

## АЛГОРИТМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Інститут комп'ютерних технологій Національного авіаційного університету

*У роботі розглядаються питання побудови раціональної й адаптивної до наростаючого обсягу поточної інформації системи одержання й обробки даних про технічний стан складних систем.*

Розвиток сучасних електронних пристроїв і систем відбувається в напрямках, основними з яких можна вважати розширення діапазону, підвищення складності систем, комплексування, застосування цифрових методів передачі й обробки інформації тощо.

Організація, складність і динамічність зміни стану електронних систем (ЕС), характеризуються ієрархією структури, наявністю критерію якості, процесами розвитку і деградації, виконавчих і керуючих органів, використанням інформації керування.

Розглядаючи ЕС в аспекті їхніх взаємозв'язків, зміни і керування, необхідно виділити в їх життєвому циклі основну стадію – експлуатацію. На цій стадії реалізується, підтримується і відновлюється якість системи. Будь-яка система деградує під впливом зовнішніх сил і внутрішніх процесів старіння, погіршуються показники її якості і функціональні можливості. Керування станом складних систем завжди пов'язано з необхідністю одержання інформації про цей стан. Функції визначення технічного стану (ТС) об'єкта з визначеною точністю виконує технічне діагностування. Використання діагностування в експлуатації є важливим резервом підвищення терміну служби виробів і їхньої функціональної віддачі.

Таким чином, однією з основних задач діагностування складних систем на етапі експлуатації є отримання інформації про їх ТС у будь-який момент часу без втручання в сам технологічний процес експлуатації. Це може бути досягнуто шляхом побудови і впровадження системи експлуатаційного моніторингу (ЕМ) ТС складних систем за вихідними визначальними параметрами. На ЕМ у цьому разі покладатиметься одна з головних за-

дач технічної діагностики – контроль і оцінка ТС ЕС на засадах визначення її точнісних характеристик за експлуатаційними даними.

Одним з найбільш наочних прикладів складної ЕС є комплекс бортових пристроїв системи посадки (СП) літаків, а принципи побудови експлуатаційного моніторингу їх ТС – характерним прикладом організації алгоритмічного забезпечення обробки інформації в процесі оцінки ТС складних систем.

Процес контролю точнісних характеристик СП у період експлуатації визначається такими основними етапами:

- одержання інформації про поточний стан СП;
- прийняття оперативного рішення про керуючі впливи на підставі отриманої інформації;
- здійснення керуючих впливів на об'єкт відповідно до прийнятого рішення.

Отже, процес контролю в період експлуатації є інформаційним процесом, оскільки два з трьох його етапів пов'язані з одержанням і обробкою інформації [1]. Таким чином, першочергові задачі, що пов'язані з інформаційною технологією моніторингу етапу експлуатації СП полягають у розробці алгоритмічних основ системи збирання й обробки експлуатаційної інформації.

Принципова особливість системи контролю ТС на етапі експлуатації СП полягає в тому, що вона повинна давати оцінку не тільки досягнутої точності системи і степені її відповідності заданим вимогам, але і дозволяти давати оцінку майбутнього стану об'єкта на підставі інформації про його стан у минулому. Ця особливість визначає задачу прогнозування контролю як одну з основних.

Особливо очевидна ця необхідність при переході від календарних принципів організації обслуговування техніки до обслуговування за технічним станом. В останньому випадку саме дані прогнозного контролю забезпечують кількісну оцінку фактичного стану об'єкта.

Формально постановка задачі полягає в наступному. Є об'єкти контролю – СП, і для кожного з них відомий набір визначальних параметрів, що розглядаються як складові випадкового вектора  $\vec{Z}$ . Будемо вважати ці складові незалежними. Задана припустима область  $D$  значень цього вектора (у деяких випадках задана припустима область  $S$  для параметрів розподілу компонент цього вектора). Припустимо, що значення всіх компонентів вектора  $\vec{Z} \{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}$  можуть бути виміряні, тобто мається можливість визначити фактичний стан об'єкта контролю. Це припущення є самим жорстким обмеженням на застосування програми статистичної обробки.

