

УДК 621.396.6

А.О. Левченко, І.В. Шарипова, В.В. Хахула

Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

НЕПАРАМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІКИ УЗАГАЛЬНЕНОГО ПАРАМЕТРА ОДНОТИПНОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

У статті розв'язується завдання обґрунтування етапів методу непараметричного визначення динаміки узагальненого параметра. Характерними рисами таких задач є невідомий вигляд та структура параметричної моделі, які не вирішуються традиційними методами за обмеженнями на їх застосування.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, система технічного забезпечення експлуатації, методи прогнозування технічного стану, методи моделювання систем технічного забезпечення експлуатації, дрейф параметра, розрахунковий рівень, медіанна оцінка.

Вступ

Постановка проблеми. Вирішення завдання достовірного оцінювання динаміки діагностичного параметра дозволяє за умов функціонування системи управління експлуатаційним процесом розв'язати одну з найголовніших задач наукової теорії забезпечення експлуатації. Це – вибір таких заходів обслуговування та призначення підрозділів для їх проведення, що в сукупності сформулюють систему експлуатації, при функціонуванні якої в заданих умовах експлуатації забезпечується необхідний рівень підтримання стану озброєння та військової техніки (ОВТ) [1,2,3].

У випадку прогнозування динаміки узагальненого параметра на початкових етапах проведення випробувань можливе розв'язання прикладних завдань призначення часу обслуговувань для групи однотипних об'єктів, визначення із загальної сукупності конкретного параметра, що визначає справний стан технічного об'єкта.

Таким чином, за сукупності прикладних завдань, що розв'язуються, пошук і подальший розвиток методів визначення динаміки параметрів ОВТ, з урахуванням обмежень на можливість їх реалізації, у Збройних Силах України є актуальним науковим завданням.

Аналіз досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Традиційний метод оцінювання динаміки конкретного параметра полягає у виборі вигляду та структури параметричної моделі та подальшому визначенні числових значень її параметрів з використанням експериментальних даних [4,5,6,7,8,9,10,11]. В якості експериментальних даних використовують результати вимірювань параметра. Але існує важливий з практичної точки зору клас задач, коли необхідно обґрунтувати

модель динаміки узагальненого параметра для групи однотипних об'єктів [3,8,12]. Характерною рисою таких задач є невідомий вигляд та структура параметричної моделі, що не вирішується традиційними методами за обмеженнями на їх застосування [13,14,15].

Спроби застосувати класичні методи регресійного аналізу для структурної та параметричної ідентифікації виду моделі узагальненого параметра на практиці дають похибку прогнозу на половині інтервалу прогнозованої ретроспекції до 40%.

Постановка завдання. У статті розв'язується завдання обґрунтування етапів методу непараметричного визначення динаміки узагальненого параметра.

Викладення основного матеріалу

Припустимо, що в наявності N однотипних об'єктів ОВТ, які знаходяться в однакових умовах експлуатації. Стан кожного об'єкта ОВТ у групі визначається шляхом одноразового визначення узагальненого параметра у випадковий момент часу t_i , $i=1, \dots, N$. Ця ситуація відповідає довільному порядку чередування об'єктів під час організації контролю стану. З експлуатаційної документації відомі числові значення наступних величин: X_H – числове значення узагальненого параметра під час вводу в експлуатацію (акт вводу в експлуатацію), X_{K_i} – числове значення параметра під час визначення технічного стану (акт зміни якісного стану, фрмуляр зразка ОВТ).

За сформованим масивом відомостей $\{Z_i; t_i\}$, $i=1, \dots, N$, що являє собою гометричне місце точок на поверхні $T \times Z$. Під Z_i мається на увазі числова величина зміни значення параметра, що контролюється за час між двома вимірюваннями (дрейф параметра).

Припустимо, що Δ – допускове значення на максимальний дрейф параметра. Розіб'ємо інтервал $(0; \Delta)$ на l розрахункових рівнів наступним чином:

$$\Delta = \Delta' \cdot l = Zl ;$$

$$\Delta' = Z_j - Z_{j-1}, \quad j = 1, \dots, l,$$

де Δ' – ширина одного розрахункового рівня що обирається довільним чином за міркуваннями деталізації виду кривої, яка описує динаміку узагальненого параметра групи однотипних ОБТ.

Для кожного розрахункового рівня, для Z_j ; $j = 1, \dots, l$, формуємо двосторонньо-центровану вибірку, для якої методами статистики [16] визначаємо вигляд непараметричної функції розподілу $F_j(t)$.

