

УДК 621.004.891

Г. Д. Радзівілов,
С. С. Штаненко

КОНЦЕПЦІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СУЧАСНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Сучасний рівень розвитку Збройних Сил України (ЗСУ), якісні зміни у способах і засобах ведення бойових дій поставили питання щодо вдосконалення системи управління в число найважливіших. Технічною основою системи управління ЗСУ, її невід'ємною складовою частиною є система зв'язку та автоматизації. Вона значною мірою визначає ступінь реалізації бойового потенціалу ЗСУ [4].

Насичення ЗСУ складною сучасною технікою зв'язку та автоматизації разом з підвищенням вимог до ефективності процесів управління приводить до ускладнення і різкого підвищення ролі експлуатації та ремонту радіоелектронної апаратури (РЕА). У цілій низці випадків чинник недостатньо високої кваліфікації обслуговуючого персоналу засобів зв'язку та автоматизації є причиною суттєвого зниження ефективності практичного використання цих засобів. У першу чергу це стосується процедур непланового ремонту техніки після експлуатаційних відмов і пошкоджень. *Мета* статті: провести аналіз існуючих підходів до діагностики радіоелектронної апаратури військового призначення, які базуються на технології і методах штучного інтелекту, розкриті їх недоліки та переваги. *Завдання* статті: 1) розглянути існуючі концепції відновлення працездатності радіоелектронної апаратури військового призначення; 2) обґрунтувати можливість роботи електронних систем у автономному режимі для генерування тестів у автоматичних випробувальних комплексах і для створення систем технічного обслуговування і пошуку несправностей у складних системах.

Аналіз різних складових часу відновлення РЕА свідчить, що найбільші труднощі у обслуговуючого і ремонтного персоналу, як правило, на етапі виявлення причин виник-

нення відмов. У той же час, у прикладній науковій дисципліні технічної діагностики достатньо детально розроблена проблема алгоритмізації виявлення дефектів у непрацездатній РЕА. Однак, низка причин, що пов'язана зі складністю використання рекомендацій технічної діагностики недостатньо кваліфікованим обслуговуючим персоналом, на сьогодні стримує впровадження цих рекомендацій у практику експлуатації і ремонту РЕА у військових умовах. У результаті реальні витрати часу на відновлення техніки після відмов і пошкоджень часто значно перевищують допустимі за умовами її практичного застосування значення [1].

Широке впровадження засобів обчислювальної техніки при виконанні деяких умов, здатне суттєво змінити цю несприятливу ситуацію на краще. Йдеться мова про розробку і практичне впровадження спеціальних програмних засобів підтримки діагностичної діяльності обслуговуючого і ремонтного персоналу, які базуються на технології і методах штучного інтелекту, а саме діагностичних експертних систем (ЕС).

Однак, при використанні методів штучного інтелекту для вирішення задач технічного обслуговування і пошуку несправностей у РЕА важливо не залишити без уваги цілу низку функціональних технічних проблем. По-перше, слід мати на увазі неможливість прямого запозичення досягнень медичної діагностики в ЕС МУСІН, оскільки існує дуже багато випадків неочікуваних несправностей РЕА, які не можна виразити заздалегідь у формі правил «якщо.., то...», які використовуються при зворотному логічному висновку на основі продукційних правил.

Наприклад, в техніці цілком звичайні такі несприятливі обставини, як попадання краплини припою, внаслідок чого може вийти з

ладу декілька компонентів на друкарській платі, пошкодження кабелю, також прикладом може бути порушення працездатності РЕА при попаданні вологи на ділянку висковольтного високоякісного ланцюга.

Всі відмічені обставини не можуть бути охоплені відповідними правилами, внаслідок чого потрібна якась більш універсальна методологія.

Розглянемо принцип функціонування ЕС. На рис. 1 показано, як формувалася база знань першої з них. Початкова база правил складалася з набору евристичних і спеціальних правил і містила інформацію про конкретний проект і умови його виконання.

