

УДК 621.34

А.В. Воронін, М.В. Гудков

*Миколаївський спеціалізований центр бойової підготовки авіаційних фахівців
Збройних Сил України, Миколаїв*

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ВИМІРЮВАНИХ ПАРАМЕТРІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ЗА СТАНОМ

У статті запропонована методика визначення кількості вимірюваних параметрів радіоелектронної апаратури для оцінки її технічного стану із заданою ймовірністю. Сутність методики полягає у формалізації процесу визначення кількості вимірюваних параметрів зразка авіаційної техніки. Формалізація процесу забезпечується введенням поняття значущості кожного параметра. Кількісна оцінка значущості параметрів визначалася за допомогою введення коефіцієнтів значущості. Для знаходження коефіцієнтів значущості параметрів застосовувався метод експертних оцінок. Запропонована методика застосована на прикладі експлуатації радіостанції Р-832М.

Ключові слова: технічний стан, вимірювані параметри, радіоелектронне обладнання, ймовірність оцінки, експлуатація за станом, авіаційна техніка.

Вступ

Постановка проблеми. У сучасній авіаційній техніці (АТ) на радіоелектронну апаратуру (РЕА) покладені найважливіші завдання по управлінню, навігації, зв'язку та т. ін. і відмова в її працездатності може привести до катастрофічних наслідків. Тому забезпечення надійності працездатності РЕА АТ є найважливішим завданням її експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективність, експлуатації визначається використанням методом технічної експлуатації [1]. На даний час методи технічної експлуатації прийнято ділити на два великі класи [1, 2] – експлуатацію по напрацюванню і експлуатацію за станом.

Методи експлуатації по напрацюванню відносяться до планово-запобіжних методів експлуатації і забезпечують досить слабку взаємодію між технічним станом об'єкту АТ і процесом його технічної експлуатації, який постійно змінюється [1].

Тісніший зв'язок забезпечується, коли стани процесу експлуатації визначаються відповідно до технічних станів об'єкту. Такий зв'язок забезпечують методи експлуатації за станом [3].

У основі цих методів лежить перехід від традиційно використовуваних середньостатистичних показників надійності авіаційних систем (планово-запобіжні методи) до індивідуальних оцінок їх стану в процесі експлуатації.

Методи експлуатації АТ за станом поділяються на два класи: методи експлуатації за станом з контролем рівня надійності та методи експлуатації за станом з контролем параметрів [3].

Для РЕА АТ найбільш тісну взаємодію між процесами експлуатації і технічним станом об'єкту забезпечує метод технічної експлуатації за станом із контролем параметрів [4].

Фундаментальною основою реалізації цього методу є той факт, що після вимірювання яких-небудь фізичних параметрів, які характеризують стан об'єкту, проводиться його класифікація, тобто віднесення об'єкту до одного з двох несумісних класів тих, що відповідають або не відповідають заздалегідь заданим вимогам. Сукупність вимірюваних в процесі експлуатації АТ параметрів об'єктивно визначає ймовірність оцінки стану зразка РЕА АТ. Тому обґрунтування кількості параметрів, які необхідно контролювати, є одним з найважливіших етапів досліджень в області експлуатації АТ за станом.

Технічний стан зразка РЕА АТ визначається шляхом проведення оцінки параметрів зразка, який ґрунтується на вимірюванні значень деяких параметрів. На сучасному етапі досліджень віддають перевагу показникам якості вимірювань. Тобто основним показником, який відображає якість вимірювань, є ймовірність оцінки параметра.

При використанні методу технічної експлуатації за станом із контролем параметрів виникає основна суперечність застосування цього методу: з одного боку необхідного збільшувати ймовірність оцінки контрольованих параметрів, а з іншого боку зменшувати витрати на експлуатацію [5]. На сучасному етапі досліджень існує декілька методів визначення кількості вимірюваних параметрів при експлуатації АТ за станом, такі як метод вибору, що враховує похідні параметрів; метод заснований на критерії знаків; емпіричний метод; метод вагових коефіцієнтів та інші [3]. Але всі ці методи не дозволяють вирішити задачу визначення кількості параметрів із заданою ймовірністю.

