

УДК 519.2.163

А.О. Левченко

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ПРОЦЕДУРА ОЦІНКИ ВЕЛИЧИНИ ВПЛИВУ НА НОРМОВАНІ ПАРАМЕТРИ СКЛАДНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ СТАНОМ

*У статті отримані розрахункові співвідношення для вибору величини керуючого впливу на випадковий процес дрейфу параметра радіотехнічних засобів з урахуванням результатів прогнозу часу виходу параметра за межі границь поля допуску, для можливості реалізації технологічних прогнозуючих систем керування параметрами радіотехнічних засобів.*

**Ключові слова:** технологічна прогнозуюча система, нормовані параметри, радіотехнічні засоби.

### Вступ

**Актуальність теми.** По мірі вдосконалювання методів забезпечення надійності на етапах розробки і виробництва, які гарантують встановлені строки служби і рівні безвідмовності техніки при експлуатації, з'являється проблема забезпечення експлуатації технічних об'єктів. Наприклад рішення питань пов'язаних із забезпеченням надійності засобів розрахункової техніки, по різноманітним даним, дає можливість підвищити її продуктивність у 1,2...1,5 рази, проведення сумірних по матеріальним витратам заходів спрямованих на підвищення ефективності експлуатації дають ефект на порядок більший по скороченню часу на технічне обслуговування і по зменшенню матеріальних витрат на поточний ремонт і профілактичну заміну елементів. При цьому неможливо оцінити витрати до яких призводять відмови носіїв інформації, що можна передбачати за результатами сервісного обслуговування.

Підвищення надійності й ефективності систем на етапі експлуатації показує, що існує сукупність важливих у практичному і складних у теоретичному плані задач, формулювання яких не залежить від конкретного виду об'єкта експлуатації, а зв'язується зі структурою і характеристиками технологічного процесу його експлуатації. Необхідність рішення цих задач обумовило появу нового напрямку в технічній кібернетичній теорії забезпечення експлуатації технічних об'єктів [1]. Прямою задачею, якої визнаний аналіз, оцінювання і прогноз характеристик об'єктів при проведенню комплексі заходів забезпечення експлуатації (системі експлуатації). А оберненою задачею – синтез систем експлуатації при яких у заданих умовах забезпечується необхідний рівень технічної готовності об'єктів.

Розробка і реалізація цих комплексів заходів щодо сутності справи є синтезом технологічних систем керування параметрами, структурою, умовами утримання складних об'єктів.

Об'єднуючим початком для цих задач є те, що їхнє рішення зводиться до вивчення випадкових процесів (СП) дрейфу параметрів об'єктів і керування цими процесами шляхом зміни деяких їхніх характеристик у визначені моменти часу.

Для РЭА, якщо якимось чином отриманий час параметричної відмови, задача має назву: "про оптимізацію номіналів". Ця задача формулюється в такий спосіб: для отриманих характеристик випадкового процесу зміни регульованого  $i$ -го параметра  $X_i(t)$ , заданої області припустимих значень  $D_x \in ] a, b [$ , відомому максимальному значенню періоду профілактики  $T$ , знайти таку величину корекції його номіналу  $E_i$  при якій час безвідмовної роботи з цим параметром максимальний.

На практиці зміна характеристик процесу дрейфу реалізується шляхом регулювання параметра.

Метою дослідження є одержання аналітичних співвідношень оцінки значення величини керуючого впливу на випадковий процес дрейфу під час проведення технічного обслуговування, призначеного з використанням результатів прогнозу моменту часу досягнення параметром межі двостороннього поля допусків для реалізації технологічних систем керування технічним станом по поступовим відмовам.

**Розгляд обраної тематики у попередніх дослідженнях.** На сучасному етапі розвитку теорії забезпечення експлуатації вже добре відомо, що ті проблеми, за рішення яких береться теорія надійності з самого початку свого розвитку з'ясувалися більш глибоко, ніж тоді, при відсутності досвіду експлуатації складних технічних систем (СТС). Математичний апарат за допомогою якого можливо отримання необхідного результату досить простий. Але донедавна, у зв'язку з відсутністю практично реалізованих, працездатних алгоритмів прогнозу, рішення задачі в такій постановці не здійснювалось. В роботі [2] проведено аналіз величини керуючого впливу на параметри РЕА з урахуванням прогнозу їхнього поведіння що покладено в основу рішення завдання, що ставиться.

