

УДК 654.9

С.П. Куліков, д-р техн. наук, проф., В.І. Шабала

СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СЕЗОННИХ КОЛИВАНЬ КІЛЬКОСТІ АВІАЦІЙНИХ РОБІТ З ПОШУКУ ТА РЯТУВАННЯ ПРОТЯГОМ РОКУ

В статті розглядаються питання статистичного моделювання сезонних коливань загальної кількості авіаційних робіт з пошуку і рятування протягом року та їх складових: сезонних коливань з пошуку та рятування людей на воді та людей на суші; сезонних коливань з пошуку та рятування повітряних суден.

Ключові слова: авіаційні роботи з пошуку та рятування, статистичне моделювання, сезонні коливання, пошуково-рятувальне повітряне судно.

S .Kulikov, Doc. of Sc. (Eng.), Prof., V. Shabala

STATIC MODELING OF SEASONAL FLUCTUATIONS IN AMOUNT OF AERIAL WORKS IN SEARCH AND RESCUE DURING THE YEAR

The article reviews the problem of the static modeling of seasonal fluctuations in total amount of aerial works in search and rescue during the year and their components: seasonal fluctuations in search and rescue of people by sea and by land; seasonal fluctuations of search and rescue by means of aircrafts.

Keywords: aerial works in search and rescue, static modeling, seasonal fluctuations, search and rescue aircraft.

Однією з головних проблем методології оцінки ефективності функціонування будь-якої системи є вибір показників. Вибір конкретних показників, насамперед, залежить від самої системи, що досліджується, цілей і конкретних завдань дослідження.

У методичній літературі з організації та проведення досліджень рекомендується для правильного вибору показників оцінки будь-якого процесу чи системи чітко представляти межі системи, її властивості, і ту “надсистему”, до якої вона входить. У багатьох випадках надсистема визначає ті показники, відповідно до яких оцінюються властивості системи, що досліджується.

Аналіз джерел, в яких досліджуються проблеми оцінки ефективності функціонування систем показує, що в загальному випадку підходи щодо визначення показників визнаються, в основному, за двома напрямками.

Один з таких напрямів ґрунтується на тому, що створення нової або удосконалення існуючої системи припускає аналіз сучасних досягнень у конкретній області. Цей напрям ґрунтується на розгляді властивостей системи аналога (або її моделі) та потенційних можливостей їхнього поліпшення. Однак при цьому, як правило, не враховується вплив зовнішнього середовища.

Другий напрям ґрунтується на результатах аналізу умов функціонування системи, особливо впливу зовнішнього середовища як на елементи самої системи, так і на керовані нею об'єкти. Саме зміна характеристик зовнішнього середовища (і, у першу чергу, вплив кількості подій, їх характеристик, особливостей та суб'єктів системи), як правило, обумовлює необхідність зміни параметрів системи, і, отже, перегляд, коригування або формування нових вимог до неї.

Мета статті – статистичний аналіз помісячних змін кількості авіаційних робіт з пошуку і рятування протягом року для визначення якості (ефективності) результатів пошуку і рятування, обґрунтування планів застосування сил та засобів, формування управлінських

рішень та здійснення контролю за їх виконанням, виявлення резервів підвищення ефективності системи.

Ефективність управління використанням фінансових ресурсів системи авіаційного пошуку і рятування держави ґрунтується на показниках, які визначають динаміку (інтенсивність) проведення авіаційних пошуково-рятувальних робіт виділеними силами і засобами, оцінки їх ефективності, виявлення причин нераціонального використання коштів та врахування відповідних рекомендацій та пропозицій.

До ресурсного забезпечення, як один із основних показників, відноситься фінансові ресурси єдиної системи проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування в Україні – це кошти, які направляються під час організації та проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування згідно кошторису Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

При аналізі використання фінансових ресурсів пропонується враховувати такі показники як сезонні коливання загальної кількості авіаційних робіт протягом року та їх складових: сезонних коливань з пошуку та рятування людей на воді та людей на суші; сезонних коливань з пошуку та рятування повітряних суден.

Тобто, загальна фінансово-ресурсна ємність визначає необхідну величину коштів, а, з метою ефективного їх використання, враховуються сезонні коливання за кожний місяць.

Розглянемо такі вихідні дані:

1. Кількість авіаційних робіт з пошуку та рятування людей на воді та людей на суші за місяць за 2005-2013 роки (рис.1).

2. Кількість авіаційних робіт з пошуку та рятування повітряних суден за місяць за 2005-2013 роки (рис.2).