Мета статті полягає в розробці методики визначення кількості вимірюваних параметрів РЕА АТ при оцінці її стану із заданою ймовірністю для забезпечення експлуатації за станом.

Основна частина

Методика визначення кількості контрольованих параметрів із заданою ймовірністю [6] полягає у формалізації процесу визначення кількості вимірюваних параметрів зразка РЕА АТ. Формалізація процесу забезпечується введенням поняття значущості кожного параметра. Під значущістю параметрів будемо розуміти ступінь впливу зміни значення параметра на зміну значення характеристики зразка.

Кількісну оцінку значущості параметрів отримаємо за допомогою введення коефіцієнтів значущості. Для забезпечення наочності визначення числа контрольованих параметрів n , коефіцієнт значущості виразимо нормованою величиною в діапазоні $[0,1]$. Обчисливши для кожного параметра, потенційно придатного для оцінки заданої характеристики зразка РЕА АТ, коефіцієнт значущості, побудуємо впорядковану послідовність параметрів, яка характеризується відповідними коефіцієнтами значущості та розташуємо їх в порядку убуття своїх величин.

Коефіцієнт значущості визначимо як ймовірність оцінки характеристики зразка АТ при вимірюванні тільки одного l -го параметра

$$k_l = 1 - \sigma_{ul}^* / \sigma_u, \quad (1)$$

де σ_{ul}^* – апостеріорне середньоквадратичне відхилення оцінюваної характеристики u при вимірюванні тільки одного l -го параметра.

Після обчислення коефіцієнтів значущості (1) параметри сортуються в порядку убуття значень отриманих коефіцієнтів. Шукана кількість вимірюваних параметрів n_l для оцінки l -ої характеристики зразка АТ визначимо заданою величиною ймовірності ухвалення правильного рішення $d_l^{\text{зад}}$.

Методика дозволяє визначити кількість вимірюваних параметрів РЕА для забезпечення експлуатації АТ за станом. Вона не несе в собі евристичних елементів, що виключає можливість суб'єктивних помилок при визначенні об'єму вимірюваних параметрів для оцінки його технічного стану із заданою ймовірністю.

Для знаходження коефіцієнтів значущості параметрів застосуємо метод експертних оцінок.

Експертна оцінка проводилась в два етапи. Спочатку складався загальний список можливих параметрів зразка РЕА АТ. Для цього кожному експертові було запропоновано перерахувати параметри виробу з урахуванням можливості їх вимірювання, важливості відповідних якостей виробу в аспекті безпеки та ефективності застосування. За наслідками опиту складено загальний перелік N^* можливих параметрів. Потім проведена експертна оцінка значущості параметрів, які потрапили в перелік. Всі параметри були розташовані в ряд і пронумеровані в порядку убуття їх оцінок. Із визначеного числа N^* параметрів було обрано n найбільш значущих.

За наслідками визначення значущості коефіцієнтів побудована впорядкована монотонно-убутваюча послідовність параметрів, яка відображає принцип:

чим більше коефіцієнт значущості параметра, тим більше збільшення ймовірності оцінки характеристики дає оцінка цього параметра.

На базі впорядкованої послідовності параметрів побудована залежність ймовірності оцінки параметра, як функція кількості контрольованих параметрів. Необхідна кількість параметрів визначається заданою величиною ймовірності.

Запропонована методика застосована на прикладі експлуатації радіостанції Р-832М, яка встановлюється на літаку Л-39. У якості експертів були залучені 23 фахівці, які експлуатували радіостанцію більше 5-ти років і обіймали посади – начальник, інженер, старший технік групи обслуговування радіоелектронного обладнання (РЕО), начальник, інженер, старший технік групи регламенту і ремонту РЕО, старший викладач, викладач циклової комісії експлуатації РЕО.

