

Найбільш повно вимоги ІОМ з погляду виконання функцій і рівнів цін задовольняє фірма CISCO, що є одним з лідерів в області комунікаційних технологій ЛОМ. Застосування комутаційних засобів фірми CISCO дозволяє використовувати єдині принципи адміністрування як у глобальних мережах X.25 на базі устаткування фірми Nortel Telecom, так і в ІОМ. До ІОМ продовжується підключення нових систем резервування країн СНД («Сирена-3», «Сирена-2000»), глобальних систем «Сирена-Трэвэл», «Сирин» і закордонної системи «Галилео».

Подальший розвиток ІОМ здійснюється в напрямку підключення додаткових інформаційних ресурсів, пов'язаних з діяльністю цивільної авіації, зокрема, Українського авіаційного порталу.

Стаття надійшла до редакції 08.02.02.

УДК 629.735.05:681.178:519.676 (045)

І.Е. Райчев, асист.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВІРОГІДНОСТІ ОДНОВИМІРНИХ ТА БАГАТОВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ КОНТРОЛЮ ЗА ІНФОРМАЦІЄЮ ПАРАМЕТРИЧНИХ БОРТОВИХ РЕЄСТРАТОРІВ

Розглянуто проблеми оцінки вірогідності об'єктів контролю за інформацією параметричних реєстраторів. Побудовані обчислювальні алгоритми і програми, які рекомендуються до використання в процесі експлуатації, а також для випробувань комплексів програм допускового контролю і контролю якості польоту з метою визначення показників вірогідності настання подій контролю

Вірогідність контролю є одним з найважливіших показників функціонування програмних комплексів контролю польотів. Для підтримки на необхідному рівні показників вірогідності контролю необхідно мати технологію визначення цих показників, що може бути застосована як при проектуванні, так і при експлуатації комплексів контролю польотів. Така технологія повинна містити в собі методи, алгоритми, програмне і методичне забезпечення розв'язання цієї задачі.

На практиці задачу контролю найчастіше вирішують, використовуючи метод перевірки статистичних гіпотез. У роботах [1; 2; 3] викладено постановку задачі визначення вірогідності контролю, математичні методи її вирішення і методичні вказівки, що спрощують побудову машинних алгоритмів обчислення вірогідності. Проблема, що виникає при сертифікаційних іспитах програмного забезпечення контролю польотів (ПЗКП), полягає у відсутності алгоритмів і програм обчислення вірогідності результатів контролю одновимірних і багатовимірних об'єктів по заданих допусках на параметри. Для визначення вірогідності настання подій контролю дотепер використовувалися номограми [4]. Однак застосування методу номограм не є ефективним, оскільки обчислення відповідно до цього методу виконуються експертом вручну. Розглянемо питання автоматизації трудомісткої процедури обчислення показників вірогідності результатів контролю одновимірних і багатовимірних об'єктів контролю.

Визначення показників вірогідності одновимірних об'єктів контролю. Через вплив на повітряне судно (ПС) випадкових факторів вважаємо, що контрольовані аналогові параметри є випадковими функціями, тому для обчислення оцінок параметрів і прийняття рішення про стан об'єкта контролю рекомендується використовувати методи математичної статистики. Вірогідність являє собою міру об'єктивності подання дійсного стану об'єкта контролю результатами діагностування. Відповідно до загальної теорії перевірки статистичних гіпотез результат діагностування може містити помилки I і II роду. Як об'єкти контролю будемо розглядати параметри, записані бортовими засобами реєстрації. У разі статистичного оцінювання контрольованих параметрів виконаємо оцінку вірогідності, величинами помилок

I і II роду. Для перевірки на належність цих параметрів інтервалам допуску використаємо методику перевірки статистичних гіпотез [1; 2].