### Виклад основного матеріалу

Зміна параметра може відбуватися як убик зменшення від початкового значення так і убик його збільшення. Відповідно і параметрична відмова може відбутися при перетинанні параметром нижньої  $a$  і верхньої  $b$  меж поля контрольних експлуатаційних допусків.

Початкове значення параметра  $h_0$  є не випадковою величиною, при відомому моменті параметричної від-

мови ми можемо побудувати лінійну модель зміни параметра на прогнозований період по відліках  $h_0(t_n)$  і  $h_{a(b)}(t_{np})$ . Щільність розподілу часу справності технічного устрою по цьому параметру визначимо із співвідношення отриманого в [3]

$$f_t = \frac{1}{t^2 \sqrt{2\pi}} \left\{ \beta_2 \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{\beta_2}{t} - \alpha \right)^2 \right] + \beta_1 \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{\beta_1}{t} - \alpha \right)^2 \right] \right\}$$

$$\text{Тут } \alpha = \frac{|m_b|}{\sigma_b}; \quad \beta_1 = \frac{|h_0 - a|}{\sigma_b}; \quad \beta_2 = \frac{|h_0 - b|}{\sigma_b},$$

де  $m_b$  – оцінка середньої швидкості дрейфу параметра;  $\sigma_b$  – оцінка середнього квадратичного відхилення швидкості дрейфу параметра;  $m_b$  і  $\sigma_b$  визначаються зі співвідношень [3]:

$$m_b = |m_H - h_0|/t_{np}; \quad \sigma_b = \sigma_H/t_{np},$$

де  $m_H$  й  $\sigma_H$  – оцінки середнього значення, середнього квадратичного відхилення параметра в момент проведення технічного обслуговування;  $t_{np}$  – прогнозований час виходу параметра за межі поля допусків.

Співвідношення для  $m_H$  і  $\sigma_H$  мають вигляд:

$$m_H = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i; \quad \sigma_H = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n h_i^2 - n m_H^2}{n-1}},$$

у нашому випадку  $h_i$  – вимірне значення параметра при  $i$ -му вимірі в момент проведення технічного обслуговування;  $n$  – кількість проведених вимірів параметра.

При двох межах поля допусків існує час  $t_n$ , у перебігу якого відмову можна вважати практично неможливою подією [4]. Розподіл часу безвідмовної роботи при двох межах поля допусків залежить від установлюваного під час проведення технічного обслуговування початкового значення параметра. В [3] отримане оптимальне початкове значення параметра, відповідно існує оптимальне значення величини керуючого впливу на випадковий процес його дрейфу в момент часу коли передбачається його вихід за межі експлуатаційних допусків.

Критерієм оптимальності в цьому випадку було обрано максимальний час безвідмовної роботи технічного засобу після регулювання.

Відомо, що функція надійності при двох межах поля допусків дорівнює

$$P(t) = \Phi(z_1) + \Phi(z_2),$$

де  $\Phi z$  – нормована функція Лапласа, а  $z_1$  та  $z_2$  визначаються за співвідношеннями:

$$z_1 = \beta_1 / t + \alpha; \quad z_2 = \beta_2 / t - \alpha.$$

Максимум ймовірності безвідмовної роботи протягом міжпрофілактичного періоду буде при:

$$Z_1^* = Z_2^* = |a - b| / 2\sigma_0 t_0.$$

Використовуємо замість значення періоду профілактик  $t_0$ , значення прогнозованого часу виходу параметра за межі поля допусків  $t_{np}$ , підставивши в остан-

ній вираз співвідношення для  $z_1, z_2, \alpha, \beta$ , і розв'язав його щодо  $h_0$  маємо

$$h_0 = a + b / 2 - m_b t_{np},$$

шукане аналітичне співвідношення має вигляд

$$\Delta h = h t_{np} - a + b / 2 - m_b t_{np}.$$

З огляду на факт того, що оптимальне початкове значення параметра після регулювання повинно знаходитися в границях  $a < h_0 < b$  коли,  $a < b$ , в [3] отримана умова існування оптимального початкового значення параметра в залежності від швидкості його дрейфу:  $t_{np} < \Delta h / 2|m_b|$ , за обраним критерієм оптимальності.