На першому етапі експерти визначили загальний список можливих параметрів радіостанції Р-832М, з урахуванням можливості їх вимірювання.

Параметри, які отримали менше 85% голосів експертів, були відкинуті.

На другому етапі експерти в отриманій сукупності параметрів розставили коефіцієнти значущості параметрів в діапазоні від 0 до 1. Потім коефіцієнти були усереднені. На підставі отриманих результатів побудована впорядкована послідовність визначених параметрів в порядку убуття їх коефіцієнтів значущості. Отримані результати наведені в табл. 1. Графічне зображення отриманих результатів представлено на рис. 1.

Таблиця 1

Результати експертної оцінки коефіцієнтів значущості контрольованих параметрів

№ к-та	Найменування параметра	Усереднений коефіцієнт значущості
1.	Потужність передавача	0,972
2.	Напруга на виході приймача	0,76
3.	Стабільність частоти	0,618
4.	Чутливість приймача	0,513
5.	Глибина модуляції	0,402
6.	Напруга само прослуховування	0,3
7.	Коефіцієнт нелінійних спотворень передавача	0,209
8.	КБВ фідера	0,15
9.	Коефіцієнт нелінійних спотворень приймача	0,128
10.	Час переходу з каналу на канал	0,124
11.	Нерівномірність частотної характеристики тракту прийому	0,119
12.	Час переходу з режиму прийому в режим передачі	0,115
13.	Час переходу з режиму передачі в режим прийому	0,109
14.	Напруга відмикання приймача при включенні пригнічувача шумів	0,1
15.	Нерівномірність частотної характеристики тракту передачі	0,095
16.	Опір ізоляції АФУ	0,083
17.	Перехідний опір між елементами кріплення	0,08

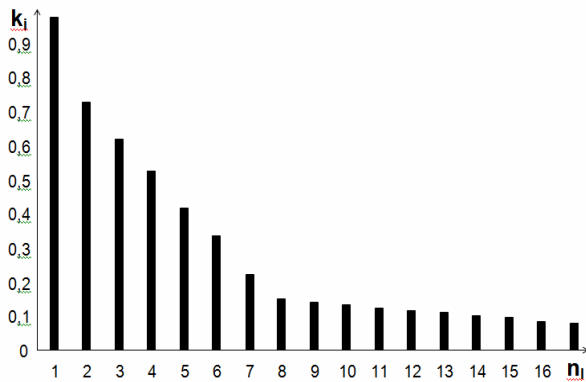


Рис. 1. Значення коефіцієнту значущості впорядкованої послідовності визначених експертами параметрів

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що експерти надали перевагу таким параметрам радіостанції, як потужність передавача, напруга на виході приймача, стабільність частоти, чутливість приймача, глибина модуляції, коефіцієнт нелінійних спотворень передавача і оцінили їх вклад в оцінку працездатності відповідно як 0,972; 0,725; 0,618; 0,523; 0,416; 0,333; 0,219. З аналізу наведеної на рис. 1 залежності витікає, що кожен подальший параметр вносить все менший внесок в збільшення ймовірності. На підставі цієї послідовності побудована залежність ймовірності d_i оцінки n -ої характеристики зразка АТ, як функція кількості вимірюваних параметрів (рис. 2).

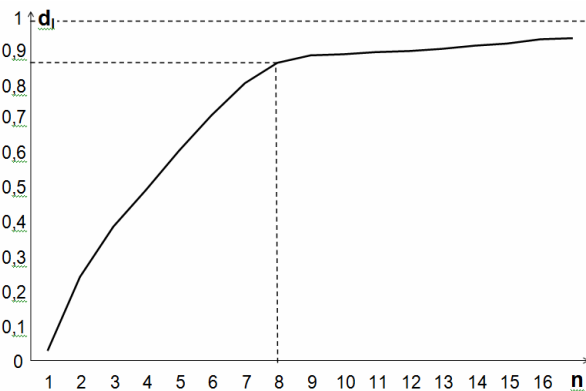


Рис. 2. Визначення кількості вимірюваних параметрів для оцінки характеристики РЕА