Необхідно провести обробку інформації з урахуванням попередньої інформації для прийняття рішення про відповідність даного об'єкта контролю заданим вимогам при виконанні задачі. Для визначення поведінки об'єкта контролю в майбутньому (у імовірнісному значенні прогнозний стан СП) необхідно використовувати ті дані, які отримуються внаслідок статистичної обробки поточної інформації.

Аналіз поставленої задачі показує, що однією з принципових особливостей контролю стану технічного об'єкта є те, що рішення фактично приймається про майбутній його стан.

Об'єктами контролю є комплекси бортових електронних пристроїв СП, розташовані на літаках. Інформація про параметри, значення яких у сукупності утворюють  $N$ -мірний вектор  $\vec{Z}$ , повинна записуватися в накопичувачі інформації на кожному об'єкті, рис. 1.

Рішення задачі вибору визначальних параметрів досягається унаслідок вивчення експериментальних матеріалів льотних

випробувань і моделювання та з урахуванням вимог ИКАО до подібних об'єктів.

Алгоритми отримання вхідної інформації для системи моніторингу ТС СП в повній мірі викладено в [2].

Банк даних (БД) призначається для збереження, упорядкування і керування інформацією, що надходить з усіх об'єктів контролю, приписаних до даного аеропорту, а також результатів обробки, отриманих на різних її етапах.

Перенос інформації з накопичувача на об'єкті контролю до БД можна здійснювати різними методами, починаючи з застосування переносних пристроїв пам'яті, за допомогою яких інформація періодично буде переноситися до центрального комп'ютера, закінчуючи організацією спеціальних каналів зв'язку.

Керування БД при обробці інформації відповідно до алгоритмів програми повинно здійснюватися з урахуванням номера коду цієї інформації (бортовий номер об'єкта контролю і номер параметра). За цим кодом з БД однозначно вибираються всі статистичні характеристики параметрів, отримані у попередніх вимірах і передаються до наступних блоків програми обробки.

Блок вводу/виводу інформації призначений для вибору відповідної вимірювальної інформації з метою подальшої обробки на ЕОМ відповідно до заданої програми.

Для статистичної обробки поточної інформації у цьому випадку зручно використовувати послідовні алгоритми:

$$\bar{X}_{N+1} = (N+1)^{-1} (N\bar{X}_N + X_{N+1})$$

$$S_{N+1}^2 = (N+1)N^{-1}S_N^2 + (N+1)^{-1}(X_{N+1} - \bar{X}_{N+1})^2$$

$$f_{N+1}^{(g)}(x) = N(N+1)^{-1} f_N^{(g)}(\bar{x}) + (N+1)^{-1} k_{N+1}^{(N+1)}(x).$$

Крім основних поточних оцінок середніх  $\bar{X}_{N+1}$ , дисперсій  $S_{N+1}^2$  і одномірних щільностей розподілу  $f_{N+1}^{(g)}(x)$  необхідно обчислювати статистичні характеристики визначальних параметрів руху, що представляють собою реалізації випадкових процесів на заданих інтервалах спостереження.

