

Научно-практическая конференция “Проблемы поддержки и контроля государством экспорта продукции наукоемкого производства”

(Украина, Киев, 11–12 июня 2006 г. В рамках 5-го Международного авиационно-космического салона “АВИАСВИТ-XXI”)

УДК 629

Знаковська Є. А.

Національний авіаційний університет. Україна, Київ

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ МОДЕЛЮВАННЯ РІДКІСНИХ ПОДІЙ ПОРУШЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ АЕРОНАВІГАЦІЇ

Анотація

У цій доповіді представлено програмний комплекс, де реалізовано метод моделювання рідкісних подій порушення цілісності аеронавігації на основі модифікованого методу дерева ризику, за допомогою якого можна оцінити ймовірність втрати повітряного корабля внаслідок відмови системи наведення.

Abstract

In this report the program complex where the air navigation integrity infringement rare events modeling method on the basis of the risk tree modified method by means of which it is possible to estimate probability of aircraft loss owing to refusal of prompting system is presented.

Метод моделювання рідкісних подій порушення цілісності аеронавігації складається з:

- методики вибору об'єму оптимальної вибірки [4];
- методики моделювання рідкісних подій порушення цілісності [1];
- методики ідентифікації сузір'я навігаційних супутників для завад різноманітного походження [2, 3].

За допомогою методики моделювання рідкісних подій порушення цілісності обчислюється ймовірність порушення цілісності основного наведення.

За допомогою методики вибору об'єму оптимальної вибірки, яка входить до складу методики моделювання рідкісних подій порушення цілісності, обчислюється оптимальний об'єм вибірки, при якому можна обчислювати ймовірність з меншими витратами часу.

За допомогою методики ідентифікації сузір'я навігаційних супутників для завад різноманітного походження виявляються та ідентифікуються навігаційні супутники, що передають невірну інформацію.

Розглянемо методику моделювання рідкісних подій для розрахунку ймовірності порушення цілісності основного наведення при заході на посадку, алгоритм якої представлено на рис. 1.

Моделювання порушення цілісності основного наведення проводимо за методом моделювання рідкісних подій при оптимальній допоміжній вибірці, розрахованій за методикою вибору об'єму оптимальної вибірки [4]. Маємо:

$$N_x = \max (N_1, N_{2x}, N_{3x}) = 131129$$

$$N_y = \max (N_1, N_{2y}, N_{3y}) = 48525$$

$$N_z = \max (N_1, N_{2z}, N_{3z}) = 48929$$

$$n_0 = (N_x) = 131129.$$

За чисельне значення теоретичної ймовірності зближення за висотою було обрано величину:

$$P_x = \int_{\mu_1 - a}^{\mu_1 + a} f(x, \mu_1) dx \int_{x-d}^{x+d} f(y, \mu_2) dy = 3.6749 \times 10^{-7}$$

де a – таке додатне число, при якому чисельне значення даного виразу стабілізується.

Розрахунок експериментальної ймовірності катастрофічної ситуації ПК Y_n наведено у [1]:

$$Y_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{f_X(\hat{X}_1^{(i)}, \hat{X}_2^{(i)})}{(1 - \alpha) \rho(\hat{X}_1^{(i)}) + \alpha \rho(\hat{X}_2^{(i)})}$$

Відносна похибка розраховується як $|P_n - Y_n|/P_n$.

Розглянемо методику ідентифікації сузір'я навігаційних супутників для розрахунку ймовірності порушення цілісності допоміжного наведення при заході на посадку. Алгоритм приведено на рис. 2. Даний алгоритм складається з таких кроків:

1. Визначення вектора координат контрольно-корегувальної станції (ККС) $X = (X_1, X_2, X_3)^T$.

2. Знаходження величин $W_1 = V \cdot \Delta t_{bias}$, $W_1 = V \cdot \Delta t_{bias}$.

3. Знаходження регресійної частини моделі спостереження $\bar{F}(X) = (F_1(X), \dots, F_N(X))^T$ та регресійної частини моделі спостереження для трійки еталонних координат.

4. Побудова моделі псевдовідстаней та еталонних псевдовідстаней до ККС.