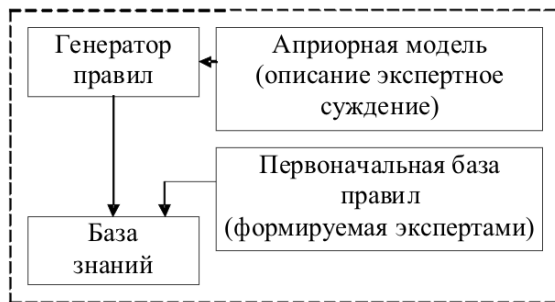


Рис. 1. Структура компілятора бази знань

При такому підході знання розробника, оператора і експлуатаційника можуть об'єднуватись разом, а результати такого об'єднання практичного досвіду і розуміння суті проблеми можуть приносити велику користь, будучи вбудованими в початкову базу знань. Зрозуміло, початкова база правил не може забезпечити рішення всіх задач пошуку несправностей, які можуть виникати в реальних умовах експлуатації РЕА. Тому в систему додане більш універсальне джерело інформації, а саме, априорна модель (опис експертної думки). Для формування цієї частини бази знань повинні використовуватися такі джерела відомостей, які можуть служити основою для породження правил самої ЕС. Форма їх повинна відповідати прийнятій у початковій базі правил. Частина джерел може бути блок-схемами діючого обладнання, вказуючи зв'язки і функціональні властивості системних компонентів. Основна інформація, що стосується електричних ланцюгів, може поєднуватися із загальними методами їх аналізу і діагностики. Завдяки цьому ЕС виявляється здатною породжувати нові правила, виходячи з розуміння конкретної схеми і істоти задачі. Крім цього, повинні використовуватися методи теорії надійності і ремонтпридатності, зокрема аналіз статистичних даних про минулі відмови і алгоритми прогнозування відмов РЕА.

Одна з основних особливостей підходу, запропонованого в роботі [5, с. 4], полягає в

урахуванні співвідношень, що характеризують реакцію конкретного модуля на різні несправності в сенсі нормального функціонування. Прикладом може служити генератор коливань, який управляє напругою; у цьому генераторі вхідна напруга, величина якої не відповідає встановленому діапазону, викликає на виході сигнал, який не відповідає заданому діапазону частот, причому відхилення буде того ж знаку і на ту ж відносну величину. Інше причинно-наслідкове відношення може, наприклад, визначати, що при зменшенні вихідного навантаження нижче від конкретного значення, величина сигналу зменшується. Ще один приклад — це фільтр верхніх частот, відносно якого встановлено правило: якщо на виході фільтра з'являється високий рівень постійної напруги, то мабуть, відмовив фільтр. Інші аналогічні приклади можна знайти в низці робіт [2; 7]. Одна з корисних властивостей описаного підходу, заснованого на використанні причинно-наслідкових функціональних описів кожного модуля системи полягає в тому, що із незначними змінами такий опис може застосовуватися в інших системах з аналогічними модулями. Результати нещодавніх робіт показують, що при введенні в ЕС причинно-наслідкового функціонального подання знань, вдається обходитися меншим числом тестів, ніж у підході, заснованого на якомусь іншому способі подання, що не припускає використання функціональних співвідношень.

На рис. 2 подана одна з можливих конфігурацій структурної схеми діагностичної експертної системи.

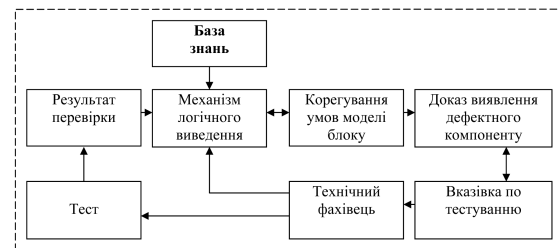


Рис. 2. Діагностична система

База знань аналогічна базі знань, наведеній на рис. 1. Механізм логічного виведення забезпечує аналіз і конкретний вибір правил, породжуваних генератором правил. Якщо відповідного правила знайти не вдається, генератор повинен сформулювати таке правило, яке може допомогти у пошуку і усуненні несправностей. Важливим функціональним призначенням цієї ЕС є прийняття рішень про те, яким повинен бути черговий тест, що проводиться, щоб забезпечувалась максимальна ефективність тестування.

