

УДК 681.562

А.В. Вакаренко¹, В.С. Наконечний², В.А. Голуб¹, Р.В. Матіішен¹

¹Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України, Київ

²Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

КОНСТРУКЦІЙНІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ АСПЕКТИ ВІТЧИЗНЯНОЇ АПАРАТУРИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ І РЕМОНТУ ЕЛЕКТРОННИХ МОДУЛІВ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Розглядаються конструкційні та функціональні особливості вітчизняної апаратури для діагностування і ремонту електронних модулів зенітних ракетних комплексів.

Ключові слова: електронні модулі, радіотехнічна система, зенітний ракетний комплекс.

Вступ

На сьогодні в Україні вагоме значення має виконання робіт щодо відновлення існуючої військової техніки, зокрема складових елементів зенітних ракетних комплексів (ЗРК), ресурс експлуатації яких майже закінчився. Така техніка налічує чимало вузлів і блоків, що складаються з набору електронних модулів (ЕМ), які забезпечують виконання функцій управління ЗРК [1]. Вихід зі строю ЕМ відбувається з різних причин, як правило, це скачки напруги, старіння та розриви паяних з'єднань їх елементів, що потребує перевірки функціонування ЕМ в цілому.

Мета статті – оцінка вітчизняної апаратури для діагностування та відновлення ЕМ радіотехнічних систем зенітних ракетних комплексів.

Основний матеріал

Існують визначені вимоги щодо діагностики і ремонту ЕМ військового призначення, а саме: універсальність – ремонт виробів різного типу; оперативність – проведення діагностики і ремонту ЕМ на рухомих транспортних засобах; можливість зберігання та поповнення бази даних тестів як основної, так і резервної копії; стійкість до дії зовнішніх чинників; зручність експлуатації, технічного обслуговування, ремонту і зберігання; видача даних на робочі місця по запиті і т. інш.

За рішенням Міністерства оборони України в науково-технологічному підприємстві "ЮБК-СПЕКТР" було розроблено програмно-апаратне робоче місце (ПАРМ) для діагностики і ремонту ЕМ, які встановлені у ЗРК типу С-300-ПС. Однак, ПАРМ здатне

обслуговувати незначний асортимент ЕМ із числа їх різноманітних типів.

На погляд авторів даної статті більш досконалим вважається універсальний мобільний ремонтно-діагностичний модуль (УМРДМ), розроблений у державному підприємстві „Укроборсервіс”, який призначений для проведення діагностування та відновлення ЕМ радіотехнічних систем ЗРК типу С-300ПТ, С-300ПС, С-300В-1, радіолокаційних станцій (РЛС) типу 5Н66М, 5Н64, 43Л6, 73Н6 і автоматизованих систем управління (АСУ) типу 9С457, як на місцях їх постійної дислокації, так і у польових умовах. Обладнання УМРДМ дозволяє проводити діагностування і відновлення цифрових, аналогових і цифро-аналогових ЕМ та вторинних джерел живлення.

Система діагностичного обладнання УМРДМ, структурна схема якого показана на рис. 1, являє собою універсальну базу діагностики і ремонту різноманітних типових елементів заміни (ТЕЗ) і виконана на базі чотирьох програмно-апаратних незалежних автоматизованих робочих місць (АРМ-1, АРМ-2, АРМ-3 та АРМ-4) з розподілом відповідних функцій. Конструкція основних блоків (АРМ-1 – АРМ-4) стандартизована, що забезпечує ергономічність експлуатації і компактність їх установки. Роз’єми інтерфейсу (АРМ-1 – АРМ-3) з об’єктом діагностування (ОД) винесені на робочий стіл оператора.

Для діагностування ЕМ їх демонтують з виробу (ЗРК, РЛС, АСУ) і підключають до відповідного робочого місця, яке дозволяє перевіряти цифрові модулі (АРМ-1), аналогово-цифрові (АРМ-2), а також модулі електроживлення (АРМ-3). На вхід ЕМ, що діагностується, подаються відповідні тест-сигнали. За параметрами сигналу відгуку на виході ЕМ визначається його технічний стан. Діагностування проводиться до рівня радіокомпонентів. Обладнання робочого місця з ремонту дозволяє здійснювати необхідний ремонт попередньо діагностованих несправних ЕМ, після чого вони повертаються на післяремонтний діагностичний контроль. Така побудова технологічного циклу аналізу та ремонту ЕМ дозволяє оперативно користуватися наявними базами даних для виконання відповідних робіт [2].

