

УДК 699.85:351.862

С.А. Тузіков, С.О. Ковжого, Є.В. Карманний, А.Ф. Лазутський, А.В. Писарев

Національний юридичний університет імені Ярослава Мудрого", Харків

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО КРИТЕРІЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СХОВИЩ

Розглядаються шляхи вирішення задачі оптимізації характеристик сховищ цивільного захисту на основі компромісу критеріїв зниження втрат серед населення та вартістю сховищ у розрахунку на одну людину, що переходить. Як варіант вирішення поставленої задачі у якості дисциплінуючих умов застосовано величину допустимих втрат та забезпечення ефективнішого витрачання грошових коштів на кожному етапі будівництва сховищ. Проведено пошук оптимальних значень характеристик сховищ, за яких грошові кошти витрачатимуться ефективніше, тобто буде забезпечено мінімум загальних втрат серед населення.

Ключові слова: сховища, оптимальний критерій, вартість, втрати, оптимальні значення.

Вступ

Постановка проблеми. У процесі проектування та будівництва сховищ цивільного захисту (ЦЗ) необхідно, насамперед, визначити їх раціональні характеристики. Вочевидь, що вони визначаються на основі оцінки їх ефективності, зіставленням значень спеціальних критеріїв (показників ефективності). Як правило, при визначенні раціональних рішень застосовують кілька критеріїв. Кожний критерій повинний кількісно виражати істотний ефект від застосованого рішення.

На наш погляд основним критерієм при визначенні раціональних значень характеристик сховищ є зниження втрат серед населення. Іншим важливим критерієм служить вартість сховищ у розрахунку на одну людину, що переходить.

Вирішення задачі оптимізації характеристик сховищ ЦЗ можливо на основі компромісу цих критеріїв з використанням так званих «дисциплінуючих умов», зміст яких полягає у вимозі раціонального витрачання наявних ресурсів.

Можливі різні варіанти вирішення поставленої задачі. Наприклад, в якості дисциплінуючої умови можна застосовувати величину допустимих втрат. У цьому випадку характеристики сховищ визначають на основі мінімізації вартості сховищ у розрахунку на одну людину, що переходить.

Можна задати загальну вартість сховищ (дисциплінуюча умова). Тоді визначаються характеристики сховищ, відповідні мінімуму втрат серед населення, що переходить при заданій вартості сховища.

Однак ці рішення практично не прийнятні, оскільки встановити величину допустимих втрат або загальну суму грошових коштів для будівництва сховищ неможливо.

У якості дисциплінуючої умови доцільно поставити вимогу: забезпечення ефективнішого витрачання грошових коштів на кожному етапі будівництва

сховищ ЦЗ. Наведемо деякі пояснення.

Зведення в місті сховищ вимагає значного часу і відповідних грошових коштів, які витрачатимуться поступово. Кошти, що виділяються на певному етапі будівництва, можна витратити по-різному. Візьмемо два крайніх випадки: в одному випадку зводять сховища з гранично високими вимогами до їх характеристик, в іншому - з дуже низькими. У першому випадку сховища будуть коштовними, тому їх буде порівняно мало. Втрати серед населення, що вкривається в таких сховищах будуть невеликі. Але в той же час загальні втрати серед населення, що переходить і частини населення, що не забезпечена сховищами, будуть великими. У другому випадку буде побудовано порівняно багато сховищ, але внаслідок їхньої недосконалості, втрати серед населення, що переходить будуть великі, що потягне за собою збільшення загальних втрат серед населення.

Виходячи із аналізу останніх досліджень і публікацій [2 – 6] можна зробити висновок, що питання вибору оптимального значення критерію для визначення раціональних значень основних характеристик сховищ не було в достатній ступені розкрито.

Метою статті являється вибір оптимального критерію для визначення раціональних значень основних характеристик сховищ.