При розробці практичних методів визначення вірогідності одновимірних об'єктів контролю з подальшим використанням їх для створення тестового набору даних при тестуванні ПЗКП [5; 6] потрібно побудувати універсальний алгоритм оцінки вірогідності результатів контролю, придатний для використання в прикладних математичних пакетах. Необхідно, щоб цей алгоритм можливо було застосувати для оцінки помилок I і II роду розрахунковим шляхом у процесі пошуку по польотній інформації будь-якої події контролю пілотування чи працездатності ПС, що містить один аналоговий параметр.

Будемо вважати, що задано закон розподілу нормованого параметра $f(x)$, центр розподілу якого збігається з номінальним для розглянутого режиму роботи об'єкта контролю. Припустимі значення контрольованого параметра залежать від граничних значень допуску на параметр, які визначаються згідно з нормативно-технічною документацією (НТД) чи виходячи з точності вимірювального приладу. Закон розподілу погрішності чи контролю її елементів – $f(t)$. Центр розподілу сумарної погрішності системи контролю збігається з дійсним значенням контрольованого параметра, що гарантується індивідуальним градуванням кожного каналу системи контролю.

Вважаємо також, що значення спостереження контрольованого параметра, що реалізувалося, відомо. Необхідно обчислити значення показників вірогідності, тобто ймовірності появи помилок I і II роду для випадку безперервної зміни $f(t)$, якщо границі допуску задаються величинами x_H і x_B .

Обчислення показника $D_{\bar{r}} = P(A\bar{B})$ (помилка I роду). Оскільки об'єкт усередині інтервалу, а виміряне значення – поза інтервалом, то задаються всі значення $x \notin [x_H, x_B]$, тобто «хвости» розподілу $f(t)$, що попадають у діапазон $[x_H, x_B]$, усереднюються по ординатах $f(x)$ і підсумовуються:

$$\alpha = D_{\bar{r}} = P(A\bar{B}) = \int_{x_H}^{x_B} f(x) \left[\int_{-\infty}^{x_H-x} f(t) dt + \int_{x_B-x}^{+\infty} f(t) dt \right] dx.$$

Якщо реалізувалося спостереження $x_p \leq x_H$, обчислюється тільки перший доданок, а якщо $x_p \geq x_B$ – тільки другий [2].

Обчислення показника $\bar{D}_r = P(\bar{A}B)$ (помилка II роду). Оскільки нас цікавить помилкова оцінка стану «непридатний», вважаємо що дійсні значення контрольованого параметра попадають в інтервал $x_H \in [x_H, x_B]$, хоча насправді це не відповідає дійсності:

$$\beta = \bar{D}_r = P(\bar{A}B) = \int_{x_H}^{x_B} f(x) \left[\int_{x_H-x}^{x_B-x} f(t) dt \right] dx + \int_{x_H}^{+\infty} f(x) \left[\int_{x_H-x}^{x_B-x} f(t) dt \right] dx.$$

Перший інтеграл відповідає випадку, коли об'єкт «працює» за нижнім допуском, а другий – коли об'єкт знаходиться за верхнім допуском [2]. Якщо виконується співвідношення

$$0,5 |x_B - x_H| > 3\sigma_t, \quad (1)$$

то достатньо обчислити тільки один інтеграл (по «сигналу» x_p). При визначенні показників вірогідності можна скористатися такими правилами:

- замість границь $-\infty$ і $+\infty$ при обчисленні значень інтегралів можна брати відповідно $M-4\sigma_x$ і $M+4\sigma_x$ (M – математичне сподівання об'єкта контролю);
- якщо об'єкт «працює» за верхньою границею, то замість x_H можна брати математичне сподівання M , а якщо за нижньою, то замість x_B також можна використовувати M ;
- для обчислення подвійних інтегралів на ЕОМ достатня точність досягається при кількості дискретних значень інтервалу $[x_H - x, x_B - x]$ рівним чи більше 20, тобто задається 20–30 дискретних значень x .

