

УДК 614.8

Акулов В.М., викладач кафедри УЦЗУ, Кулаков О.В., кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника кафедри УЦЗУ, Райз Ю.М., викладач кафедри УЦЗУ, Сацюк Д.В., аспірант, ХНУРЕ, Чорний С.В., кандидат технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник, ХНУРЕ

РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ЗОНИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ АЕРОСТАТІВ ТА АЕРОЗОНДІВ ПОВІТРЯНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА СТАНОМ ТЕРИТОРІЇ

На прикладі оптичного контролю протипожежного стану лісових масивів розраховано розміри можливої зони спостереження прив'язних аеростатів (аерозондів), що використовуються для цілодобового повітряного спостереження за станом території, в залежності від висоти нижньої межі хмар та метеорологічної дальності видимості

Ключові слова: аеростат, аерозонд, повітряне спостереження, хмарність, метеорологічна дальність видимості

Постановка проблеми. Забезпечення захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайної ситуації (НС), забезпечення гарантованого рівня безпеки особистості, суспільства і держави є одним з найважливіших завдань державної політики у сфері цивільного захисту [1].

Одним з обов'язків цивільного захисту є своєчасне виявлення місць виникнення НС. Для цього, зокрема, використовуються літаки різних класів. В роботі [2] для забезпечення цілодобового спостереження за станом території пропонується використання прив'язних аеростатів та аерозондів. Однак ефективність їх застосування суттєво залежить від погодних умов, перш за все хмарності та метеорологічної дальності видимості.

Аналіз останніх досягнень та публікацій. Аналіз світових та вітчизняних тенденцій розвитку повітроплавних засобів, проведений в [2] свідчить, що у сучасних умовах зацікавленість до використання літальних апаратів, легших за повітря, з метою виконання завдань повітряного спостереження невпинно зростає. При цьому відкритим залишається питання щодо ефективності їх застосування.

Постановка задачі та її розв'язання. Проаналізуємо вплив хмарності на ефективність застосування аеростатів та аерозондів для цілодобового повітряного спостереження за станом території на прикладі спостереження за протипожежним станом лісових масивів Харківської області (лісова пожежа – один з видів НС). Під

ефективністю застосування будемо розуміти розмір можливої зони спостереження.

Розмір можливої зони спостереження аеростату або аерозонду визначається потенційно можливою (геометричною) дальністю спостереження D_{II} та дальністю дії D_O обладнання, яке встановлено. Потенційно можлива дальність спостереження D_{II} залежить від висоти підйому засобу спостереження H та з урахування кривизни земної поверхні визначається за формулою [3] (відстані вимірюються у км):

$$D_{II} \approx 113 \cdot \sqrt{H}. \quad (1)$$

Фактична дальність спостереження D_{ϕ} може бути визначена як мінімальна з величин D_{II} та D_O :

$$D_{\phi} = \min[D_{II}, D_O]. \quad (2)$$

Для оптичних засобів спостереження додатковими факторами, що впливають на величину D_{ϕ} , є висота нижньої межі хмар (аеростат або аерозонд повинний знаходитися не вище нижньої межі хмар) та метеорологічна горизонтальна дальність видимості (обмежує дальність дії D_O оптичного обладнання, яке встановлено).

На рис.1 наведено висоти (середні, максимальні та мінімальні) нижньої межі хмар по місяцях 2008 року для Харківської області (за метеорологічними даними [4]) та криві їх апроксимації поліномом шостого порядку за методом найменших квадратів:

середнє значення:

$$H_C = 0,0348 \cdot t^6 - 1,1939 \cdot t^5 + 14,2600 \cdot t^4 - 65,1550 \cdot t^3 + 9,7188 \cdot t^2 + 765,5800 \cdot t - 11,3680, \quad (3)$$

де t - час,

максимальне значення:

$$H_{MAX} = 0,0947 \cdot t^6 - 3,5095 \cdot t^5 + 49,8390 \cdot t^4 - 340,2800 \cdot t^3 + 1113,6000 \cdot t^2 - 1306,2000 \cdot t + 517,7100, \quad (4)$$