Виклад основного матеріалу

Розглянемо залежність загальних втрат серед населення міста від зміни характеристик сховищ. Кількісний вираз втрат серед населення будемо оцінювати математичним очікуванням втрат $M(N)$. Для визначення цієї величини розділимо все місто на n частин, в межах яких можна приймати умови ураження людей однаковими. При будівництві сховищ тільки на підприємствах як частин міста розглядатимемо ці підприємства.

Математичне очікування втрат $M(N)$ серед населення з N числом людей від впливу вражаючих факторів ядерного вибуху визначають за формулою [1]:

$$M(N) = \sum_{i=1}^n [P_{yi} \cdot N_{yi} + P_{0i} \cdot (N_i - N_{yi})] \quad (1)$$

де N_i - число людей в i -тій частині міста;

N_{yi} - число людей, забезпечених сховищами, в i -тій частині міста;

P_{0i} - ймовірність ураження незахищених людей;

P_{yi} - ймовірність ураження людей, забезпечених сховищами.

Припустимо, що виділені для зведення сховищ на будь-якому етапі будівництва кошти розподіляють між районами міста:

$$N_{yi} = N_y \cdot N_i / N, \quad (2)$$

де N_{yi} - загальна місткість сховищ у i -тій частині міста, побудованих на розглянутому етапі;

N_y - загальна місткість сховищ у місті на розглянутому етапі.

З урахуванням (2) вираз (1) прийме вигляд:

$$M(N) = \sum_{i=1}^n N_i \cdot \left[\frac{N_y}{N} \cdot (P_{yi} - P_{0i}) + P_{0i} \right]. \quad (3)$$

Загальна кількість коштів для будівництва сховищ в місті на розглянутому етапі:

$$D = \sum_{i=1}^n D_i = \sum_{i=1}^n S_i \cdot N_{yi} = \frac{N_y}{N} \cdot \sum_{i=1}^n S_i \cdot N_i, \quad (4)$$

де D_i - кількість коштів для будівництва сховищ в i -тій частині міста на тому ж етапі;

S_i - вартість сховищ в i -тій частині міста у розрахунку на одну людину.

З рівняння (4) отримуємо:

$$N_y = D \cdot N / \sum_{i=1}^n S_i \cdot N_i. \quad (5)$$

Підставивши цей вираз у формулу (3), отримаємо:

$$M(N) = \sum_{i=1}^n P_{0i} \cdot N_i - D \eta_1, \quad \eta_1 = \eta; \quad (6)$$

$$\eta = \sum_{m=1}^r T_m \cdot (P_{0i} - P_{yi}) / \sum_{i=1}^n S_i \cdot N_i. \quad (7)$$

З (6) випливає, що мінімуму $M(N)$ відповідає максимум величини η або мінімум зворотної величини η_2

$$\eta_2 = \eta^{-1}. \quad (8)$$

В якості критеріїв (показників) ефективності витрачання грошових коштів на будівництво сховищ можна застосовувати величини η_1 або η_2 . Сенс критерію зводиться до вартості сховищ, віднесеної до одної людини, яка збереглася, за рахунок укриття людей у сховищах.

Якщо частини міста вибрати таким чином, що число проживаючих людей в кожній частині буде однаковим, то в цьому випадку критерії (7) і (8) набувають вигляду

$$\eta_3 = (P_{0i} - P_{yi}) / S_i; \quad (9)$$

$$\eta_3 = S_i / (P_{0i} - P_{yi}). \quad (10)$$

У більшості випадків, виходячи з низки міркувань, деякі характеристики сховищ (наприклад, ступінь захисту) доцільно призначати однаковими у межах промислової та житлової зони міста окремо.

Значення раціональних характеристик сховища (ступеня захисту, місткості, пропускній спроможності входів, тривалості перебування населення, що переховується, коефіцієнта ослаблення радіоактивного випромінювання, норми площі сховища у розрахунку на одну людину тощо) визначаються за допомогою одного з критеріїв (6) - (10) з системи рівнянь:

$$\frac{\partial \eta}{\partial x_1} = 0; \quad \frac{\partial \eta}{\partial x_2} = 0; \dots; \quad \frac{\partial \eta}{\partial x_i} = 0; \dots; \quad \frac{\partial \eta}{\partial x_m} = 0, \quad (11)$$

де $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_m$ - значення характеристик сховища.