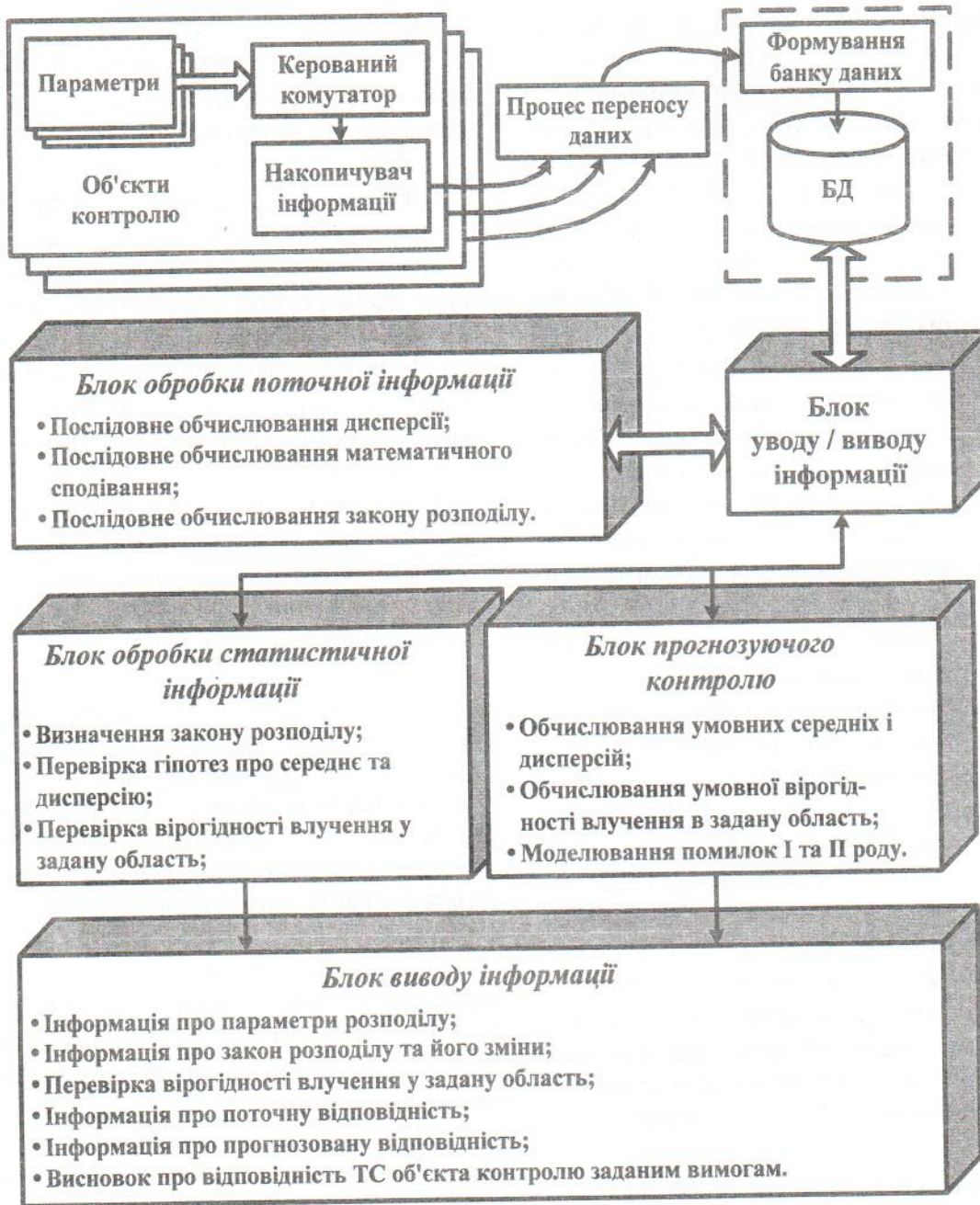


Рис. 1. Структура системи обробки інформації

Після обчислень за зазначеними алгоритмами, характеристики  $X_{N+1}$ ,  $S_{N+1}^2$ , масиви точок розбиття  $\{S_q^{N+1}\}$  оцінки щільності розподілу поточного параметра, записуються в блок попередньої інформації БД на місце "старих" значень за всіма обумовленими параметрами  $X_N$ ,  $S_N^2$ ,  $\{S_q^{(N)}\}$ .

Іншою важливою задачею є задача прогнозуючого контролю майбутнього стану об'єкта.

Нехай стан об'єкта характеризується вектором деяких параметрів  $\vec{Z} = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}$ . Для значення цього вектора (чи для його компонентів) визначена припустима область  $D$ , де виконання умови  $\vec{Z} \in D$  означає, що об'єкт відповідає заданим вимогам експлуатації [3].

При зміні значення вектора параметрів  $\vec{Z}$  у часі утворюється послідовність випадкових величин  $\{\vec{Z}_t\}$ , що описує зміни стану об'єкта в процесі експлуатації.