Якнайкращий черговий тест повинен вибиратися з урахуванням його вартості і ха-

рактизуватися найменшими витратами при найбільшому об'ємі одержуваної інформації. Перші спроби чисельного визначення найкращого чергового тесту були пов'язані з використанням методів теорії ігор, що застосовувалися в перших системах штучного інтелекту. При такому підході машина розглядалась як одна із протидіючих сторін у грі і стратегія полягала в тому, щоб максимізувати виграш користувача і мінімізувати прогнозовані втрати, які виникають унаслідок дій супротивника. Виявилось, що такий підхід вимагає надмірних обчислювальних витрат і тому нереалізований [8]. Інший підхід, що одержав назву "мінімальна середня гамма", був запропонований у роботі [6]. У рамках цього підходу обчислювалися середні втрати, оскільки устаткування не займало активної наступальної позиції по відношенню до технічного персоналу. Але і підхід, заснований на мінімізації середніх втрат, теж виявився занадто дорогим у обчислювальному відношенні. Тому в низці праць [2; 5; 6] було запропоновано процедуру евристичного відсіювання, яка є попередником одноразового обчислення мінімуму середніх втрат. При цьому так звані функціональні знання є необхідним компонентом процесу пошуку і усунення несправностей, оскільки їх використання дає можливість скоротити загальне число тестів, що проводяться. Крім того, наявність функціональних знань дозволяє показати технічному фахівцю, як повинні виконуватися тести і яких при цьому слід чекати результатів.

Висновок. Досягнутий прогрес дає підстави сподіватися на допомогу ЕС у сфері технічної діагностики і усунення несправностей РЕА. Дані ЕС такого типу будуть орієнтовані на забезпечення процедур прийняття рішень. З накопиченням практичного досвіду з'явиться можливість роботи ЕС в автономному режимі для генерування тестів у автоматичних випробувальних комплексах і для створення систем технічного обслуговування і пошуку несправностей у складних системах.

Література

- 1. Вольнський А. А.** Разработка экспертных систем технического диагностирования средств связи и автоматизации: Пособ. по дипломному проектированию / А. А. Вольнский, В. Ф. Шаповалов, Л. Н. Сакович. — К. : КВИДКУС, 1987. — 266 с.
- 2. Борисов А. Н.** Обработка нечеткой информацией в системах принятия решений / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев. — М. : Радио и связь, 1989. — 304 с.
- 3. Ксенз С. П.** Разработка диагностического обеспечения и построения систем диагностирования и восстановления техники связи и управления / С. П. Ксенз, А. А. Вольнский, Л. Н. Сакович. — Л. : ВАС, 1984. — 320 с.
- 4. Малярчук М. В.** Проблемы и задачи военно-научного сопровождения процесса перевооружения войск зв'язку / М. В. Малярчук // III Наук.-практ. конф. "Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення". — К. : ВІТІ НТУУ "КПІ", 2006. — С. 10—15.
- 5. Франклин Д. Э.** Технология экспертных систем для военных применений: Избр. примеры / Д. Э. Франклин, К. Л. Кармода, К. Келлер // ТИИ-ЭР. — 1988. — Т. 76. — № 10. — С. 18—68.
- 6. Энгель Е. А.** Методы и алгоритмы обработки информации нечеткими нейросетями в системах интеллектуальной поддержки принятия решений / Е. А. Энгель, И. В. Ковалев // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета. — 2007. — № 4. — С. 50—53.
- 7. Jackson P.** Introduction to Expert Systems. Reading. — MA : Addison-Wesley, 1986. — 248 p.
- 8. Harmon P., Ring D.** *Expert Systems*. — New York: Wiley, 1985. — 270 p.

В статье проведен анализ существующих подходов к диагностике радиоэлектронной аппаратуры военного назначения, которые базируются на технологии и методах искусственного интеллекта, раскрыты их недостатки и преимущества.

Ключевые слова: диагностика радиоэлектронной аппаратуры; искусственный интеллект; методы обработки информации; системы технического обслуживания.