Застосовуючи наведену методику визначення вірогідності, будемо вважати, що вимірювані значення контрольованого параметра розподілені згідно з нормальним законом з щільністю розподілу:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(x-M)^2/2\sigma^2}.$$

Тоді для обчислення помилок I роду у випадку, якщо об'єкт «працює» за верхнім допуском (з огляду на співвідношення (1)), досить обчислити подвійний інтеграл:

$$D_{\bar{r}} = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_t} \int_{x_n}^{x_b} e^{-(x-M)^2/2\sigma_x^2} \left[\int_{x_n-x}^{M+4\sigma_x-x} e^{-t^2/2\sigma_t^2} dt \right] dx. \quad (2)$$

При визначенні помилки II роду, коли параметр перевищує значення M в умові з алгоритму контролю, обчислюється такий подвійний інтеграл:

$$\bar{D}_{\bar{r}} = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_t} \int_{x_n}^{M+4\sigma_x} e^{-(x-M)^2/2\sigma_x^2} \left[\int_{x_n-x}^x e^{-t^2/2\sigma_t^2} dt \right] dx. \quad (3)$$

Проведемо обчислення з використанням математичного пакета MathCad. Вірогідність настання подій контролю будемо оцінювати величинами помилок I і II роду, що не повинні перевищувати 0,01 і 0,001 відповідно [7]. Величину дисперсії контрольованого параметра σ_x визначаємо за правилом 3σ , розділивши модуль відхилення на 3, а величину дисперсії каналу контролю σ_t виходячи з вимог до точності засобів контролю беремо $\sigma_x/4$. Щоб врахувати можливість виходу параметра за границю інтервалу, іноді беруть $\sigma_x = 0,5\Delta/2$.

Крім обчислення помилок, необхідно визначити довірчий інтервал, тобто інтервал, де помилки I і II роду знаходяться в припустимих межах. Для цієї мети скористаємося наступним прийомом: зафіксувавши нижню границю допуску в інтегралі засобів контролю x_n , будемо рухати верхню границю x_b нагору, починаючи зі значень, розташованих відразу вище M , до значень трохи вище верхнього допуску. Для кожного значення x_b обчислюємо величини помилок I і II роду. Для інтеграла параметра значення x_n і x_b фіксуються. Якщо об'єкт контролю «працює» за нижнім допуском, фіксується верхня границя, а рухається нижня. Перетинання множини точок, що входять у перший і другий інтервали, дасть шуканий довірчий інтервал, верхня границя якого не повинна відстояти від нижньої більш, ніж на одну-дві точки фізичної величини одиниці коду параметра з метою точності, оскільки чим далі ми віддаляємося від математичного сподівання об'єкта контролю, тим меншими стають величини помилок I роду і більшими величини помилок II роду.

При визначенні інтервалу допуску будемо керуватися величиною відносної похибки контрольованого параметра. Для цього скористаємося таблицею, в якій наведені характеристичні значення деяких аналогових параметрів для реєстратора МСРП-64-2 (літак Ту-154Б).

Характеристичні значення аналогових параметрів

Параметр	Канал	Діапазон виміру	Відносна поїбка	Ціна одиниці кода
Висота H_b	2	-250–13000 м	±3%	59 м
Швидкість $V_{гр}$	4	80–800 км/год	±3%	3,5 км/год
Напруга U_{27}	62	16–34 В	±0,5%	0,2 В

- , > 300 / :
- 1) = 300 ();
 - 2) $0,5 = 0,03 / = 0,03 - 300 = 9$ (=);
 - 3) = 291, = 309 ();
 - 4) = $0,5 - / 3 = 3, \sphericalangle = * / 4 = 0,75$ ().