На рис. 1 позначено: Ф_АРМ-1– фікстура АРМ-1; Ф_АРМ-2 – фікстура АРМ-2; КБ_АРМ-1 – комутаційний блок АРМ-1; КБ_АРМ-2 – комутаційний блок АРМ-2; КБ_АРМ-3 – комутаційний блок АРМ-3; ПБ_АРМ-1 – приборний блок АРМ-1; ПБ_АРМ-2 – приборний блок АРМ-2; ПБ_АРМ-3 – приборний блок АРМ-3; БНІП – блок нагрузок і перетворювачів; КК_АРМ-1 – керуючий комп’ютер АРМ-1; КК_АРМ-2 – керуючий комп’ютер АРМ-2; КК_АРМ-4 – керуючий комп’ютер автоматизованого робочого місця адміністрування; ДБЖ – джерело безперебойного живлення; КЛОМ – комутатор локальної обчислювальної мережі.

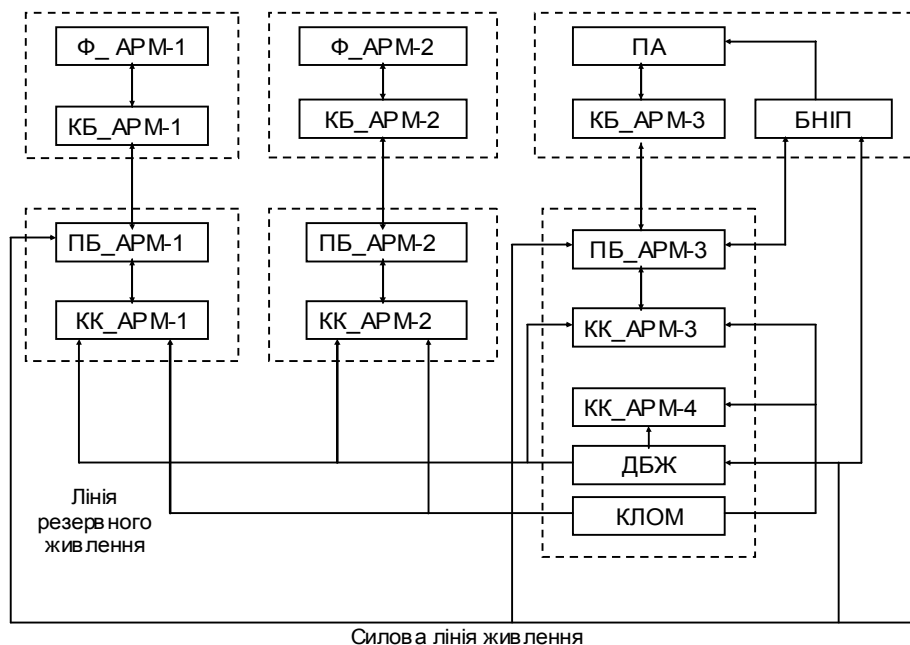


Рис. 1. Структурна схема системи діагностичного обладнання УМРДМ

АРМ-1, загальний вигляд якого показаний на рис. 2, призначено для діагностування складних цифрових ТЕЗ електронної апаратури, побудованих на будь-якій комбінації з програм логіки.

АРМ-1 реалізує дві основні концепції:

– самодостатності, яка полягає у тому, що для діагностування цифрових електронних модулів не-

має необхідності у використанні будь-яких зовнішніх приладів;

– повноти контролю, що дозволяє визначати не лише логічні несправності компонентів, але й неявні несправності та пошкодження, що викликані старінням радіоелементів, прихованими дефектами монтажу печатних плат і т.і.

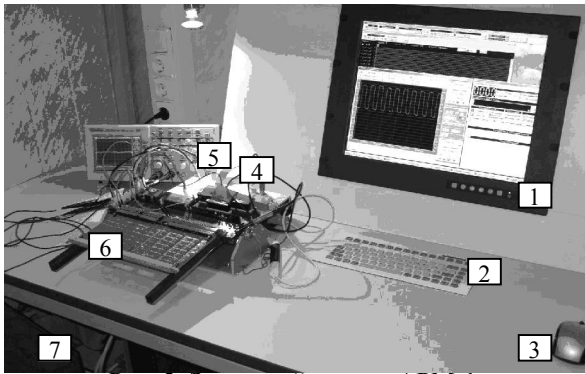


Рис. 2. Загальний вигляд АРМ-1:

- 1 – монітор, 2 – клавіатура, 3 – мишка,
4 – комутаційний блок, 5 – змінний адаптер ОД;
6 – фікстура з ОД; 7 – приборний блок

Кожному апаратному модулю АРМ-1, призначеному як для видачі тестових впливів, так і для прийому відповідних реакцій, відповідає своя система баз даних для накопичення та зберігання діагностичної інформації щодо кожного ЕМ, який тестується.