На практиці для визначення оптимального ступеню захисту використовують співвідношення:

$$\partial \eta / \partial \lambda = 0, \quad (12)$$

де λ - ступінь захисту сховищ.

При цьому інші характеристики доцільно приймати по їх приблизно середніх величинах.

Оптимальні значення інших характеристик можна наближено оточити за допомогою рівняння:

$$\Delta_\lambda P / \Delta_\lambda S = \Delta_{xi} P / \Delta_{xi} S, \quad (13)$$

де $\Delta_\lambda P$ і $\Delta_\lambda S$ - приріст ймовірності ураження населення, що вкривається і вартості сховищ у розрахунку на одну людину, що переховується, при незначному зміні ступеня захисту щодо оптимального значення;

$\Delta_{xi} P$ і $\Delta_{xi} S$ - приріст ймовірності ураження населення, що вкривається і вартості сховища в розрахунку на одну людину, що вкривається, при незначній зміні i -ї характеристики сховищ відносно заданого значення.

Прирошення $\Delta_\lambda P$, $\Delta_\lambda S$, $\Delta_{xi} P$, $\Delta_{xi} S$ можна отримати з рівнянь [1]:

$$\Delta_\lambda P \approx \frac{\partial P}{\partial \lambda} \cdot \Delta \lambda; \quad \Delta_\lambda S \approx \frac{\partial S}{\partial \lambda} \cdot \Delta \lambda;$$

$$\Delta_{xi} P \approx \frac{\partial P}{\partial x_i} \cdot \Delta x_i; \quad \Delta_{xi} S \approx \frac{\partial S}{\partial x_i} \cdot \Delta x_i.$$

Отже, співвідношення $\Delta_\lambda S / \Delta_\lambda P$ і $\Delta_{xi} S / \Delta_{xi} P$ можна уявити як співвідношення часткових похідних:

$$\frac{\Delta_\lambda S}{\Delta_\lambda P} \approx \frac{\partial S}{\partial \lambda}; \quad \frac{\Delta_{xi} S}{\Delta_{xi} P} \approx \frac{\partial S}{\partial x_i}. \quad (14)$$

Рівняння (13) виражає вимогу рівної ефективності використання грошових коштів, призначених для зміни кожної характеристики.

Графічне зображення величин $\Delta_x P$, $\Delta_x S$, $\Delta_{x_i} P$, $\Delta_{x_i} S$ показано на рис. 1, [2].

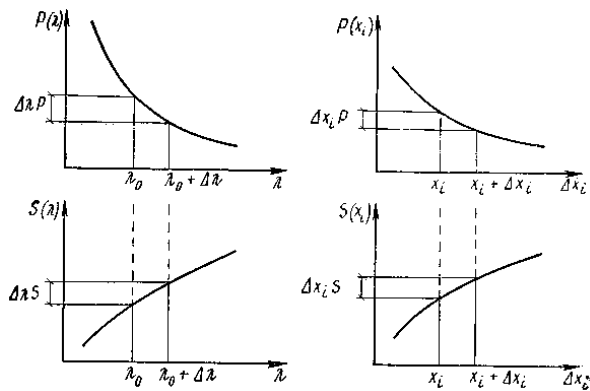


Рис. 1. Графіки, що ілюструють порядок визначення оптимального значення характеристики x_i .

Значення характеристики, при якій буде отримуватися умова (13), слід вважати оптимальною.

Критерій доцільності обладнання сховищ різними пристроями і додатковими елементами (шлюзами, автоматичними дверима і т.п.) може бути представлений у вигляді:

$$\Delta \lambda P / \Delta \lambda S \leq \Delta P_j / \Delta S_j, \quad (15)$$

де ΔP_j і ΔS_j - приріст ймовірності ураження населення, що переходиться і вартості сховища у розрахунку на одну людину, що переходиться в результаті обладнання сховища j -м пристроєм.

