

категории обслуживания БРЭО/ТКО за счет рационального использования ресурсов изделий, ИТП и контрольно-испытательных средств.

Поступила 6.07.2005  
После доработки 7.09.2005

УДК 621.39 (045)

І.О.Мачалін, В.І.Луцевін, І.Є.Терентьева

## ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АПАРАТУРИ СУЧАСНИХ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

### Вступ

Наземні канали авіаційних спеціалізованих мереж передачі даних (МПД) із все більш зростаючою інтенсивністю застосовуються для передавання різноманітної інформації у рамках постійно розширюваного набору прикладних застосувань. Особливість використання наземних МПД в авіації полягає в тому, що через необхідність додержання суворих заходів безпеки роль стандартизації, регламентації та уніфікації, у т. ч. щодо обладнання передачі даних та правил його використання, має визначальне значення. Тому є доцільним для задоволення потреб у спеціалізованих авіаційних телекомунікаціях будувати уніфіковані однорідні МПД, специфікації котрих детально розроблені, широко апробовані і мають підтримку ведучих міжнародних організацій із стандартизації. Отже, у вищезазначеній сфері слід орієнтуватися на використання мережних технологій каналного рівня, серед котрих найбільш поширеною є технологія Frame Relay (скорочено - FR) [1].

Як показує досвід технічної експлуатації (ТЕ) апаратури FR, у технічній документації, що надається розробниками, практично відсутнє експлуатаційне забезпечення, дозволяюче здійснювати оцінку достовірності контролю параметрів апаратури FR, визначати її основні надійносні характеристики та вартосні параметри ТЕ. Саме тому стаття присвячена розробці математичних моделей процесу ТЕ та дослідження основних параметрів експлуатаційного забезпечення апаратури FR.

### Показники ефективності експлуатації апаратури FR

Основні відмінності умов ТЕ обладнання FR в авіаційних мережах полягають в наступному. Відомі моделі ТЕ обладнання авіаційних телекомунікаційних мереж відносяться, як правило, до фізичних рівнів обробки інформації (тобто, до рівня електричних сигналів та фізичних каналів). В структуру потоку проблем, які виникають у роботі такого обладнання, основний вклад вносять збої, помилки та відмови, які породжені не стільки апаратною ненадійністю елементів обладнання, скільки некоректностями в роботі програмного забезпечення.

В сучасних авіаційних МПД процеси контролю працездатності обладнання відбуваються у фоновому режимі. Тому задачі мінімізації експлуатаційних витрат за рахунок мінімізації часу ТЕ, знаходження оптимальних моментів проведення контролю працездатності і т. ін. в значній мірі втратили свою колишню актуальність. На перший план висувається необхідність вирішення задач параметричної оптимізації моделей ТЕ за критеріями максимізації експлуатаційної ймовірності безвідмовної роботи (ЕЙБР) та (або) максимізації інтегрального показника ефективності - коефіцієнта готовності (КГ), а також задачі вибору оптимального порога в прийнятті рішення про працездатність системи при забезпеченні заданих значень умовних ймовірностей "помилкової відмови" (тобто, коли приймається помилкове рішення про наявність відмови) та "невиявленої відмови" (коли до

експлуатації допускається обладнання, у якого один або декілька параметрів знаходяться поза полем допустимих значень).

Під час контролю працездатності апаратури FR у фоновому режимі проводиться  $n$  вимірів контрольного параметра  $x_i$ . Потім робиться усереднення результатів вимірів і з

допуском зрівнюється середня величина  $X = 1/n \sum_{i=1}^n x_i$ . Як показав аналіз параметрів

апаратури FR що контролюються, їх можливо рахувати незалежними, тому що в апаратурі FR виконується цифрова обробка сигналів. Таким чином, як було доказано в [2], величина  $X$  буде розподілена по нормальному закону, крім того, по нормальному закону буде розподілено і середнє квадратичне відхилення (СКВ) цієї величини.