Якщо ця умова не виконується, отримане співвідношення використовувати не можна, тому що оптимальне початкове значення при регулюванні параметра в цьому випадку перебуває за межами поля допуску на параметр. У цьому випадку модуль оптимального значення величини керуючого впливу на випадковий процес дрейфу параметрів визначиться зі співвідношення

$$|\Delta h| = |b - a|.$$

У результаті, з урахуванням швидкості дрейфу параметра, маємо аналітичні вираження для визначення оптимального значення величини керуючого впливу на випадковий процес дрейфу параметрів під час проведення технічного обслуговування, призначеного з використанням результатів прогнозу моменту часу досягнення параметром межі поля допусків

$$\Delta h = \begin{cases} h t_{np} - a + b / 2 - m_b t_{np}, & \text{коли } t_{np} < \Delta h / 2|m_b|; \\ b - a, & \text{коли } t_{np} > \Delta h / 2|m_b| \text{ і } m_b > 0; \\ a - b, & \text{коли } t_{np} > \Delta h / 2|m_b| \text{ і } m_b < 0. \end{cases}$$

## Висновок

Таким чином отримані необхідні співвідношення для розрахунку величини керуючого впливу на процес дрейфу параметра. Працездатні алгоритми прогнозу часу виходу нормованих характеристик РЗА за межі поля допусків існують [5]. Можливо зазначити, що синтезовані всі необхідні елементи всі елементи необхідні для створення технологічних систем керування параметрами складних технічних засобів.

## Список літератури

1. Шевченко А.О., Фролов В.Я., Яковлев М.Ю. Ідентифікація діагностичної інформації о технічному стані об'єкту при відсутності апріорних даних о характеристиках випадкових факторів. Відкриті інформаційні та комп'ютерні технології // Збірка наукових праць Державного університету ім. Н.Е. Жуковського "ХАІ". – 1999. – Вип. 5. – С. 35-39.
2. Левченко А.О. Вибір величини керуючого впливу на параметри РЕА з урахуванням прогнозу їхнього поведіння // Збірка наукових праць ОІСВ. – 2002. – № 7, Ч. 1. – С. 46-48.
3. Михайлів А.В. Эксплуатационные допуски и надёжность в радиоэлектронной аппаратуре. – М.: Сов. радио, 1970. – 266 с.
4. Барзилович Е.Ю., Воскобоев А.И. Эксплуатация авиационных систем по техническому состоянию. – М.: Транспорт, 1981. – 342 с.

5. Левченко А.О. Алгоритм прогнозирующего контроля для технологической системы керування параметрами технічних засобів // Труды Одесского национального политехнического университета. – 2000. – Вып. 2(11). – С. 133-136.

Надійшла до редколегії 22.09.2008

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.Л. Становський, Одеський Національний політехнічний університет, Одеса..

#### **ПРОЦЕДУРА ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИНЫ ВЛИЯНИЯ НА НОРМИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ**

А.О. Левченко

*В статье получены расчетные соотношения для выбора величины управляющего влияния на случайный процесс дрейфа параметра радиотехнических средств с учетом результатов прогноза времени выхода параметра за пределы границь поля допуска, для возможности реализации технологических прогнозирующих систем управления параметрами радиотехнических средств.*

**Ключевые слова:** технологическая прогнозирующая система, нормируемые параметры, радиотехнические средства.

#### **PROCEDURE OF ESTIMATION OF SIZE OF INFLUENCE ON THE RATIONED PARAMETERS OF THE DIFFICULT SYSTEMS FOR MANAGEMENT INFORMATIONS BY THE STATE**

A.O. Levchenko

*In the articles the got calculation correlations for the choice of size of managing influence on the casual process of drift of parameter of radio engineerings facilities taking into account the results of prognosis of time of output of parameter outside the границь field of admittance, for marketability technological forecasting control the system by the parameters of radio engineerings facilities.*

**Keywords:** technological forecasting system, rationed parameters, radio engineerings facilities.