Висновки

Таким чином, розглянуті в роботі критерії являють собою вирішення задачі оптимізації раціональних значень основних характеристик сховищ ЦЗ. Отже основним критерієм при визначенні раціональних значень характеристик сховищ є зниження втрат серед населення за рахунок їх застосування.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО КРИТЕРИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УКРЫТИЙ

С.А. Тузиков, С.А. Ковжого, Е.В. Карманный, А.Ф. Лазутский, А.В. Писарев

Рассматриваются пути решения задачи оптимизации характеристик убежищ гражданской защиты на основе компромисса критериев снижения потерь среди населения и стоимостью укрытий в расчете на одного укрывающегося человека. Как вариант решения поставленной задачи в качестве дисциплинирующих условий применили величину допустимых потерь и обеспечения более эффективного расхода денежных средств на каждом этапе строительства укрытий. Проведен поиск оптимальных значений характеристик укрытий, при которых денежные средства будут расходоваться эффективнее, то есть будет обеспечен минимум общих потерь среди населения.

Ключевые слова: укрытия, оптимальный критерий, стоимость, расходы, оптимальные значения.

OPTIMAL SELECTION CRITERIA FOR DETERMINING THE RATIONAL VALUES MAIN CHARACTERISTICS OF SHELTERS

S.A. Tuzikov, S.A. Kovzhoga, E.V. Karmanny, A.F. Lazutsky, A.V. Pisarev

The ways of solving the task of optimizing the characteristics of civil defense shelters based on criteria compromise to reduce losses population and the cost of shelter per harboring human. Alternatively solving task as disciplining conditions applied value allowable losses and increasing cost efficiencies of funds for each stage of construction of shelters. A search for the optimal values of the characteristics of shelters under which funds will be spend efficiently, i.e. will be provided with a minimum overall losses among the population.

Keywords: shelters, optimal test, cost, expenses, the optimal values.

Список літератури

1. Пономарев К.К. Специальный курс высшей математики / К.К. Пономарев. – М.: Высшая школа, 1974. – 400 с.
2. Боданский М.Д. Расчет конструкций убежищ / М.Д. Боданский, В.А. Галактионов, В.И. Морозов, Б.С. Расторгуев. – М.: Стройиздат, 1974. – 207 с.
3. Убежища гражданской обороны. Конструкция и расчет / В.А. Котляревский, В.И. Ганнушкин, А.А. Костин, А.И. Костин, В.И. Ларионов. – М.: Стройиздат, 1989. – 608 с.
4. Тузиков С.А. Аналіз вимог до захисних споруд цивільного захисту і методологічні підходи до їх класифікації / С.А. Тузиков, С.О. Ковжого, Є.В. Карманный, А.Ф. Лазутський, А.В. Писарев // Збірник наукових праць. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба. – 2013. – Вип. 1 (34). – С. 186-186.
5. Тузиков С.А. Деякі методологічні підходи до класифікації сховищ цивільного захисту за сукупністю параметрів, що існують і перспективних / С.А. Тузиков, А.Ф. Лазутський, А.В. Писарев, В.В. Яценко // Безпека життєдіяльності людини-освіта, наука, практика: матеріали XII міжнародної науково-методичної конференції (Одеса, 15 – 17 травня 2013 р.). – Одеса: Одеський нац. морський ун-т, 2013. – С. 241-244.
6. Тузиков С.А. Порядок організації досліджень стійкості функціонування захисних споруд / С.А. Тузиков, А.Ф. Лазутський, С.О. Ковжого, А.В. Писарев, Є.В. Карманный // Materiály IX mezinárodní vědecko – praktická conference "Vědecký pokrok na přelomu tisyachalety – 2013". 27.05.2013 – 05.06.2013. – Dil 33. – Praha: Publishing House "Education and Science" s.r.o., 2011. – С. 12-17.

Надійшла до редколегії 13.12.2013

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