

## МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУЮЧОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

А. Н. Зюбан, І. М. Майборода, С. В. Бондар

Розглянута модель підвищення ефективності технічного обслуговування складних систем шляхом прогнозування діагностичної системи.

Розширення сфери використання і поліпшення технічних показників радіоелектронної апаратури неминуче веде до постійного ускладнення останньої, до значного збільшення кількості елементів і різноманітності елементної бази, яка в цій апаратурі застосовується. Це призводить до підвищення вартості радіоелектронного обладнання і його експлуатації. Особливо жорсткі вимоги до функціональної складності й надійності висунув розвиток засобів радіоелектронного озброєння, управління і зв'язку.

Зростаюча складність радіоелектронного обладнання, що вимагає великої кількості елементів, неминуче призводить до зниження загальної апаратурної надійності і, як наслідок, до зменшення коефіцієнтів оперативної готовності й технічного використання.

Забезпечення необхідної надійності й необхідного коефіцієнту оперативної готовності радіоелектронної апаратури представляє складну проблему, безпосередньо пов'язану з удосконаленням системи технічного обслуговування й ремонту техніки, що експлуатується. Справа в тому, що систему технічного обслуговування прийнято розглядати як замкнену динамічну систему управління якістю об'єкту експлуатації, в якій операції виміру й контролю параметрів забезпечують сприймання інформації про дійсний стан об'єкту і прийняття необхідних рішень про керуючий вплив на нього.

За мірою ускладнення радіоелектронної техніки операції контролю, що містяться у всіх видах технічного обслуговування, стають все більш численними та трудомісткими і, відповідно, вимагають більших матеріальних та фінансових витрат. Досвід експлуатації сучасного радіоелектронного обладнання свідчить, що в процесі його обслуговування і ремонту найбільша вага припадає на пошук місць і встановлення причин відмов, що виникають. На ці операції витрачається від 40% до 90% загального часу [1].

Колишні методи й засоби контролю навіть у деякій мірі стали стримувати розвиток засобів радіоелектроніки. Основними причинами цього є надзвичайно зросла кількість і різноманітність вимірювальних приладів, що

© А. Н. Зюбан, І. М. Майборода, С. В. Бондар, 1998

застосовуються, великий час контролю, немала чисельність і висока кваліфікація обслуговуючого персоналу, що збільшує імовірність появи суб'єктивних помилок і промахів. Одержаний при цьому обсяг вимірювальної інформації настільки великий, що обробити, обміркувати й використати її у відведений час стає неможливим. У зв'язку з цим виникає гостра необхідність повної автоматизації процесів контролю параметрів радіоелектронної апаратури й обробки контрольно - діагностичної інформації.

Планово - запобіжна система технічного обслуговування, що використовується в нинішній час, орієнтована на проведення профілактичних заходів на об'єктах експлуатації у відповідності з календарними графіками, а не у відповідності з фактичним станом апаратури, стає все менш ефективною, а часом навіть згубною. Але, на жаль, перехід до системи технічного обслуговування за фактичним станом, спрямованої на проведення профілактичних робіт в той момент, коли цього вимагає технічний стан об'єкту експлуатації, пов'язаний з необхідністю постійного контролю за параметрами РЕА, що експлуатується, і реалізацією алгоритмів прогнозування її технічного стану на певних часових інтервалах.

На допомогу при вирішенні згаданих вище проблем можуть прийти автоматичні діагностичні системи, здатні вирішувати такі завдання [2]:

1. Автоматичний контроль технічних параметрів об'єкту діагностування з наступним документуванням.

2. Визначення технічного стану об'єкту діагностування на підставі аналізу виміряних параметрів.

3. Прогнозування технічного стану на фіксованому інтервалі часу і можливого моменту настання відмови.

4. Відпрацювання рекомендацій про термін, обсяг і місце проведення технічного обслуговування на підставі результатів прогнозування.

Формалізація останніх трьох з вищенаведених завдань представляє складну проблему, яка, однак, вирішується висококваліфікованими фахівцями - експертами шляхом використання ними як явних (які легко описуються з точки зору математики), так і інтуїтивних (що важко формалізуються) понять, категорій та правил.

Зважаючи на вищезгадане, можна стверджувати, що реальну допомогу експлуатаційникам РЕА зможуть надати системи, які ґрунтуються на знаннях і досвіді експертів, поійменовані в нинішній час експертними. Подібні системи дуже гарно зарекомендували себе в таких галузях людської діяльності, як медицина, геологія, економіка, і багатьох інших. Характерною їхньою особливістю є та легкість, з якою системи, що ґрунтуються на знаннях, вирішують завдання діагностики і прогнозування [3].