Модель формування вибірок відповідає оператору виду:

$$t_i = \max[a_i, \min(t_{0i}; b_i)] = \alpha_{0i}t_{0i} + \alpha_{1i}a_i + \alpha_{2i}b_i. \quad (1)$$

За схемою признаков $A_1 A_2 A_3 \bar{A}_4$, що відповідає випадковому цензуруванню I-го типу, одноступеневому та неінформативному. Слід відмітити, що $\alpha_{0i} + \alpha_{1i} + \alpha_{2i} = 1$.

У співвідношенні (1):

a_i – нижня межа випадкового інтервалу, який характеризує значення узагальненого параметра контролю стану;

b_i – верхня межа випадкового інтервалу, який характеризує значення узагальненого параметра контролю стану;

t_{0i} – i -та реалізація часу досягнення параметром розрахункового рівня;

α_{1i} – індикатор «відмова», для випадку знаходження значення узагальненого параметра зліва від нижньої межі a_i ;

α_{2i} – індикатор «відмова», для випадку знаходження значення узагальненого параметра справа від верхньої межі b_i ;

α_{0i} – індикатор справності зразка, для випадку, коли знайдене значення узагальненого параметра знаходиться в інтервалі $[a_i; b_i]$.

На підґрунті розрахунку $F_j(t)$ обраховується оцінка гамма-відсоткової $j(z)$ та $t_{cep}(z)$ динаміки узагальненого параметра.

В якості характеристик, за допомогою яких можна оцінити точність оцінок, що отримуються з використанням методу, доцільно використовувати наступні співвідношення:

$$M_{\bar{\varepsilon}_{50}} = M \left[\frac{t_{50} - t_{50}}{t_{50}} \right], \quad \bar{\varepsilon}_{50} = \frac{\bar{t}_{50}}{t_{50}};$$

$$M_{\bar{\varepsilon}_{80}} = M \left[\frac{t_{80} - t_{80}}{t_{80}} \right], \quad \bar{\varepsilon}_{80} = \frac{\bar{t}_{80}}{t_{80}};$$

$$\sigma_{\varepsilon_{50}} = \sqrt{D[\varepsilon_{50}]};$$

$$\sigma_{\varepsilon_{80}} = \sqrt{D[\varepsilon_{80}]},$$

де M, D – оператори розрахунку математичного очікування та дисперсії,

$t_{50}(z)$ – медіанна оцінка динаміки зміни узагальненого параметра,

$t_{80}(z)$ – оцінка динаміки зміни узагальненого параметра на розрахунковому рівні 80% від max.

Висновки

Результати практичної апробації методу, що запропоновані для контрольно-перевірочної апаратури, контрольно-перевірочних машин 9В862 та 9В863, комплексів керованої зброї танка 9К112 та контрольно-перевірочної апаратури 9В549 та 9В160 контрольно-перевірочної машини 9В94 ПТРК 9К114, таких сервісних засобів вимірювання медичного призначення як багатоканальні електрокардіографи, електроенцефалографи та реографи різних виробників (Угорщина, Німеччина, Україна), дозволяють зробити наступні висновки:

– точність медіанної оцінки динаміки зміни монотонного параметра вища, ніж точність оцінки на рівні 0,8;

– при кількості об'єктів у групі більше 20, оцінки точності набувають значення: $M_{\bar{\varepsilon}_{50}} \leq 0,05$;

$M_{\bar{\varepsilon}_{80}} \leq 0,1$; $\sigma_{\varepsilon_{50}} \leq 0,15$; $\sigma_{\varepsilon_{80}} \leq 0,15$; $\sigma_{\varepsilon_{50}} \leq 0,1$;

– з подальшим підвищенням кількості об'єктів у групі N точність оцінки підвищується.

Такі результати дозволять рекомендувати метод до застосування під час розв'язання практичних задач.

Список літератури

1. Левченко А. А. Формирование теории обеспечения эксплуатации информационных измерительных вычислительных систем / А. А. Левченко // Моделирование в прикладных научных исследованиях: материалы семинару ОІСВ. – Одеса, 2006. – С. 6 – 7.
2. Левченко А. А. Задание достоверности встроенного контроля систем диагностики автоматизированных измерительных комплексов / А. А. Левченко, И. В. Шарипова // Моделирование в прикладных научных исследованиях: материалы XIV семинару ОНПУ. – Одеса, 2007. – С. 67 – 69.
3. Левченко А. О. Оптимізація технічного обслуговування і ремонту групи однотипних складних технічних комплексів під час зберігання / А. О. Левченко, В. Я. Фролов, М. Ю. Яковлев та ін. // Відкриті інформаційні та комп'ютерні технології / Збірка наукових праць Державного університету ім. Н. Е. Жуковського «ХАІ». – 2000. – Вип. 8. – С. 95 – 98.