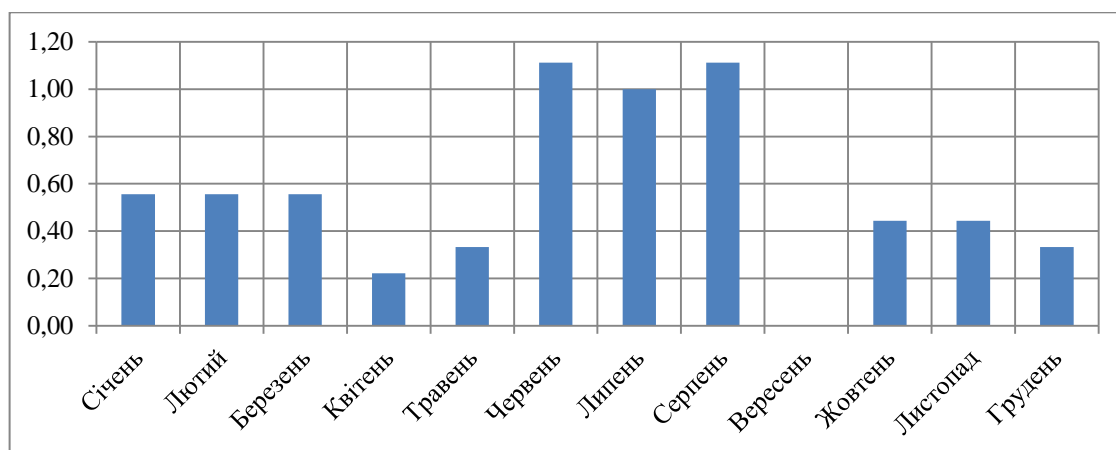


Рисунок 1 – Розподіл кількості авіаційних робіт з пошуку та рятування людей на воді та людей на суші по місяцях у період з 2005 по 2013 роки

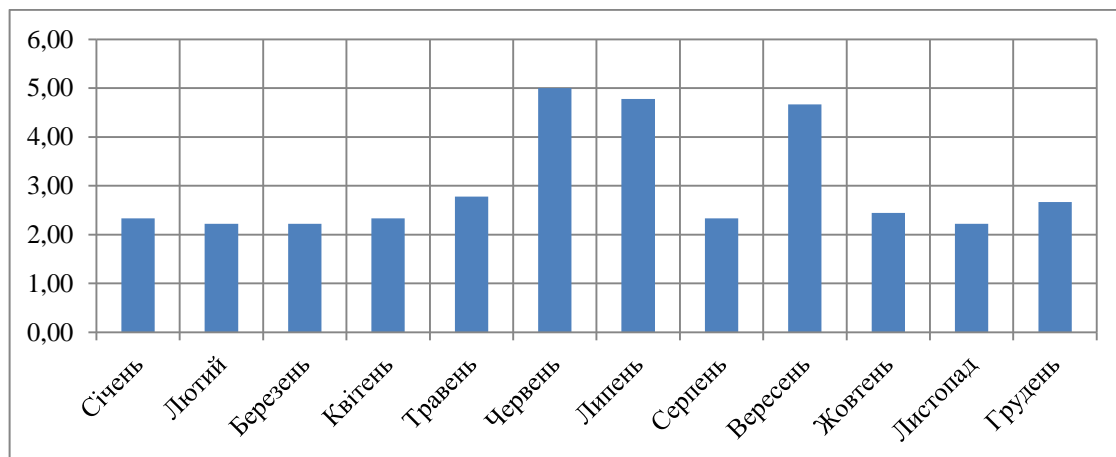


Рисунок 2 – Розподіл кількості авіаційних робіт з пошуку та рятування повітряних суден по місяцях у період з 2005 по 2013 роки

Аналізуючи отримані дані можна відзначити два аномальних результати. Так, усереднена кількість авіаційних робіт з пошуку та рятування людей на воді та людей на суші за вересень місяць (рис.1) дорівнює 0, а за серпень місяць (рис.2) дорівнює 2,33, що не є характерним. Взагалі, при статистичному моделюванні яких-небудь процесів допускається заміна аномальних точок, щоб більш чітко цей процес виявити. При цьому вважається допустимим виправлення до 10%. У даному випадку по кожному з двох процесів з 12 точок виправлялося тільки одна, що становить 8,3%. Виправити ці аномалії можна у такій спосіб. Взяти середнє значення між двома сусідніми даними від точки аномалії. У даному випадку формула буде мати такий вигляд для i -тої точки:

$$f_i = \frac{f_{i-1} + f_{i+1}}{2}; \quad (1)$$

для визначення кількості авіаційних робіт з пошуку та рятування людей на воді та людей на суші за вересень місяць:

$$f_{\text{ВД ПРЛВ(С)}}^{\text{вересень}} = \frac{1,11 + 0,44}{2} = 0,78; \quad (2)$$

для визначення кількості авіаційних робіт з пошуку та рятування повітряних суден за серпень місяць:

$$f_{\text{ВД ПРПС}}^{\text{серпень}} = \frac{4,78 + 4,67}{2} = 4,73, \quad (3)$$

де: $f_{\text{ВД ПРЛВ(С)}}$ – кількість авіаційних робіт з пошуку та рятування людей на воді та людей на суші за місяць за 2005-2013 роки (рис.1); $f_{\text{ВД ПРПС}}$ – кількість авіаційних робіт з пошуку та рятування повітряних суден за місяць за 2005-2013 роки (рис.2).