Функціонування АРМ-1 проводиться роботою приладного блоку, що управляється керуючим комп'ютером з відповідним програмним забезпеченням.

Приладний блок АРМ-1 виконує функції:

- електричне живлення ЕМ, що тестується;
- тестування ЕМ з одночасною реєстрацією реакції ЕМ на тест;
- внутрішньосхемне тестування активних компонентів ЕМ;
- внутрішньосхемне тестування за допомогою реєстрації реакції ЕМ, що тестується на тест у її внутрішніх контрольних точках.

Тестування ЕМ з боку її крайових роз'ємів полягає у:

- подачі тесту на вхідні контакти роз'єму;

– реєстрації реакції ЕМ, що тестується на тестові впливи з відповідних вихідних контактів її роз'єму та порівняння з еталонами.

Внутрішньосхемне тестування активних компонентів ЕМ полягає у подачі тесту на будь-який корпус мікросхеми, яка розташована на платі, що тестується, реєстрації реакції конкретної мікросхеми на тест, порівняння цієї реакції з еталоном та видачі висновку про справність (несправність) конкретної мікросхеми, що тестується.

Внутрішньосхемне тестування здійснюється за допомогою реєстрації реакції ЕМ, що тестується, на тест у її внутрішніх контрольних точках і полягає у реєстрації реакції ЕМ на тест її внутрішніх контрольних точок за допомогою вбудованих приладів – сигнатурного та логічного аналізатора, а також цифрового осцилографа.

Програмно-керована схема електроживлення ЕМ, що тестується на АРМ-1, забезпечує подачу на ЕМ, що тестується, усіх необхідних номіналів напруг живлення з можливістю програмування щодо підвищення або зниження основних напруг живлення у заданому діапазоні ($\pm 5\%$, $\pm 10\%$).

Конструкція блоків АРМ-2 подібна АРМ-1 і використовується для діагностування аналогово-цифрових змінних ЕМ радіоелектронної апаратури. АРМ-2 також реалізує концепції самодостатності та повноти контролю і функціонування його виконується аналогічно АРМ-1.

АРМ-3, загальний вигляд якого показаний на рис. 3, призначено для виконання автоматизованого діагностування та післяремонтного контролю модулів електроживлення радіоелектронної апаратури спеціального призначення:

- модулів спрямовувачів, що працюють від мережі 220 В, 400 Гц;
- модулів стабілізаторів;

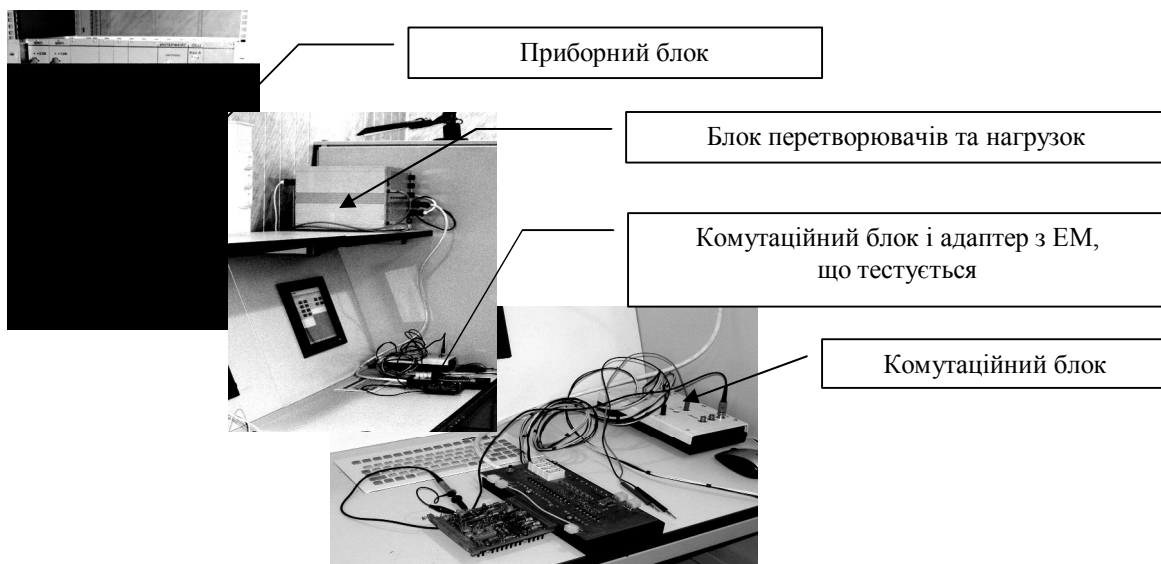


Рис. 3. Загальний вигляд АРМ-3

– низьковольтних модулів спрямовувачів, що працюють від мережі в діапазоні від 31 до 60 В, 400 Гц. Функціонування АРМ-3 забезпечується роботою приладного блоку, що управляється керуючим комп'ютером з відповідним програмним забезпеченням.