Якщо  $t_0$  – начало експлуатації, то послідовність  $\{\vec{Z}_t\}$  повинна бути визначена при  $t > t_0$ . Якщо для конкретного об'єкта контролю визначений момент контролю  $t_k > t_0$ , то інформація про об'єкт задається вектором вимірів  $\{\vec{Z}_{t_k}\}$  аж до моменту  $t_k$ . Цією послідовністю описуються всі минулі і поточний стани об'єкта.

У цих умовах розподілу вектора  $\vec{Z}$  чи його компонент, наприклад, визначення апостеріорного закону розподілу кількості посадок до появи першого виходу вектора  $\vec{Z}$  за границі припустимої області  $D$  (можна визначити і характеристики такого закону розподілу) за умови спостереження послідовності  $\{\vec{Z}_{t_k}\}$  до моменту контролю  $t_k$ .

Фактично це означає визначення імовірності  $P\{\{\vec{Z}_S\} \in D / \{\vec{Z}_{t_k}\}\}$ , де  $S > t_k$ . Цей вираз являє собою умовну імовірність того, що об'єкт контролю буде задовольняти поставленим умовам до моменту  $S > t_k$ , якщо до моменту  $t_k$  включно його стан визначався послідовністю вимірів  $\{\vec{Z}_{t_k}\}$ .

Відповідно до наданої структури забезпечення етапів обробки інформації в інтегрованій системі опрацювання даних пропонується застосування загального алгоритму (рис. 2).

Наведений алгоритм починається з уведення вектора визначальних параметрів  $\vec{X}$ . Першим блоком алгоритму є функціональний блок визначення статистичних характеристик потоку інформації за рекурентною процедурою, яка наведена вище.

Після цього йде цикл накопичення даних за  $N = 10$  і визначення статистичних характеристик  $\bar{X}_n$  та  $S_n$  за підвибірками.

Далі розпочинається цикл організації ковзної вибірки, що складається з  $L$  підвбірок по  $N$  значень у кожній з них.

У середині описаного циклу здійснюється визначення закону розподілу параметрів з перевіркою на нормальність. Далі проводиться визначення та оцінка показників точності параметричними методами, якщо закон розподілу нормальний, і непараметричними в інших випадках. Визначається поточна відповідність отриманих параметрів заданим вимогам за кожним параметром окремо і вектором параметрів у цілому.

Поза циклом здійснюється точкове та інтервальне прогнозування за результатами  $\bar{X}_n$  та  $S_n$  у підвбірках, і визначення імовірності знаходження прогнозних значень у допустимій області. Далі змінюється нумерація підвбірок, здійснюється зсув вибірки і цикл починається знову.

Задача визначення технічного стану складних електронних систем на етапі експлуатації шляхом розробки і впровадження інформаційної технології моніторингу і прогнозування точнісних характеристик за статистичними даними реалізацій визначальних параметрів в наш час є актуальною.

Методи моніторингу і прогнозуючого контролю є методами технічної діагностики і здатні не тільки забезпечити вирішення задач визначення поточного стану і індивідуального прогнозування точнісних характеристик, але й обробки та видачі інформації про стан надійності об'єкта для прийняття рішень відносно підтримки ТС об'єктів включаючи обслуговування за станом.

### Список літератури

1. Зеленков О. А., Масловський Б. Г. Розробка інтегрованої системи комп'ютерного моніторингу систем автоматичної посадки літаків на етапі експлуатації. – К.: Вісник НАУ, 2002. – №1. – С. 107-113.

2. Масловський Б. Г., Зеленков О. А. Методика розрахунків визначальних

систем діагностики технічного стану систем посадки літаків. – К.: Вісник НАУ, 2002. – №3. – С. 104-112.

3. Синицький Б. С., Белгородський С. Л., Зеленков А. А., Мирошніченко О. Г. При-

менення методів математическої статистики, для аналізу точності бортових систем автоматизованого управління// Измерения, контроль и автоматизация (ИКА), 1981. – № 3 (37). – С. 43-53.