Вважаємо, що вимірні значення контрольованих параметрів як випадкові величини розподілені згідно з нормальним законом. Визначимо ймовірності $P(A_1), P(A_2), P(A_1B_1), P(A_2B_2)$:

$$P(A_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{x_1}} \int_{x_{n1}}^{x_{b1}} e^{-(x-M_1)^2/2\sigma_{x_1}^2} dx;$$

$$P(A_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{x_2}} \int_{x_{n2}}^{x_{b2}} e^{-(x-M_2)^2/2\sigma_{x_2}^2} dx;$$

$$P(A_1B_1) = \frac{1}{2\pi\sigma_{x_1}\sigma_{t_1}} \int_{x_{n1}}^{x_{b1}} e^{-(x-M_1)^2/2\sigma_{x_1}^2} \left[\int_{x_{n1}-x}^{x_{b1}-x} e^{-t^2/2\sigma_{t_1}^2} dt \right] dx;$$

$$P(A_2B_2) = \frac{1}{2\pi\sigma_{x_2}\sigma_{t_2}} \int_{x_{n2}}^{x_{b2}} e^{-(x-M_2)^2/2\sigma_{x_2}^2} \left[\int_{x_{n2}-x}^{x_{b2}-x} e^{-t^2/2\sigma_{t_2}^2} dt \right] dx,$$

де $\sigma_{x_1}, \sigma_{x_2}$ – дисперсії першого і другого параметрів; $[x_{n1}, x_{b1}], [x_{n2}, x_{b2}]$ – інтервали допуску параметрів контролю; M_1, M_2 – математичні сподівання першого і другого параметрів; $\sigma_{t_1}, \sigma_{t_2}$ – дисперсії похибки каналів контролю.

Підставивши отримані вирази для $P(A_1), P(A_2), P(A_1B_1), P(A_2B_2)$ у рівняння (8), можна визначити величину помилки I роду. Усі ці величини визначаються відповідно до викладеної методики (див. таблицю, рис. 1 і 2). Обчислення інтегральних виразів можна проводити з використанням математичних пакетів MathCad чи MatLab. При обчисленні величини помилки II роду виходимо з рівності (7) і одержуємо:

$$P(\bar{A}B) = P(B_1) \cdot P(B_2) - P(A_1B_1) \cdot P(A_2B_2). \quad (9)$$

Як обчислювати $P(A_1B_1)$ і $P(A_2B_2)$ було розглянуто вище, а ймовірності $P(B_1)$ і $P(B_2)$ визначимо за формулами:

$$P(B_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{t_1}} \int_{x_{n1}}^{x_{b1}} e^{-(t-x_{n1})^2/2\sigma_{t_1}^2} dx;$$

$$P(B_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{t_2}} \int_{x_{n2}}^{x_{b2}} e^{-(t-x_{n2})^2/2\sigma_{t_2}^2} dx. \quad (10)$$

Підставивши вирази (10) у рівняння (9), визначимо величину помилки II роду. Після визначення величин помилок I і II роду для різних значень змінної границі інтервалу для параметра виділяємо множину, де ці помилки не виходять за рамки припустимих значень. Знайдені інтервали будуть шуканими довірчими інтервалами «спрацьовування» алгоритму контролю. При визначенні інтервалів допуску керуємося величиною відносної похибки контрольованих параметрів (див. таблицю). Як приклад визначалися ймовірності помилок I і II роду для багатовимірного об'єкта з алгоритму контролю пілотування літака ІЛ-154 «Превышение максимальной эксплуатационной скорости ($V_{пр} \geq 575$ км/ч)», що записано у вигляді:

$$S073 = (7120 \leq H_6 \leq 10300) \wedge (V_{пр} \geq 588).$$

Розрахунки показали, що значення помилок I роду близькі до необхідних, а значення помилок II роду біля границь допуску гірше необхідного рівня при точності засобів контролю $\sigma_{t_1} = \sigma_{x_1}/8, \sigma_{t_2} = \sigma_{x_2}/8$. Аби величина помилки II роду задовольняла вимогам контролю, необхідно вибирати більш жорсткі допуски, ніж ті, які встановлені в НТД.

