

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ АВІАЦІЙНОГО ПОШУКУ

Постановка проблеми. Однією з складових проведення аварійно-рятувальних операцій є пошук людей, що зазнали лиха, або об'єктів пошуку (ОП). При невизначеності міста аварії/катастрофи або місцезнаходження потерпілих площа пошуку може сягати значної величини (при пошуку уламків повітряних чи морських суден, ушкоджень трубопроводів, рятувальних човнів з жертвами корабельної аварії тощо) і тому пошукові операції доцільно здійснювати за допомогою пошуково-рятувальних повітряних суден (ПРПС). Пошук в окремих випадках здійснюється за допомогою радіотехнічних методів, але найчастіше – шляхом прямого візуального огляду екіпажем ПРПС зони спостереження або аналізом зображень, що транслюються з безпілотних літальних апаратів.

Візуальний пошук з літака рекомендовано здійснювати на висоті 500-600 м, з гвинтокрилу – на висоті 200-300 м над поверхнею.

Документи [1-6] містять деякі рекомендації щодо параметрів пошуку, а саме, - висувається вимога про 25% перекриття смуг обзору, хоча сама ширина смуги визначається досить довільно, оскільки зрозуміло, що її величина залежить від багатьох факторів.

Таким чином нормативні документи не містять значення параметрів проведення візуального пошуку за допомогою пошуково-рятувальних повітряних суден, їх залежності від умов пошуку та параметрів об'єктів пошуку і питання щодо їх наукового обґрунтування залишається відкритим.

Основний матеріал. Імовірність P відшукання нерухомого об'єкта пошуку на рівнинній місцевості (на поверхні води) залежить від достатньо великої кількості об'єктивних та суб'єктивних факторів [7]: площі Ω зони обстеження; видимого розміру θ (величини тілесного кута під яким видно ОП), який в свою чергу залежить від площі S об'єкта пошуку (при умові, що поздовжні та поперечні габарити ОП значно не відрізняються) та висоти h польоту ПРПС; глибини пошуку (ширини L смуги обзору при однократному прольоті ПРПС, яка пов'язана з дальністю r спостереження, яка, в свою чергу, пов'язана з роздільною оптичною спроможністю λ допоміжного оптичного пристрою або гостроти зору спостерігача, умовами освітленості ϑ (пов'язаними зі станом погоди, часом доби і порою року, а також застосуванням освітлювальних приладів) та «помітності» ОП, яка лімітується контрастністю ω об'єкта пошуку на фоні кольору навколишнього середовища, висотними габаритами ОП в порівнянні з шорсткістю μ навколишнього середовища (висоти лісу, хвиль)); швидкості v руху ПРПС (яка впливає на час фіксації ОП в полі зору спостерігача); часу t спостереження, що впливає на втомленість спостерігача; досвідченості η спостерігача (у вигляді вагового коефіцієнту).

$$\text{Таким чином} \quad P = f(\Omega, \theta(S, h), L(r(\lambda, \vartheta), \omega, \mu), v, t, \eta). \quad (1)$$

З'ясування виду залежності (1) дозволило б знайти і, відповідно, в подальшому максимізувати імовірність знаходження ОП.

При припущенні, що імовірність P відшукування ОП прямо пропорційна величині його візуального розміру $P \sim \theta(S, h) \cdot f(\Omega, L(r(\lambda, \vartheta), \omega, \mu), v, t, \eta)$ необхідно дослідити як змінюється величина θ від параметрів пошуку.

Пошуково-рятувальне повітряне судно здійснює політ на висоті h над поверхнею землі (води). Малий елемент ОП позначимо як ds . В цьому випадку увесь ОП буде видно екіпажем ПРПС під тілесним кутом

$$\theta = \int_S \frac{\cos \alpha}{r^2} ds, \quad (2)$$

де α - кут зору на ОП, що відміряється від нормалі до поверхні (надіру), а r - відстань від ПРПС до ОП, S - площа ОП (рис. 1).

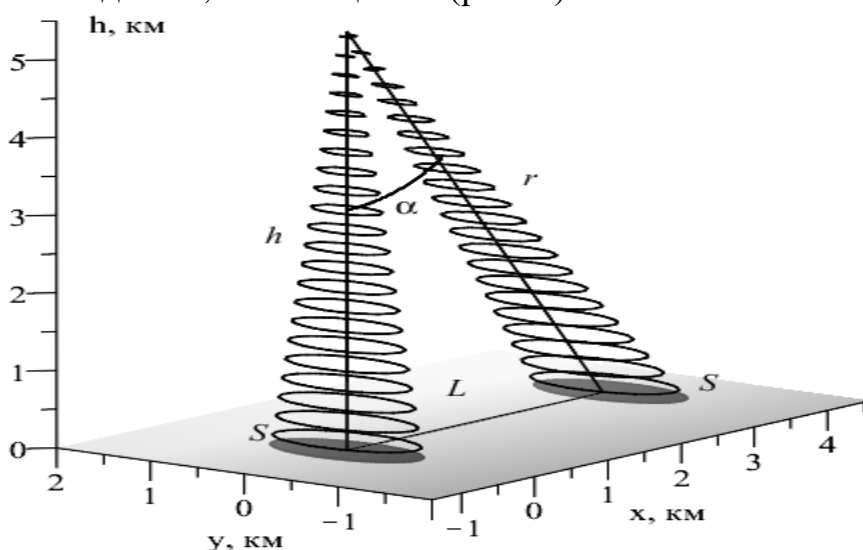


Рис. 1. Відшукування тілесного кута, під яким видно об'єкта пошуку

В випадку, коли найбільший габарит ОП буде значно меншим за висоту h , то $r = h / \cos \alpha$, і вираз (2) може бути записаний як

$$\theta = \frac{\cos^3 \alpha \cdot S}{h^2}. \quad (3)$$

Величина тілесного кута швидко спадає як з зростанням висоти польоту ПРПС, так і з зростанням кута зору.