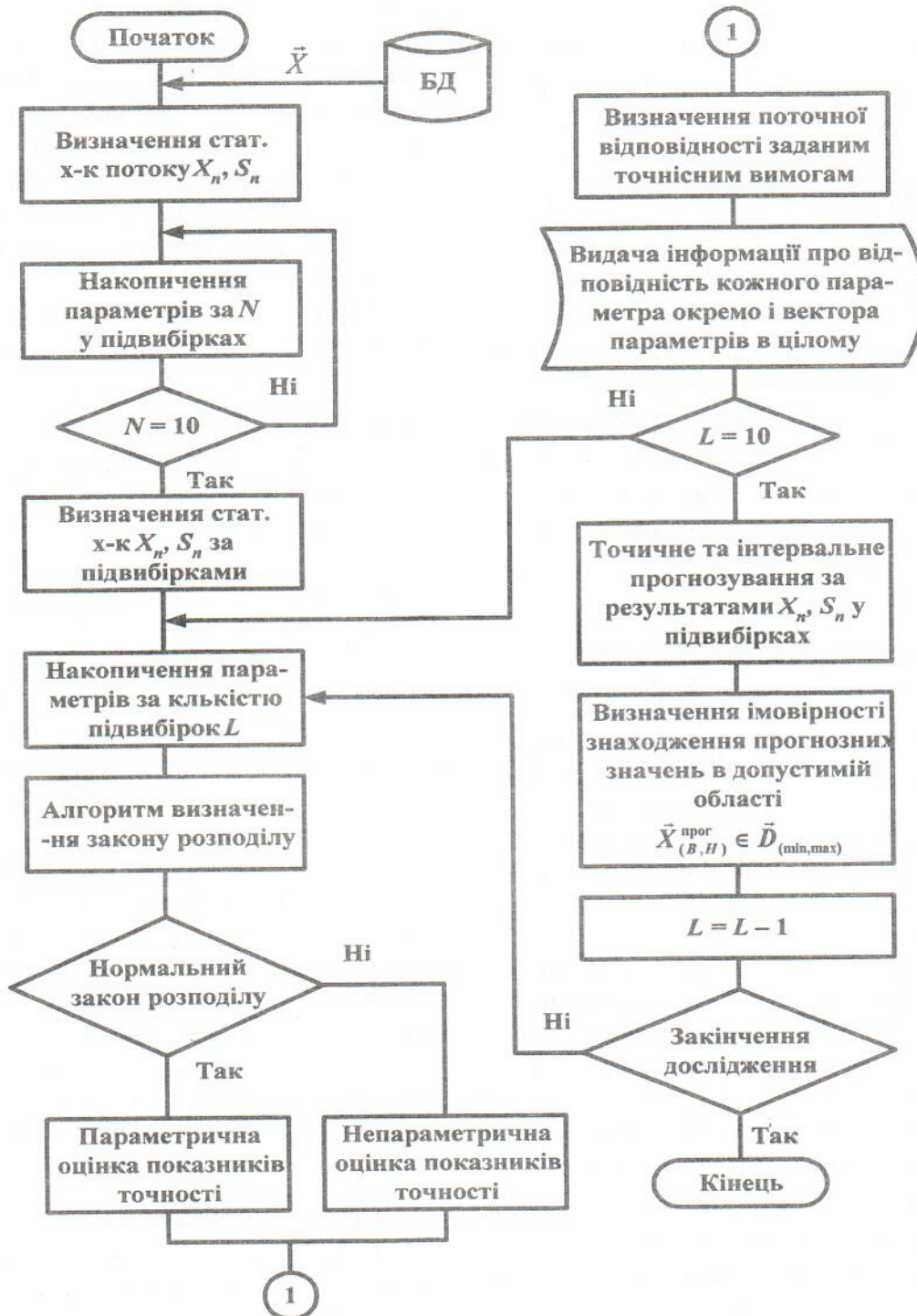


Рис. 2. Алгоритм етапів обробки інформації в інтегрованій системі