Список літератури

1. Малезжик А.И., Харченко А.Г. Математическое обеспечение автоматизированных систем для полетов. – К.: КИИГА, 1986. – 60 с.
2. Якубов Н.А. Основы построения автоматизированных систем контроля полетов воздушных судов. – К.: КИИГА, 1989. – 344 с.

3. Яцков Н.А, Харченко А.Г. Комплексные модели контроля в задачах управления состоянием летательных аппаратов. – К.: Знание, 1985. – 16 с.

4. Вигман Б.А, Дунаев Б.Б. Определение точности допусковых контрольно-измерительных устройств // Измерительная техника. – М.: 1963. – №1. – С. 12–14.

5. Райчев И.Э., Харченко А.Г., Яцков Н.А. Исследование методов тестирования программных модулей обработки полетной информации // Вестн. КМУГА. – 2000. – №1–2. – С.127–133.

6. Райчев И.Э., Харченко А.Г., Яцков Н.А. Методы создания тестовых наборов данных при сертификационных испытаниях комплексов программ контроля полетов // Вісн. НАУ. – 2001. – №1. – С. 126–132.

7. ДСТУ 3275-95. Системи автоматизованого оброблення польотної інформації наземні. Загальні вимоги.

Стаття надійшла до редакції 04.04.02.

УДК 681.335.2

В.А. Фабричев, д-р техн. наук, проф.

МЕТОДОЛОГІЯ ЗАСВОЄННЯ ОЗНАК ІНФОРМАТИЗАЦІЇ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ СПЕЦІАЛІСТІВ

Розглянуто методологію викладання інформатики, етапи освітньої програми з інформатики та її навчально-методичного забезпечення. Показано, що запропонована методологія дає змогу одночасного опанування методів та засобів інформатики разом з ознаками фахової спеціальності впродовж усього терміну навчання.

Інформатизація суспільства являє собою перебудову життєдіяльності на базі використання інформації за допомогою засобів інформатики. Серед головних ознак інформатизації слід вважати компетентність діяльності в межах визначеної моделі, яка підпорядкована реалізації визначеної мети.

Обсяг інформації в сучасних умовах зростає в квадраті по відношенню до зростання обсягів виробництва, що веде до неконтрольованого зростання управлінського персоналу, прийняття некоректних управлінських рішень. Застосування засобів обчислювальної техніки стає гостро необхідним, а в багатьох випадках – єдиним можливим засобом, який дозволяє розв'язувати проблему зменшення апріорної невизначеності об'єктів автоматизації і дослідження. У таких умовах значно підвищуються вимоги до якості і змістовності підготовки фахівців.

Фундаментальним підходом до вивчення інформатики є алгоритмічний підхід. Алгоритм містить у собі правила виконання роботи, операцій, діяльності. Алгоритмізація повинна доповнюватися системним аналізом, який є універсальним засобом вирішення проблем у всіх галузях діяльності. Системний підхід – напрям методології наукового пізнання і соціальної практики, у основі якого покладено дослідження об'єктів як систем. Такий підхід забезпечує розкриття складових частин об'єкта, типів зв'язків між ними і навколишнім середовищем.

Освітня програма з інформатики та її навчально-методичне забезпечення містить чотири ступеня, за якими студенти навчаються послідовно або вибірково:

- основи інформатики;
- моделювання;
- програмування;
- управління.

На першому етапі студенти вивчають засоби комп'ютеризації, інтерфейс користувача та управління файловою системою. Інтерфейс користувача є фундаментом, на якому базується навчання і за допомогою якого забезпечується ефективна робота на комп'ютері. Інтерфейс – це інструмент, що реалізує процедуру діалога з комп'ютером. Уніфікованість основних компонентів інтерфейсів, їх модульна конструкція дозволяють опанувати стандартний набір компонентів, відслідковувати появу нових, усвідомлювати закономірності розвитку технологій побудови інтерфейсів.