Моделювання даних процесів можна здійснити виходячи з таких міркувань. На рис.1,2 проглядається чітка тенденція ступневості функцій, яку можна використати таким чином. Нехай буде два ступеня для функцій $f_{\text{ВД ПРЛВ(С)}}$ та $f_{\text{ВД ПРПС}}$. Причому:

$$f_{\text{ВД АР}} = f_{\text{ВД ПРЛВ(С)}} + f_{\text{ВД ПРПС}}, \quad (4)$$

де: $f_{\text{ВД АР}}$ – кількість авіаційних робіт з пошуку та рятування за місяць за 2005-2013 роки.

Ступені можна визначити як:

перший ступінь включає такі місяці, як січень, лютий, березень, квітень, травень, жовтень, листопад, грудень;

другий ступінь включає такі місяці, як червень, липень, серпень, вересень.

Значення статистичної моделі можна визначити як математичне очікування:

$$f_{\text{модель}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i; \quad (5)$$

де: i – номери місяців року; n – кількість місяців (наприклад, $i = (1; 2; 3; 4; 5; 10; 11; 12)$ або $i = (6; 7; 8; 9)$).

Таким чином, отримаємо:

$$f_{\text{ВД ПРЛВ(С)}}^{\text{модель}} = \begin{cases} 0,43; & \text{для першого ступеня} \\ 0,94; & \text{для другого ступеня} \end{cases}; \quad (6)$$

відповідно

$$f_{\text{ВД ПРПС}}^{\text{модель}} = \begin{cases} 2,40; & \text{для першого ступеня} \\ 4,79; & \text{для другого ступеня} \end{cases}; \quad (7)$$

$$f_{\text{ВД АР}}^{\text{модель}} = f_{\text{ВД ПРЛВ(С)}}^{\text{модель}} + f_{\text{ВД ПРПС}}^{\text{модель}} \quad (8)$$

Для перевірки адекватності статистичної моделі вихідним даним обчислимо середньоквадратичну похибку:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} (f_{ВД i} - f_{ВД i}^{модель})^2}. \quad (9)$$

Обчислимо відсоток σ від максимального $f_{ВД}$, мінімального $f_{ВД}$ та середнього $f_{ВД}$ за формулами:

$$\Delta_{max} = \frac{\sigma}{\max(f_{ВД})} 100\%; \quad (10)$$

$$\Delta_{min} = \frac{\sigma}{\min(f_{ВД})} 100\%; \quad (11)$$

$$\Delta_{сер} = \frac{\sigma}{сер(f_{ВД})} 100\%. \quad (12)$$

Статистичні дані щодо сезонних коливань кількості авіаційних робіт протягом року, які отримані за формулами (1)–(12) наведено у табл.1 та на рис.3. Слід відмітити, що $f_{ВД ПРЛВ(С)}^{модель}$ відповідає $f_{ВД ПРЛВ(С)}$ за середнім значенням $\Delta_{сер}=35,4\%$, у той же час $f_{ВД ПРПС}^{модель}$ відповідає $f_{ВД ПРПС}$ за тим же показником на 5,85%. Ця розбіжність викликана тим, що при аналізі ВД ПРЛВ(С) у обробку бралось 60 робіт за 9 років розділених на 12 місяців, що й обумовило значну похибку. У той же час, при аналізі ВД ПРПС бралось більш представницька вибірка 324. Загалом, статистична модель сезонних коливань кількості авіаційних робіт з пошуку та рятування достатньо точно описує цей процес із середньою похибкою 5,4%.