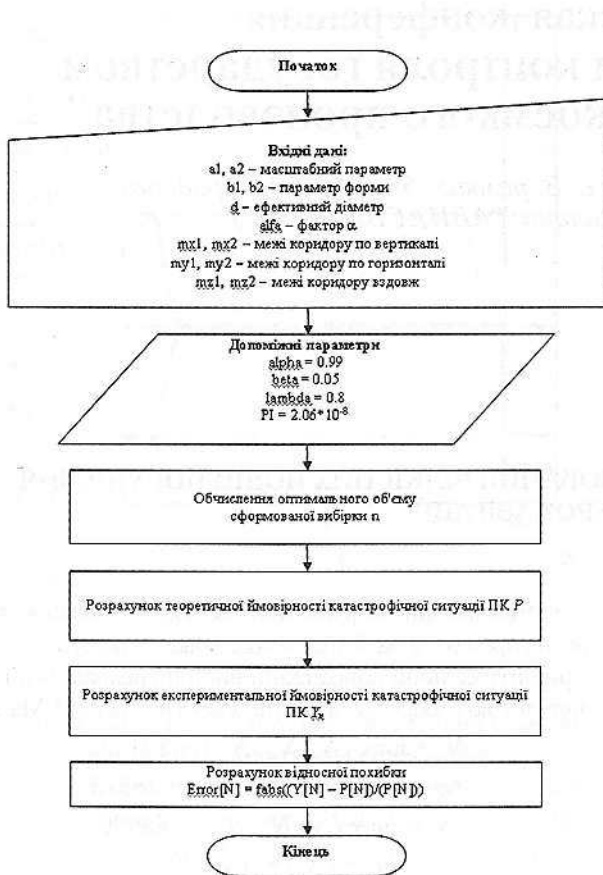


Рис. 1. Алгоритм методики моделювання рідкісних подій

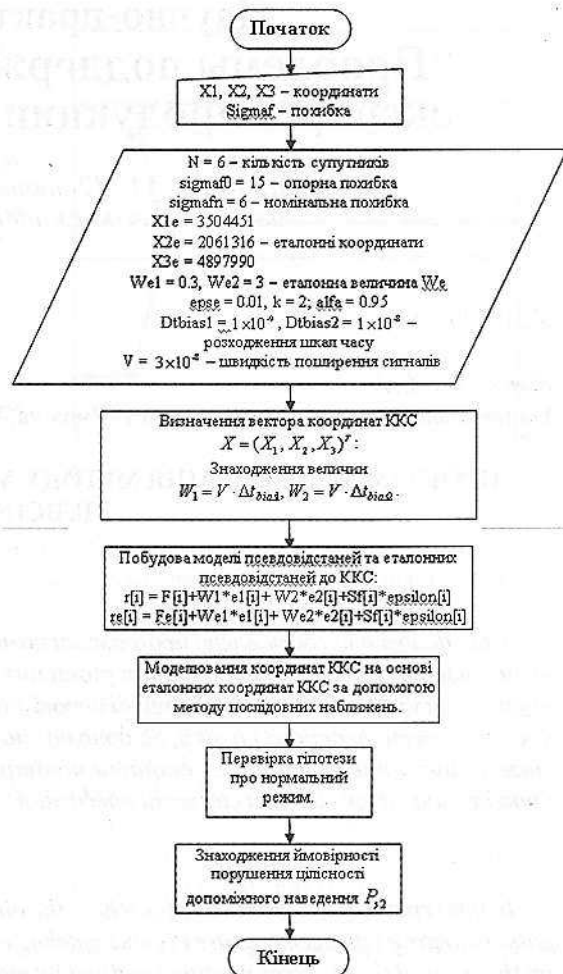


Рис. 2. Алгоритм ідентифікації сузір'я навігаційних супутників

5. Моделювання координат ККС на основі еталонних координат ККС за допомогою методу послідовних наближень.

6. Перевірка гіпотези про нормальний режим.

6.1. Побудова моделі псевдовідстаней з урахуванням змодельованих координат ККС.