мінімальне значення:

$$H_{MIN} = -0,0251 \cdot t^6 + 1,1217 \cdot t^5 - 21,3200 \cdot t^4 + 209,9700 \cdot t^3 - 1094,2000 \cdot t^2 + 2837,4000 \cdot t - 540,4500. \quad (5)$$

Поліноміальна апроксимація середнього значення висоти нижньої границі хмар H_C отримана безпосередньо з метеорологічних даних шляхом їх усереднення за часом (487 відліків на кожен місяць). Максимальне H_{MAX} та мінімальне H_{MIN} значення висоти нижньої межі хмар отримані шляхом відповідно додавання або віднімання середньоквадратичного відхилення висоти.

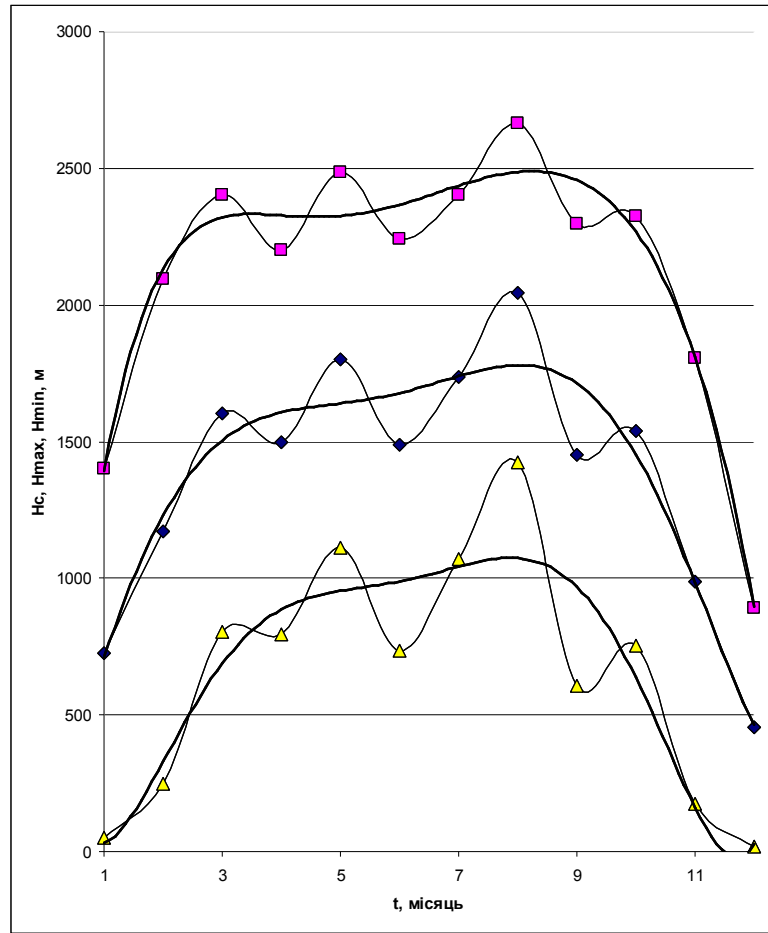


Рис.1. Висота нижньої межі хмар по місяцях 2008 року для Харківської області

На рис.2 наведено метеорологічні дальності видимості (середню, максимальну та мінімальну) по місяцях 2008 року для Харківської області (за метеорологічними даними [4]) та криві їх апроксимації поліномом шостого порядку за методом найменших квадратів:

середнє значення:

$$D_C = 0,0001 \cdot t^6 - 0,0050 \cdot t^5 + 0,0911 \cdot t^4 - 0,8333 \cdot t^3 + 3,7461 \cdot t^2 - 6,6352 \cdot t + 10,2210, \quad (6)$$

максимальне значення:

$$D_{MAX} = 0,0001 \cdot t^6 - 0,0003 \cdot t^5 + 0,0495 \cdot t^4 - 0,3868 \cdot t^3 + 1,4244 \cdot t^2 - 1,9429 \cdot t + 11,0330, \quad (7)$$

мінімальне значення:

$$D_{MIN} = 0,0001 \cdot t^6 - 0,0069 \cdot t^5 + 0,1328 \cdot t^4 - 1,2798 \cdot t^3 + 6,0678 \cdot t^2 - 11,3280 \cdot t + 9,4092. \quad (8)$$

Показники D_C , D_{MAX} , D_{MIN} визначаються аналогічно відповідним показниками висоти нижньої межі хмар.