4. Левченко А. О. Ідентифікація діагностичної інформації про технічний стан об'єкта при відсутності апріорних даних о характеристиках випадкових факторів / А. О. Левченко, В. Я. Фролов, М. Ю. Яковлев // Відкриті інформаційні та комп'ютерні технології / Збірка наукових праць Державного університету ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ». – 1999. – Вип. 5. – С. 135 – 138.

5. Левченко А. А. Постановка задачі статистического моделювання процесов експлуатації контролюємих СТС / А. А. Левченко // Моделювання в прикладних наукових дослідженнях: матеріали XIV семінару ОНПУ. – Одеса, 2007. – С. 69 – 71.

6. Барзилович Е. Ю. Некоторые математические вопросы теории массового обслуживания сложных систем / Е. Ю. Барзилович. – М.: Сов. Радио, 1971. – 271 с.

7. Левченко А. А. Теория стохастической компактности прогнозирующих моделей / А. А. Левченко // Современные информационные и электронные технологии: материалы VIII Міжнар. наук.-практ. конф., Одеса, 2007. – С. 36.

8. Игнатов В. А. Оптимизация обслуживания радиоэлектронных устройств / В. А. Игнатов. – К.: Техника, 1969. – 176 с.

9. Прохоренко В. А. Прогнозирование качества систем / В. А. Прохоренко, А. Н. Смирнов. – Минск: Наука и техника, 1976. – 200 с.

10. Ивахненко А. Г. Предсказание случайных процессов / А. Г. Ивахненко, В. Г. Лапа. – К.: Наукова думка, 1971. – 415 с.

11. Кудрицкий В. Д. Прогнозирующий контроль / В. Д. Кудрицкий. – К.: Техніка, 1982. – 168 с.

12. Левченко А. О. Методика обґрунтування вимог до узагальненого показника якості вбудованого контролю / А. О. Левченко, І. В. Шаріпова // Збірка наукових праць ОІСВ. – № 14. – Ч. 1. – Одеса, 2007. – С. 73 – 76.

13. Ивахненко А. Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами / А. Г. Ивахненко. – К.: Техника, 1975. – 415 с.

14. Ивахненко А. Г., Юрчаковский Ю. П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным / А. Г. Ивахненко, Ю. П. Юрчаковский. – М.: Радио и связь, 1987. – 117 с.

15. Ивахненко А. Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем / А. Г. Ивахненко. – К.: Наукова думка, 1981. – 296 с.

Надійшла до редакції 27.08.2009 р.

Рецензент: доктор технічних наук, старший науковий співробітник А.М. Зубков, Академія сухопутних військ, Львів.

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИКИ ОБОБЩЕННОГО ПАРАМЕТРА ОДНОТИПНОГО ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

А.А. Левченко, І.В. Шаріпова, В.В. Хахула

В статье решается задача синтеза непараметрического метода определения динамики обобщенного параметра. Характерными чертами таких задач является неизвестный вид и структура параметрической модели, которые не решаются традиционными методами за ограничениями на их применение.

Ключевые слова: вооружение и военная техника, система технического обеспечения эксплуатации, методы прогнозирования технического состояния, методы моделирования систем технического обеспечения эксплуатации, дрейф параметра, расчетный уровень, медианная оценка.

NON-PARAMETRIC METHOD OF DETERMINATION OF THE DYNAMICS OF GENERALIZED PARAMETER OF THE ARMAMENT AND MILITARY TECHNIQUE OF THE SAME TYPE

A.A. Levchenko, I.V. Sharipova, V.V. Hahula

In the article it is solved the task of the non-parametric method of determination of generalized parameter. The main features of such tasks are the unknown outlook and the structure of the parametric model, which are not solved by the traditional methods through the limits for their usage.

Keywords: armament and military technique, system of the technical providing of exploitation, methods of prognostication of the technical state, methods of design of the systems of the technical providing of exploitation, drift of a parameter, calculation level, median estimation.