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ИЗМЕРЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ПО СОСТОЯНИЮ

А.В. Воронин, Н.В. Гудков

В статье предложена методика определения количества измеряемых параметров радиоэлектронной аппаратуры для оценки ее технического состояния с заданной вероятностью. Сущность методики состоит в формализации процесса определения количества измеряемых параметров образца авиационной техники. Формализация процесса обеспечивается введением понятия значимости каждого параметра. Количественная оценка значимости параметров определялась при помощи введения коэффициентов значимости. Для нахождения коэффициентов значимости параметров применялся метод экспертных оценок. Предложенная методика применена на примере эксплуатации радиостанции Р-832М.

Ключевые слова: техническое состояние, измеряемые параметры, радиоэлектронное оборудование, вероятность оценки, эксплуатация по состоянию, авиационная техника.

METHODIC OF DEFINITION QUANTITY MEASURED PARAMETERS OF ELECTRONIC EQUIPMENT AT AERONAUTICAL ENGINEERING OPERATION ON A CONDITION

A.V. Voronin, M.V. Gudkov

In article is offered the methodic of definition quantity of measured parameters electronic equipment for an estimation of its engineering condition with the set probability. The essence of a methodic consists in formalization process definition of quantity

З аналізу приведеної залежності видно, що при збільшенні кількості вимірюваних параметрів, які впорядковані в порядку убавання їх коефіцієнтів значущості, кожен подальший за номером параметр вносить все менший внесок в збільшення ймовірності. При контролі перших трьох параметрів «потужність передавача», «напруга на виході приймача», «стабільність частоти передавача» ймовірність оцінки стану становить 0,4. При завданні ймовірності оцінки стану 0,85 кількість вимірюваних параметрів становить вісім.

ВИСНОВКИ

1. Розроблена методика дозволяє практично вирішувати, як завдання аналізу (визначати величину ймовірності оцінки зразка АТ за кількістю вимірюваних параметрів).

2. При створенні нових систем АТ запропонована методика дозволяє вирішити завдання синтезу (визначати кількість вимірюваних параметрів по заданому значенню ймовірності).

Список літератури

1. Воронин А.Н. Сложные технические и эргатические системы: методы исследования: Монография / А.Н. Воронин, Ю.К. Зиятдинов, А.В. Харченко, В.В. Остапьевский. – Х.: Факт, 1997. – 204 с.
2. Гаскаров Л.В. Прогнозирование технического состояния и надежности радиоэлектронной аппаратуры / Л.В. Гаскаров, Т.А. Голинкевич, А.В. Мозгалевский. – М.: Сов. радио, 1974. – 224 с.
3. Давыдов П.С. Эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования: справочник / П.С. Давыдов, П.А. Иванов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
4. Дмитриевский Е.С. Конструкторско-технологическое обеспечение эксплуатационной надежности авиационного радиоэлектронного оборудования: Учеб. пособие / Е.С. Дмитриевский. – СПб: ГИИТ, 2001. – 88 с.
5. Кудрицкий В.Д. Фильтрация, экстраполяция и распознавание реализации случайных функций / В.Д. Кудрицкий. – К.: ФАДА, ЛТД, 2001. – 176 с.
6. Смирнов Н.Н. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию / Н.Н. Смирнов, А.А. Ицкович. – М.: Транспорт, 1980. – 232 с.

Надійшла до редакції 5.02.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Х.В. Раковський, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

measured parameters of the sample of aviation technique. Process formalization is ensured with introduction of concept of the importance each parameter. The quantitative estimation of the importance parameters was determined by means of introduction factors of the importance. The method expert estimations were applied to determination factors of the importance parameters. The offered technique is applied on an example operation of radio station R-832M.

Keywords: *the engineering condition, measured parameters, avionics, probability of estimation, maintenance on a condition state, aviation technique.*