Припустимо, що працездатність FR-обладнання визначається вектором параметрів  $\vec{X}(t)$ , припустима область значень цього вектору позначається як  $\vec{D}_x$ . Результат вимірювань

контрольованого параметру можливо відобразити за допомогою адитивної функції, тобто  $\vec{Z}(t) = \vec{X}(t) + \vec{Y}(t)$ , где  $\vec{Y}(t)$ - вектор похибок вимірювань параметрів. Тоді вирішуюче

правило щодо стану обладнання можливо сформулювати у вигляді: якщо  $\vec{Z}(t) \in \vec{D}_x$  -

обладнання FR рахується працездатним; якщо  $\vec{Z}(t) \notin \vec{D}_x$  - обладнання FR рахується

непрацездатним, де через неідеальність вимірювальних процесів замість  $\vec{X}(t)$  спостерігається реалізація реального процесу  $\vec{Z}(t)$  з урахуванням вектору помилок  $\vec{Y}(t)$ .

У будь-який випадково обраний момент часу  $t_k$  під час контролю працездатності є можливим виникнення тільки якоїсь однієї із наступних несумісних подій:

$$\begin{aligned} h_1(t_k) &= \{ \mu > t_k \wedge (\bigwedge_{i=1}^k \vec{Z}(t_i) \in \vec{D}_x) \}, \\ h_2(t_k) &= \{ \mu > t_k \wedge \vec{Z}(t_k) \notin \vec{D}_x \wedge (\bigwedge_{i=1}^{k-1} \vec{Z}(t_i) \in \vec{D}_x) \}, \\ h_3(t_k) &= \{ \mu \leq t_k \wedge (\bigwedge_{i=1}^k \vec{Z}(t_i) \notin \vec{D}_x) \}, \end{aligned} \tag{1}$$

$$h_4(t_k) = \{ \mu \leq t_k \wedge \vec{Z}(t_k) \in \vec{D}_x \wedge (\bigwedge_{i=1}^{k-1} \vec{Z}(t_i) \notin \vec{D}_x) \},$$

де  $\mu$  - випадкова величина напрацювання до відмови обладнання FR. У (1) записи логічних виразів означають наступні події:  $h_1(t_k)$  - правильне рішення (як результат контролю) про те, що обладнання знаходиться у працездатному стані;  $h_2(t_k)$  - помилкове рішення про те, що обладнання знаходиться в непрацездатному стані (тобто, помилкове бракування працездатного обладнання);  $h_3(t_k)$  - правильне рішення про те, що обладнання знаходиться у непрацездатному стані;  $h_4(t_k)$  - помилкове рішення про працездатність обладнання ("невиявлена відмова").

Тоді щільність ймовірності розподілу напрацювання на відмову обладнання FR має такий вигляд [3-5]:

$$\varpi(t) = \frac{m_1 \delta_1^2 t^2 + \delta_1^2 t (a_0 - m_1 t - a)}{\sqrt{2\pi} \cdot \delta_1^3 t^3} \cdot \exp\left[-\frac{(a - a_0 + m_1 t)^2}{2\delta_1^2 t^2}\right],$$

Де  $m_1 = M[A_1]$  - математичне чекання величини  $A_1(t)$ ;  $\delta_1 = \delta_1(t)$  - середнє квадратичне відхилення  $A_1(t)$ ;  $a$  - нижнє граничне значення контрольованого параметра;  $a_0$  - початкове значення контрольованого параметра;  $A_1$  - випадкова швидкість зміни

контрольованого параметра;  $A_1$  і  $Y(t)$  - нормально розподілені величини  $a_0$  - початкове значення контрольованого параметра;

Умовна щільність розподілу похибок вимірювань прийнята такою :

$$f(g_i / \xi) = \frac{a_0 - a}{\xi} \varphi\left[\frac{(a_0 - a)g_i}{\xi}\right],$$

де  $\varphi(y_i)$  - щільність розподілу  $Y(t)$ ;

Вважаємо, що математичне чекання (МО) похибок вимірювань  $m_y(t)$  дорівнює нулю.