Оскільки імовірність знаходження ОП при однократному прольоті пошукового судна залежить від величини тілесного кута, під яким видно ОП з літака, то величина даного кута не може бути довільно малою. Задаючи обмеження на її значення (потребує додаткового дослідження, оскільки залежить від інших факторів пошуку), можна відшукати співвідношення між висотою літака і кутом зору. Останній і лімітує ширину смуги спостереження при однократному прольоті ПРПС. На рис. 2 наведено гістограму, отриману на основі графіка залежності $\theta(h, \alpha)$. Так, наприклад, якщо характеристики об'єкту, навколишнього середовища та роздільна оптична спроможність оптичних пристроїв дозволяють виявити ОП з видимим розміром

$1.3 \cdot 10^{-5} \pi$ стеррад, то висота пошуку не перевищує 500 м, а кут зору 70° . Таким чином ширина полоси спостереження (в кожен з боків) не може перевищувати $L = 500 \text{ м} \cdot \tan 70^\circ = 1370 \text{ м}$.

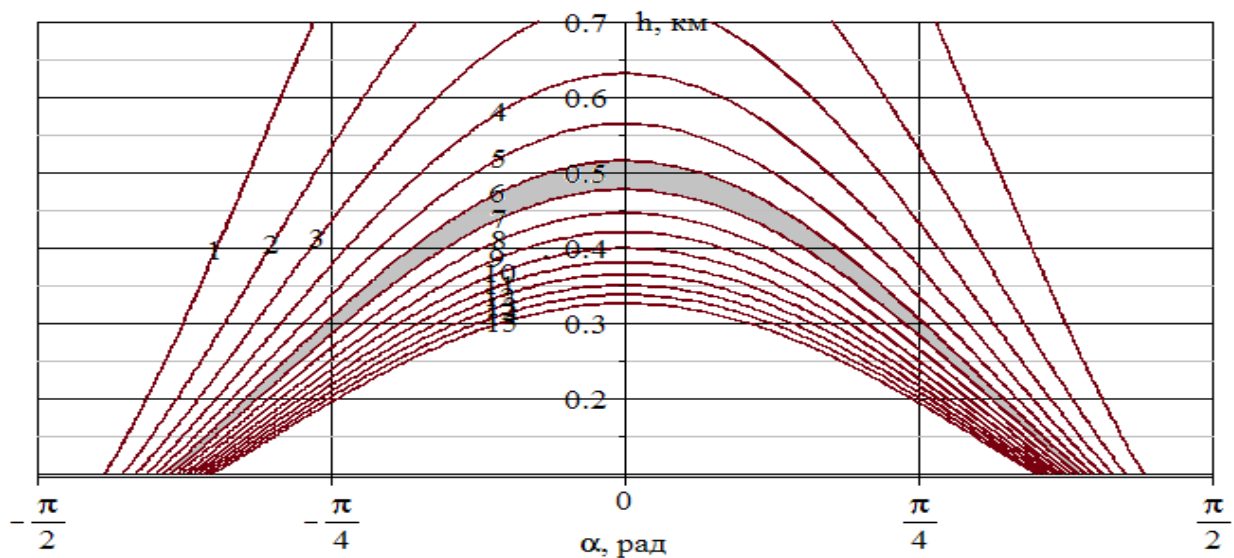


Рис. 2. Гістограма для визначення співвідношення висоти ПРПС та граничного значення кута зору в залежності від видимого розміру ОП ($\theta = 2 \cdot 10^{-6} \pi * i$ стеррад, $i = 1 \dots 15$)

Висновки. Запропоновано підхід для розрахунку параметрів авіаційних аварійно-рятувальних операцій при застосуванні візуального пошуку персон, що зазнали лиха, або об'єктів пошуку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 14 листопада 2012 р. № 1037 «Порядок залучення пошуково-рятувальних сил і засобів до проведення робіт з пошуку і рятування, відшкодування витрат, пов'язаних з їх проведенням».
2. Наказ Міністерства внутрішніх справ України. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 01 квітня 2015 р. за N 364/26809 «Про затвердження Правил авіаційного пошуку і рятування в Україні».
3. Напольских М.Л. Поисково-спасательные работы в природной среде. Госакваспас, Архангельск, 2012, 194 с.
4. Руководство по международному авиационному и морскому поиску и спасанию. ИМО, ICAO.
5. Cooper D.C. The Application of Search Theory to Land Search: Adjustment of Probability of Area. 2000 26 p
6. IAMSAR Manual. INTERNATIONAL AERONAUTICAL AND MARITIME SEARCH AND RESCUE MANUAL. Volume II. MISSION CO-ORDINATION 2007 Edition. 411 p.
7. Meleschenko R.G. Justification of the approach for calculating the parameters of aviation emergency and rescue operations when using visual search / R.G. Meleschenko V.K. Muntyan, O.A. Tarasenko // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2017. – Вип. 25. С. 67-72.