6.2. Знаходження залишкової суми квадратів

$$RSS = \left\| S^{-1}(\bar{r} - \bar{F}(X_e) - \bar{F}'(X_e) \cdot \Delta \bar{X} - \bar{W}_1 e_1 - \bar{W}_2 e_2) \right\|^2$$

6.3. Перевірка закону розподілу $\bar{\varepsilon}$. Якщо $\bar{\varepsilon}$ має нормальний розподіл, то виконується перехід до п. 6.4, у противному випадку - до п. 6.5.

6.4. Перевірка умови $\frac{RSS}{\sigma_{\phi 0}^2} \geq (\chi_{N+M-5}^2) \cdot \alpha$. Якщо вона справедлива, то відхиляється гіпотеза про нормальний режим, і виявляються й вилучаються несправні супутники. Якщо умова не справедлива то виконується перехід до п. 7.

6.5. Перевірка умови $\frac{RSS}{\sigma_{\phi 0}^2} \geq \frac{N+M-5}{\alpha}$. Якщо вона справедлива, то відхиляється гіпотеза про нормальний режим, і виявляються й вилучаються несправні супутни-

ки. Якщо умова не справедлива то виконується перехід до п. 7.

7. Знаходження ймовірності порушення цілісності допоміжного наведення P_{s2}

$$P_{s2} = F_{N-1} \left(\frac{RSS}{\sigma_{\phi 0}^2} \right)$$

Розглянемо програмний комплекс визначення цілісності аеронавігаційних засобів, який складається з двох вікон: вікна „Моделювання ймовірності катастрофи” та вікна „Дерево ризику”.

Вікно „Моделювання ймовірності катастрофи” представлено на рис. 3.

Ця частина програми виконує розрахунок ймовірності порушення цілісності основного наведення за методикою моделювання рідкісних подій порушення цілісності з використанням методу істотної вибірки.

Результатом виконання цієї частини програми є теоретична ймовірність катастрофічної ситуації, ряд

експериментальних ймовірностей катастрофічної ситуації для ряду об'ємів вибірок і ряд відповідних відносних похибок (кнопка „Ok”). Також показані графіки залежностей ймовірностей і похибок від величини вибірки (кнопка „Diagram”).

Кнопка „Clear” – очистка результатів роботи програми.

Кнопка „Next...” – перехід до іншої частини програми.

Вікно „Дерево ризику” представлено на рис. 4.

Ця частина програми виконує розрахунок ймовірності завершальної події за методом дерева ризику (кнопка „Ok”).

Вихідними даними є ймовірності P_U , P_{s1} , P_{s2} (розраховується за методикою ідентифікації сузір'я навігаційних супутників), P_k , P_{p1} , P_{p2} , P_{i1} , P_{i2} (береться з першої частини програми).

Результатом виконання цієї частини програми, а також всього комплексу є ймовірність завершальної події P_a .

Література

1. *Бабак В.П., Харченко В.П., Знаковська Є.А.* Дослідження ймовірності катастрофічної ситуації методом моделювання рідкісних подій за оптимальною вибіркою // Вісник НАУ. К.: НАУ – №4. – 2004. – С. 3–7.

2. *Харченко В.П., Кукуш А.Г., Бабак Є.А.* Перевірка гіпотези нормального функціонування супутникової радіонавігаційної системи // Матеріали IV МНТК. – К.: НАУ, 2002. – Секція 21. – Т. 2. – С. 21.159–21.162.

3. *Харченко В.П., Кукуш А.Г., Бабак Є.А.* Гіпотеза якості функціонування супутникової радіонавігаційної системи при різноточному спостереженні та негаусових похибках // Вісник НАУ. К.: НАУ, 2002. – №2. – С. 85–90.

4. *Харченко В.П., Нагаєв С.В., Кукуш А.Г., Знаковська Є.А., Доценко С.И.* Выбор объема выборки в методе моделирования редких событий // Кибернетика и системный анализ. – №1. – 2006. – С. 79–86.