Застосовуючи вищезазначені вирази до (1), після ланцюга математичних перетворень отримано вираз для експлуатаційної ймовірності безвідмовної роботи ЕЙБР:

$$P_E(t_k, t) = \sum_{j=0}^{k-1} P_B(t_j) \int_{t-t_j}^{\infty} \omega(V) \prod_{i=j+1}^k \int_{t_i-t_j-V}^{\infty} f(\varepsilon_i \setminus V) d\varepsilon_i dV + P_B(t_k) [1 - F(t - t_k)], \quad (2)$$

де  $F(t) = \int_0^t \omega(V) dV$  - інтегральна функція розподілу  $V$ .

Вираз для інтегрального показника ТЕ - коефіцієнту готовності, що отриманий в рамках цієї роботи, має такий вигляд:

$$K_r = \frac{(1 - \beta)(1 - e^{-\lambda\tau})}{\lambda\{\tau(1 - \beta e^{-\lambda\tau}) + (1 - \beta)[t_{ns} \cdot \alpha \cdot e^{-\lambda\tau} + t_{ns}(1 - e^{-\lambda\tau})]\}} \quad (3)$$

де  $\alpha$  - безумовна ймовірність "помилкової відмови";  $\beta$  - безумовна ймовірність "невиявленої відмови";  $\lambda$  - інтенсивність відмов обладнання FR;  $t_{ns}$  - середній час відновлення якщо прийнято рішення "помилкова відмова";  $t_{ns}$  - середній час правильного відновлення. Враховуючи, що в процесі контролю апаратури FR у фоновому режимі виконується велика кількість вимірів  $n \gg 10$ , припускаємо, що  $\beta \rightarrow 0$ . Таким чином, на помилки типу «невиявлена відмова» можливо зневажати, а усталені значення ймовірностей подій (1) визначим як:

$$P_E(\tau) = [(1 - \beta)e^{-\lambda\tau}] / (1 - \beta e^{-\lambda\tau});$$

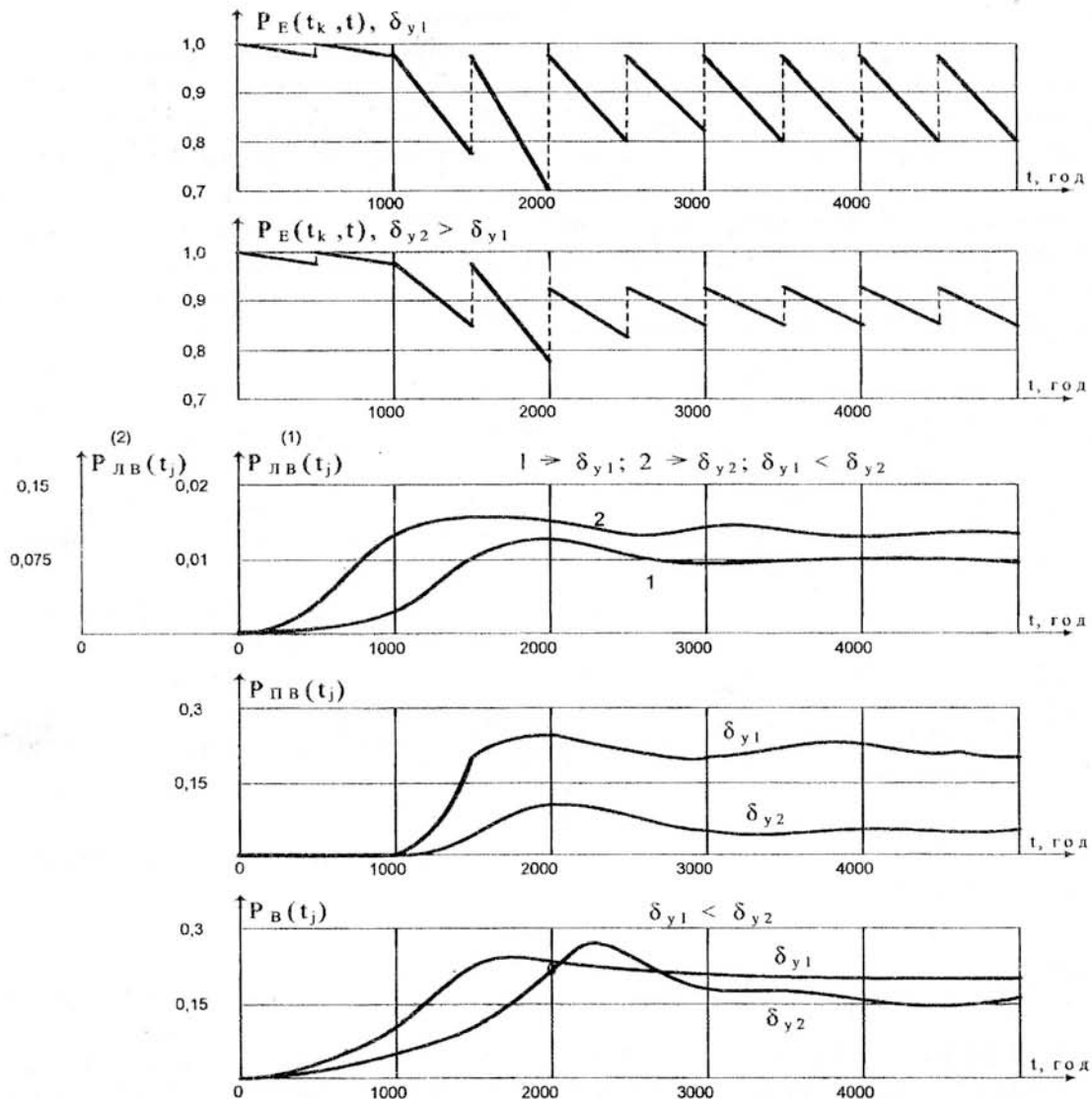
$$P_{ЛВ}(\tau) = [\alpha(1 - \beta)e^{-\lambda\tau}] / (1 - \beta e^{-\lambda\tau}); \quad (4)$$

$$P_{ПВ}(\tau) = [(1 - \beta)(1 - e^{-\lambda\tau})] / (1 - \beta e^{-\lambda\tau}).$$

де  $P_{ЛВ}$  - умовна ймовірність "помилкової відмови";  $P_{ПВ}$  - умовна ймовірність "правильного відновлення".

#### Аналіз показників ефективності експлуатації

Використовуючи вираз (4), одержуємо типові приклади залежностей  $P_E(t_k, t)$ ,  $P_{ЛВ}(t_j)$ ,  $P_{ПВ}(t_j)$ ,  $P_B(t_j)$  від напрацювання на відмову, які відображені на рис.1. Тут  $P_B(t) = P_{ПВ}(t) + P_{ЛВ}(t)$ . Аналіз графіків, наведених на рис.1, дозволяє зробити наступні висновки. З ростом номеру обслуговування досліджувані ймовірності прагнуть до усталених значень.



**Рис.1.** Залежність ЕЙБР, ймовірностей помилкового, правильного і сумарного відновлень від наробики на відмову

Внаслідок появи “невиявлених відмов” під час контролю виконується умова:

$$P_E^{(1)}(k\tau, k\tau) > P_E^{(2)}(k\tau, k\tau), k = 1, 2, \dots,$$

а внаслідок появи “помилкових відмов”:

$$P_E^{(1)}[k\tau, (k+1)\tau] < P_E^{(2)}[k\tau, (k+1)\tau], k = 1, 2, \dots;$$

також виконуються нерівності:

$$P_{ЛВ}^{(1)}(j\tau) < P_{ЛВ}^{(2)}(j\tau), P_{ПВ}^{(1)}(j\tau) > P_{ПВ}^{(2)}(j\tau),$$

$$P_B^{(1)}(j\tau) < P_B^{(2)}(j\tau), j = 1, 2, \dots,$$

що свідчить про суттєвий вплив “помилкових відмов” на ЕЙБР (тобто, на  $P_E(t_k, t)$ ) при великих значеннях дисперсії похибок вимірювань  $\delta_y^2$ .