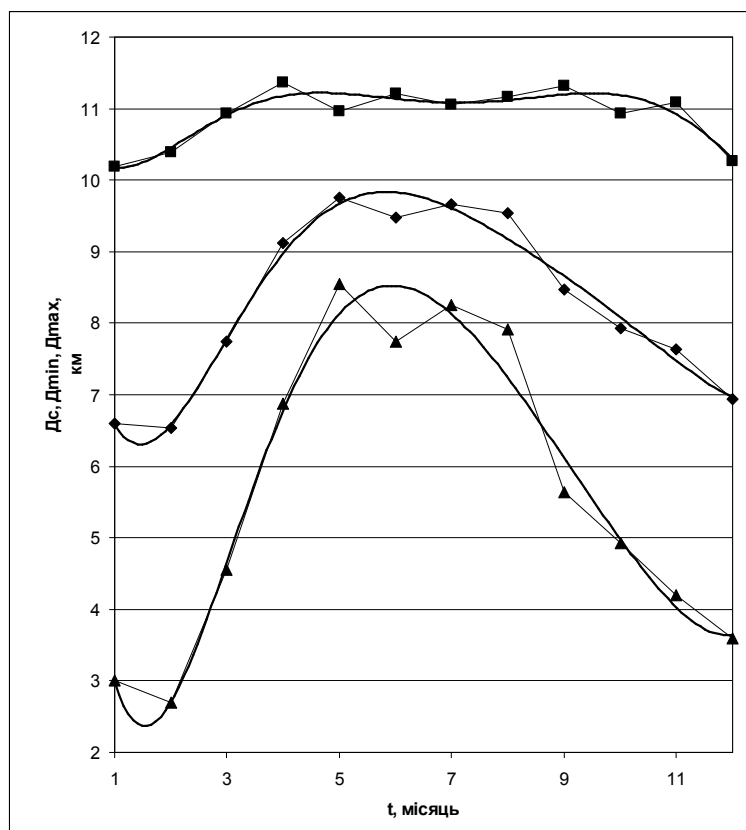


Рис.2. Метеорологічна дальність видимості по місяцях 2008 року для Харківської області

В табл.1 приведено середні висоти нижньої межі хмар H_C , потенційно можливу дальність спостереження D_{II} (розрахована за формулою (1)) та середню метеорологічну дальність видимості D_C по місяцях 2008 року для Харківської області.

Таблиця 1. Середні висоти нижньої межі хмар H_C , потенційно можливі дальності спостереження D_{II} та середні метеорологічні дальності видимості D_C по місяцях 2008 року для Харківської області

Час, місяць	1	2	3	4	5	6
Середня висота нижньої межі хмар H_C , км	0,72	1,17	1,60	1,50	1,80	1,48
Потенційно можлива дальність спостереження D_{II} , км	96,08	122,2	142,9	138,1	151,4	137,6
Середня метеорологічна дальність видимості D_C , км	6,6	6,5	7,7	9,1	9,7	9,4

Продовження таблиці 1

Час, місяць	7	8	9	10	11	12
Середня висота нижньої	1,73	2,04	1,45	1,54	1,00	0,45

межи хмар H_C , км						
Потенційно можлива дальність спостереження D_{II} , км	148,7	161,4	135,9	140,0	112,3	76,2
Середня метеорологічна дальність видимості D_C , км	9,6	9,5	8,4	7,9	7,6	6,9

Аналіз даних в табл. 1 дозволяє зробити висновок, що у разі застосування оптичних засобів спостереження згідно формули (2) фактична дальність спостереження D_ϕ буде визначатися середньою метеорологічною дальністю видимості D_C (за даними [5, 6] дальність дії D_O обладнання, яке встановлюється на аеростатах або аерозондах, перебільшує значення 10 км).

