймовірності поразки тільки ударної хвилею.

Висновки

Слід зазначити, що в розглянутій методиці використаний досить складний математичний апарат, тому обчислення ймовірностей ураження людей за наведеними формулами без застосування ЕОМ і для не фахівців являє собою досить важке завдання.

Однак, використання наведеної методики дозволить з певною ймовірністю визначити втрати серед людей на момент впливу ударної хвилі і проникаючої радіації при заповненні ними сховищ для різних ситуацій знаходження людей.

Список літератури

1. *Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: справочник* / Г.П. Демиденко, Е.П. Кузьменко и др. – К.: Вища школа, 1987. – 256 с.
2. *Пономарев К.К. Специальный курс высшей математики* / К.К. Пономарев. – М.: Высш. шк., 1974. – 400 с.

3. *Боданский М.Д. Расчет конструкций убежищ* / М.Д. Боданский, В.А. Галактионов, В.И. Морозов, Б.С. Расторгуев. – М.: Стройиздат, 1974. – 207 с.

4. *Убежища гражданской обороны. Конструкция и расчет* / В.А. Котляревский, В.И. Ганнушкин и др. – М.: Стройиздат, 1989. – 608 с.

5. *Атаманюк Г.М. Гражданская оборона* / Г.М. Атаманюк, Л.Г. Ширишев, Н.Н. Акимов – М.: Высшая школа, 1986. – 208 с.

6. *Аналіз вимог до захисних споруд цивільного захисту і методологічні підходи до їх класифікації* / С.А. Тузіков, С.О. Ковжого та інші. // *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2013. – Вип. 1(34). – С. 186-186.

7. *Тузіков С.А. Деякі методологічні підходи до класифікації сховищ цивільного захисту за сукупністю параметрів, що існують і перспективних* / С.А. Тузіков, А.Ф. Лазутський, А.В. Писарев, В.В. Яценко // *Безпека життєдіяльності людини-освіта, наука, практика: мат-ли XII міжнар. наук.-метод. конф. (Одеса, 15 – 17 травня 2013 р.)*. – Одеса: Одеський нац. морський ун-т, 2013. – С. 241-244.

8. *Фактори, що впливають на стійкість роботи захисних споруд і основні шляхи її підвищення* / С.А. Тузіков, Є.В. Карманний, А.П. Зенін, В.А. Молодцов // *Безпека життєдіяльності людини-освіта, наука, практика: мат-ли XII міжнар. наук.-метод. конф. (Одеса, 15 – 17 травня 2013 р.)*. – Одеса: Одеський нац. морський ун-т, 2013. – С. 245-249.

9. *Порядок організації досліджень стійкості функціонування захисних споруд* / С.А. Тузіков, А.Ф. Лазутський та інші. // *Materiály IX mezinárodní vědecko – praktická konference "Vědecký pokrok na přelomu tisíciletí – 2013"*. 27.05.2013 – 05.06.2013. – Díl 33. – Praha: Publishing House "Education and Science" s.r.o., 2011. – С. 12-17.

10. *Стійкість функціонування захисних споруд цивільного захисту та основні шляхи їх підвищення* / В.А. Молодцов, С.А. Тузіков та інші. // *Мат-ли за IX міжнародн. научн. пр. конф. "Найновітє постиження на європейській науці – 2013"*. 17 – 25 юні 2013. Том 16, Софія: „Бял ГРАД-БГ” ООД, 2013. – С. 27-34.

Надійшла до редколегії 17.04.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Х.В. Раковський, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОТЕРЬ ЛЮДЕЙ ВО ВРЕМЯ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ И ПРОНИКАЮЩЕЙ РАДИАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ЗАПОЛНЕНИЯ ИМИ УБЕЖИЩА ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

С.А. Тузіков, А.Ф. Лазутський, А.В. Писарев, В.А. Молодцов

В данной статье рассмотрены вопросы оценки воздействия поражающих факторов ядерного взрыва на здания, сооружения и людей. Особое внимание уделено вопросам оценки возможных потерь среди людей во время комплексного влияния ударной волны и проникающей радиации в процессе заполнения ими убежищ.

Ключевые слова: воздушная ударная волна, световое излучение, убежища, люди.

METHODS OF LOSS OF PEOPLE DURING COMBINED TREATMENT OF SHOCK WAVES AND IONIZING RADIATION DURING FILLING ASYLUM TO CIVIL PROTECTION

S.A. Tuzikov, A.F. Lazutsky, A.V. Pisarev, V.A. Molodtsov

This article describes how to assess the impact of factors affecting the nuclear explosion on buildings, structures and people. Particular attention is paid to estimating the potential losses of people during the combined effect of the shock wave and penetrating radiation during infill them shelters.

Keywords: air blast, thermal radiation, shelter, people.