Приладний блок АРМ-3 забезпечує:

- електричне живлення ЕМ, що тестується;
- контроль функціонування ЕМ за принципом „пройшов–не пройшов”;
- локалізація несправності за допомогою вбудованих приладів (мультиметра та осцилографа) на основі аналізу діагностичних ознак прояву несправності.

АРМ-4 – автоматизоване робоче місце адміністрування призначено для створення та зберігання ремонтних баз даних для АРМ-1, АРМ-2, АРМ-3, а також для конвертації принципів схем і підготовки даних для створення тестів цифрових типових елементів заміни із програмного середовища Everest.

УМРДМ також має універсальне робоче місце з ремонту ЕМ, що призначено для виконання демонтажних-мотажних та ремонтно-відновлених робіт ТЕЗ, які підлягають ремонту після визначення причин несправності та їх локалізації.

Присутність в УМРДМ GSM – модуля дозволяє обмінюватися інформацією з зовнішніми абонентами через глобальні та локальні інформаційні мережі.

Конструкційне виконання УМРДМ здатне функціонувати при температурі оточуючого середовища від -40 до +50 °С, відносній вологості повітря до 98 % (при $t = 35$ °С) та концентрації статичного пилу до 2 г/м^3 .

На рис. 4 показана залежність часу (t), що витрачається на ремонт електронних модулів, від їх кількості (N), і як результат, проміжок часу скорочується майже у двічі при використанні універсального мобільного ремонтно-діагностичного модуля замість стаціонарної майстерні.

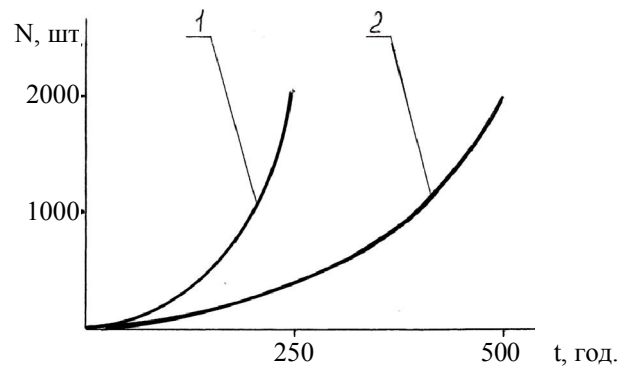


Рис. 4. Залежність часу, що витрачається на ремонт ЕМ, від їх кількості (N): 1 – УМРДМ; 2 – стаціонарна майстерня

Висновок

Таким чином, перевага УМРДМ полягає у можливості виконання всього комплексу необхідних робіт, що стосується діагностування і ремонту ЕМ, за короткий проміжок часу саме на місці дислокації ЗРК, ніж доставка ЕМ на стаціонарну майстерню і їх подальший ремонт.

Дослідний зразок УМРДМ успішно пройшов державні випробування за програмою та методиками, розробленими у Центральному науково-дослідному інституті озброєння та військової техніки Збройних Сил України, і прийнятий на постачання Збройних Сил України.

Список літератури

1. Ланецький Б.Н. Основы теории надежности, эксплуатации и ремонта радиоэлектронной аппаратуры зенитных ракетных систем / Б.Н. Ланецький. – Х.: ХВУ, 1998. – 400 с.
2. Герасимов Б.М. Интеллектуальное диагностирование сложных технических систем / Б.М. Герасимов, И.В. Самойлов, В.В. Камышин // НТИ. – 2007. – № 1. – С. 3-7.

Надійшла до редколегії 9.03.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.М. Ланецький, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

А.В. Вакаренко, В.С. Наконечный, В.А. Голубь, Р.В. Матишеш

Рассматриваются конструкционные и функциональные особенности отечественной аппаратуры для диагностирования и ремонта электронных модулей зенитных ракетных комплексов.

Ключевые слова: электронные модули, радиотехническая система, зенитный ракетный комплекс.

CONSTRUCTION AND FUNCTIONAL ASPECTS OF DOMESTIC APPARATUS FOR DIAGNOSTICATING AND REPAIR OF ELECTRONIC MODULES OF ZENITHAL ROCKET COMPLEXES

A.V. Vakarenko, V.S. Nakonechny, V.A. Golub', R.V. Matiishen

The construction and functional features of domestic apparatus are examined for diagnosing and repair of the electronic modules of zenithal rocket complexes.

Keywords: electronic modules, radio engineering systems, zenithal rocket complexes.