**Заклучення**

Таким чином, в статті здійснений аналіз критеріїв і показників ефективності технічного обслуговування складних телекомунікаційних систем та умов використання обладнання FR на авіаційних МПД. На основі цього аналізу виконано обґрунтування вибору показників ефективності обслуговування обладнання FR. Отримані відповідні аналітичні вирази для розрахунку показників ефективності обслуговування, що дозволяють на кількісному рівні характеризувати ефективність прийнятих стратегій обслуговування обладнання FR. Досліджено вплив похилок вимірювань на основні показники ефективності ТЕ. Результати дозволяють на практиці здійснювати оцінку ефективності системи технічного обслуговування апаратури МДП і оптимізувати її основні параметри.

**Список літератури:**

1. Беллами Дж. Цифровая телефония. -М.: Эко-Трендз, 2004.-640с.
2. Крамер Г. Математические методы статистики. -М.: Мир,-1975.-648с.
3. Уланский В.В. Оценка апостериорной надежности дискретно контролируемых технических систем // Проблемы эффективности эксплуатации авиационного и радиоэлектронного оборудования: -Киев, 1987.-С.19-31.
4. Мачалин И.А., Конахович Г.Ф., Ткалич О.П. Аппроксимация одного класса случайных процессов в задачах контроля радиоэлектронных систем // Матеріали IV Міжнародної НТК "Авіа 2002", Київ, 2002.-Т1.-С.67-69.
5. Ulanski V.V., Machalin I.A. Modern avionics breakdown maintenance strategy and total lifetime operating costs // Матеріали VI Міжнародної НТК "Авіа 2004", Київ, 2004.-Т2.-С.27-30.

Надійшла 18.07.2005

УДК 655.002

В.Н.Азарсков, А.Г.Ситник

**ДОСЛІДЖЕННЯ МІЖЕТНІЧНИХ КОНФЛІКТІВ ЧЕРЕЗ АНАЛІЗ ОМАН ПРИ САМОІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕТНОСІВ І СПРИЙНЯТТІ РЕЛІГІЙНИХ ЗОБРАЖЕНЬ З МЕТОЮ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗІТКНЕННЯ ЦИВІЛІЗАЦІЙ**

**ВСТУП.** Актуальність проблеми зіткнення цивілізацій розкрито і обґрунтовано у статті «Війна цивілізацій» («Clash of civilisations») професора Самуеля П. Хантингтона [1], директора Інституту Стратегічних Досліджень при Гарвардському Університеті. По оцінках фахівців стаття є основним і програмним документом, що визначає природу майбутніх можливих конфліктів між цивілізаціями. На думку Хантингтона, усі глобальні військові конфлікти будуть визначатися не національними (як у ХІХ столітті), і не ідеологічними (як у ХХ столітті), а культурними факторами. Таке твердження, на наш погляд, є занадто категоричним, узагальнюючим і без конкретної вказівки, про які форми і фактори культурного впливу на етноси йде мова. У теорії П. Хантингтона, на нашу думку, недостатнє наукове обґрунтоване і прогнозування зіткнень цивілізацій в аспекті, під яким мається на увазі зіткнення етносів як усередині одного суперетносу, так і зіткнення між суперетносами, при впливі культурних факторів на кожну людину.

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.** Розглядається проблема у загальному вигляді та її зв'язок із важливими факторами впливу зовнішнього середовища через розгляд деяких результатів наших досліджень, але у вузькому аспекті рішення проблеми, що засновані на сприйнятті етносами різних видів візуальної інформації, у тому числі і релігійної. Крім того, оцінка етносів здійснюється через розкриття додаткових факторів впливу на кожну людину у будь-