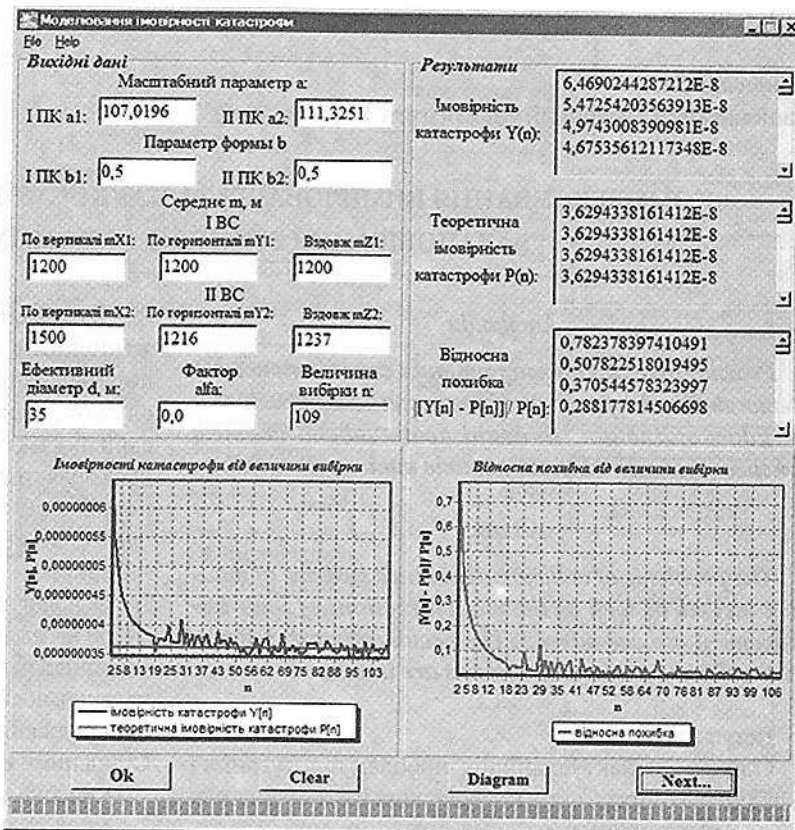


Рис. 3. Вікно „Моделювання ймовірності катастрофи”

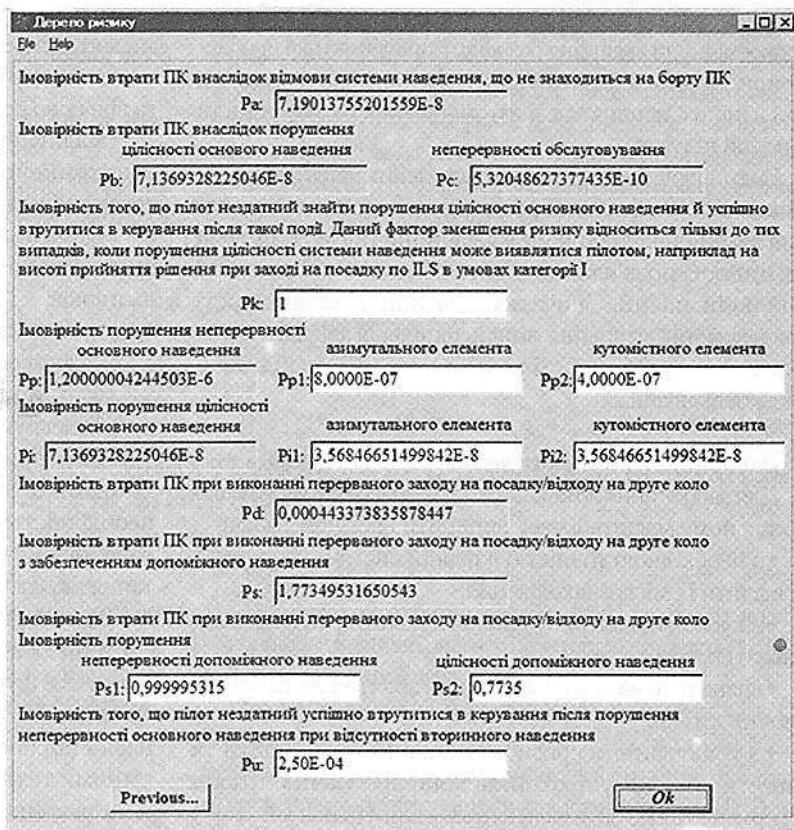


Рис. 4. Вікно „Дерево ризику”