Раніше створенню подібних систем перешкоджали декілька чинників. Серед них найбільш значущими були висока вартість обчислювальних сис-

тем, здатних вирішувати завдання засобами штучного інтелекту, і слабкий розвиток засобів мікроелектроніки, на технологіях якої базуються датчики контрольної - діагностичної інформації (ДКДІ). В нинішній час ці проблеми в основному вирішені, і, здавалося б, настав час для переходу до найбільш прогресивних стратегій технічного обслуговування. Але зробити цей крок, на жаль, заважає парк морально застарілої техніки, що була успадкована Збройними Силами України від колишнього Радянського Союзу. Проблема полягає в тому, що розробники техніки в свій час орієнтувалися на планово-запобіжну систему технічного обслуговування і не передбачили можливості установа ДКДІ для контролю визначальних параметрів автоматичними засобами. Однак на певних зразках техніки зв'язку і радіотехнічного забезпечення при мінімальних доробках можливе встановлення подібних датчиків, що дозволить скоротити кількість технічних параметрів, які контролюються ручними засобами, до мінімуму.

Засоби й алгоритми прогнозування відмов на підставі вимірних технічних параметрів і значень статистичних величин відомі і викладені в [2]. Однак засоби порівняння реалізацій випадкових функцій змін значень параметрів елементів  $\xi_i(t)$  дозволяють одержувати більш вірогідні результати прогнозування у порівнянні з засобами, що ґрунтуються на статистичних оцінках. Реалізувати засоби порівняння функцій, що описують зміни параметрів під час експлуатації, можливо за умови використання засобів розпізнання образів, що є реалізацією технології штучного інтелекту.

На відміну від згаданої в [4] типової вмонтованої системи автоматизованого контролю прогнозуюча діагностична система повинна мати архітектуру, котра передбачала б наявність механізмів поповнення бази знань і бази діагностичних даних, куди повинні заноситися, відповідно, нові, раніше невідомі правила та факти, а також нові реалізації функцій зміни параметрів елементів у період експлуатації. Завдяки таким механізмам ефективність функціонування подібної прогнозуючої системи буде збільшуватися з часом, визволяючи людину від необхідності корекції діагностичних даних, що містяться у системі.

На підставі вищезгаданого можна зробити висновок про необхідність таких кроків для впровадження прогнозуючих діагностичних систем:

1. Встановлення в об'єкт діагностування датчиків контрольної-діагностичної інформації, що дозволять контролювати технічні параметри, визначені розробниками апаратури.

2. Створення прототипу і дослідницького зразка прогнозуючої діагностичної системи, здатної акумулювати в собі знання про реалізації функцій зміни параметрів елементів у процесі експериментальної експлуатації.

3. Постачання зразків техніки, оснащеної прогнозуючими діагностичними системами, у війська.

4. Збір інформації про функціонування й реалізації функцій зміни параметрів елементів підприємством - виробником для обробки і зворотна відправка систематизованих даних з метою підвищення ефективності функціонування прогнозуючої діагностичної системи.

Створення прототипу прогнозуючої діагностичної системи може бути реалізоване на підставі моделі, що містить механізми введення, обробки та зберігання контрольно - діагностичної інформації, а також алгоритми прогнозування технічного стану об'єкту експлуатації, який реалізується на підставі засобів розпізнання образів.

Таким чином, перехід до найбільш прогресивної стратегії технічного обслуговування техніки, що експлуатується, за фактичним станом стане можливим у випадку використання автоматичних прогнозуючих діагностичних систем, заснованих на технологіях штучного інтелекту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Зюбан А.Н., Терехов Н.К. Основы теории эксплуатации радиотехнических систем ВВС. Часть II. - Харьков, ХВВАУРЭ, 1989. - 100 с.
  2. Новиков В.С. Техническая эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования. - М.: Транспорт, 1987. - 261 с.
  3. Экспертные системы. Принципы работы и примеры / А. Брукинг, П. Джонс, Ф. Кокс и др. - М.: Радио и связь, 1987. - 224 с.
  4. Барзилович Е. Ю. Модели технического обслуживания сложных систем. - М.: Высшая школа, 1982. - 231 с.
-