Таблиця 1 – Статистичні дані щодо сезонних коливань кількості авіаційних робіт з пошуку та рятування протягом року

Місяць	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	σ	Δ_{max} (%)	Δ_{min} (%)	$\Delta_{сер}$ (%)
$f_{ВД ПРЛВ(С)}$	0,56	0,56	0,56	0,22	0,33	1,11	1,00	1,11	<u>0,78</u>	0,44	0,44	0,33				
$f_{ВД ПРЛВ(С)}^{модель}$	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,94	0,94	0,94	0,94	0,43	0,43	0,43	0,13	11,7	59,2	35,4
$f_{ВД ПРПС}$	2,33	2,22	2,22	2,33	2,78	5,00	4,78	<u>4,73</u>	4,67	2,44	2,22	2,67				
$f_{ВД ПРПС}^{модель}$	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	4,79	4,79	4,79	4,79	2,40	2,40	2,40	0,18	3,60	8,11	5,85
$f_{ВД АР}$	2,89	2,78	2,78	2,56	3,11	6,11	5,78	<u>5,84</u>	<u>5,45</u>	2,89	2,67	3,00				
$f_{ВД АР}^{модель}$	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	5,73	5,73	5,73	5,73	2,84	2,83	2,83	0,19	3,19	7,62	5,40

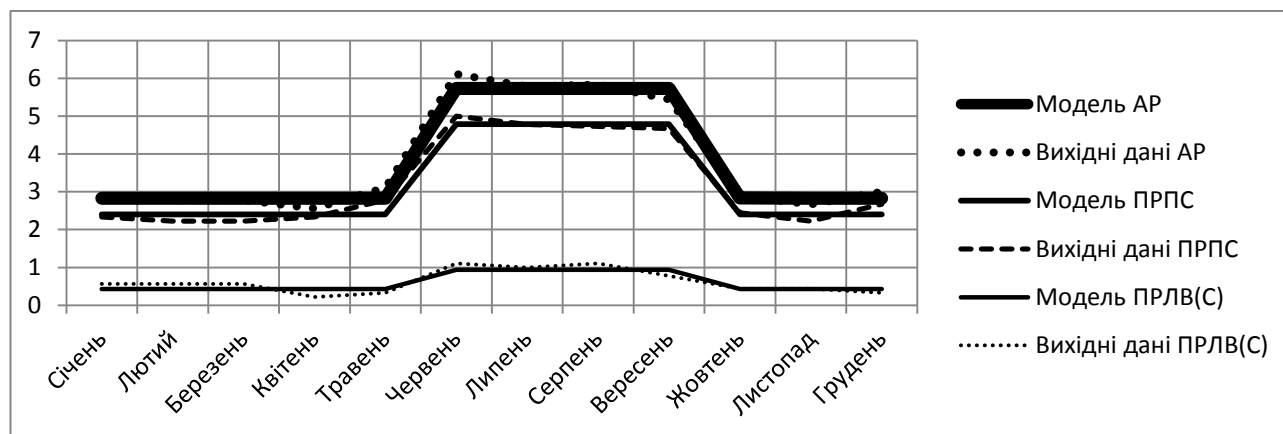


Рисунок 3 – Сезонні коливання кількості авіаційних робіт з пошуку та рятування протягом року

Таким чином сезонні коливання кількості авіаційних робіт протягом року є такими:

1. Кількість авіаційних робіт з пошуку та рятування людей на воді та людей на суші у таких місяцях, як січень, лютий, березень, квітень, травень, жовтень, листопад та грудень може складати – одна робота за два місяці, а у червні, липні, серпні та вересні – одна робота щомісячно.

2. Кількість авіаційних робіт з пошуку та рятування повітряних суден у таких місяцях, як січень, лютий, березень, квітень, травень, жовтень, листопад та грудень може складати – п'ять робіт за два місяці, а у червні, липні, серпні та вересні – п'ять робіт щомісячно.

3. Загальна кількість авіаційних робіт з пошуку та рятування у таких місяцях, як січень, лютий, березень, квітень, травень, жовтень, листопад та грудень може складати – до трьох робіт щомісячно, а у червні, липні, серпні та вересні – до шести робіт щомісячно.

Висновки. Отримані результати статистичного моделювання сезонних коливань загальної кількості авіаційних робіт з пошуку і рятування та їх складових враховуються при формуванні фінансових ресурсів системи авіаційного пошуку і рятування держави та розробки паспорту бюджетної програми «Авіаційні роботи з пошуку і рятування».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналіз функціонування системи авіаційного пошуку і рятування в Україні та визначення шляхів підвищення її ефективності / УкрНДІЦЗ НДЦ авіації, Звіт про НДР “Авіапошук-ефективність”, К. –2013.- 229 с.
2. Обґрунтування заходів організації та виконання польотів повітряних суден авіації ДСНС України по міжнародних повітряних лініях для виконання завдань за призначенням поза межами України / УкрНДІ ЦЗ НДЦ авіації, НДР “Міжнародний політ”, К. –2013.- 289 с.
3. Удосконалення національної нормативно-правової бази з питань авіаційного пошуку і рятування в зоні відповідальності України / УкрНДІ ЦЗ НДЦ авіації, Звіт про НДР “Нормативна база – авіапошук”, К. –2014.- 125 с.