Радіус зони спостереження аеростату або аерозонду на рівні землі можливо визначити з геометричних міркувань за формулою:

$$R_C = \sqrt{D_C^2 - H_C^2}. \quad (9)$$

Площу зони спостереження аеростату або аерозонду можливо визначити як площу кола за формулою:

$$S_C = \pi \cdot R_C^2. \quad (10)$$

У табл. 2 приведено результати розрахунку R_C та S_C по місяцях 2008 року.

Таблиця 2. Радіус зони спостереження R_C та площа зони спостереження S_C аеростату або аерозонду по місяцях 2008 року для Харківської області

Час, місяць	1	2	3	4	5	6
Радіус зони спостереження S_C , км ²	6,56	6,39	7,53	8,98	9,53	9,28
Площа зони спостереження S_C , км ²	135,1	128,2	178,0	253,2	291,2	270,4

Продовження таблиці 2

Час, місяць	7	8	9	10	11	12
Радіус зони спостереження S_C , км ²	9,44	9,28	8,27	7,75	7,53	6,89
Площа зони спостереження S_C , км ²	279,8	270,4	214,8	188,6	178,0	149,1

За метеорологічними умовами 2008 року у Харківській області протягом року середня площа зони спостереження одного аеростату

або аерозонду при застосуванні оптичних засобів спостереження складала 211,4 км².

Для лісових масивів за даними [1] найбільш пожежонебезпечним періодом є квітень-вересень. Середня площа зони спостереження одного аеростату або аерозонду у цей період при застосуванні оптичних засобів спостереження складала 263,3 км².

Висновки. Проведені розрахунки показують, що використання прив'язних аеростатів (аерозондів) при застосуванні оптичних засобів спостереження дозволяє вести одним аеростатом (аерозондом) щорічне цілодобове безперервне спостереження за ділянкою площею близько 210 квадратних кілометрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки України у 2008 році. // Сайт МНС України www.mns.gov.ua.
2. Використання аеростатів та аерозондів для повітряного спостереження за станом території / Акулов В.М., Кулаков О.В., Райз Ю.М., Сацюк Д.В., Чорний С.В. // Проблеми надзвичайних ситуацій: Сб. науч. тр. УЦЗ України. Вып. 8. – Харьков: Фолио, 2008. с. 7-12.
3. Авиационное радиоэлектронное оборудование. Под ред. Н.Т. Василенко. – М.: ВВИА им. Н.Е.Жуковського. - 264 с.
4. Архів погоди // Сайт www.gismeteo.ua/city/.
5. Номенклатура аеростатів фірми TARS // Сайт www2.acc.af.mil.
6. Аеростати фірми BOSCHAERO // Сайт www.boschaero.com.

Акулов В.М., Кулаков О.В., Райз Ю.М., Сацюк Д.В., Чорний С.В.,

Расчет размеров зоны наблюдения аэростатов и аэрозондов воздушного наблюдения за состоянием территории

На примере оптического контроля противопожарного состояния лесных массивов рассчитаны размеры возможной зоны наблюдения привязных аэростатов (аэрозондов), которые используются для круглосуточного воздушного наблюдения за состоянием территории, в зависимости от высоты нижней границы облаков и метеорологической дальности видимости

Ключевые слова: аэростат, аэрозонд, воздушное наблюдение, облачность, метеорологическая дальность видимости

Akulov V.M., Kulakov O.V., Rayz Y.M., Satsyuk D.V., Chorny S.V. Dimension calculation of balloons and sounding weather balloons of air observation on the territory condition

Based on optical inspection of fire condition of forest areas there are dimensions of possible observation zone of balloons (sounding weather balloons) calculated, which are used for day-and-night air observation of territory condition, depending on the height of the bottom clouds boundary and meteorological optical range

Keywords: balloons, sounding weather balloons, air observation, clouds, meteorological visibility