

УДК 681.562

А.В. Вакаренко<sup>1</sup>, В.С. Наконечний<sup>2</sup>, В.А. Голуб<sup>1</sup>, Р.В. Матіішен<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України, Київ

<sup>2</sup>Харківський 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 після-ремонтний 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.

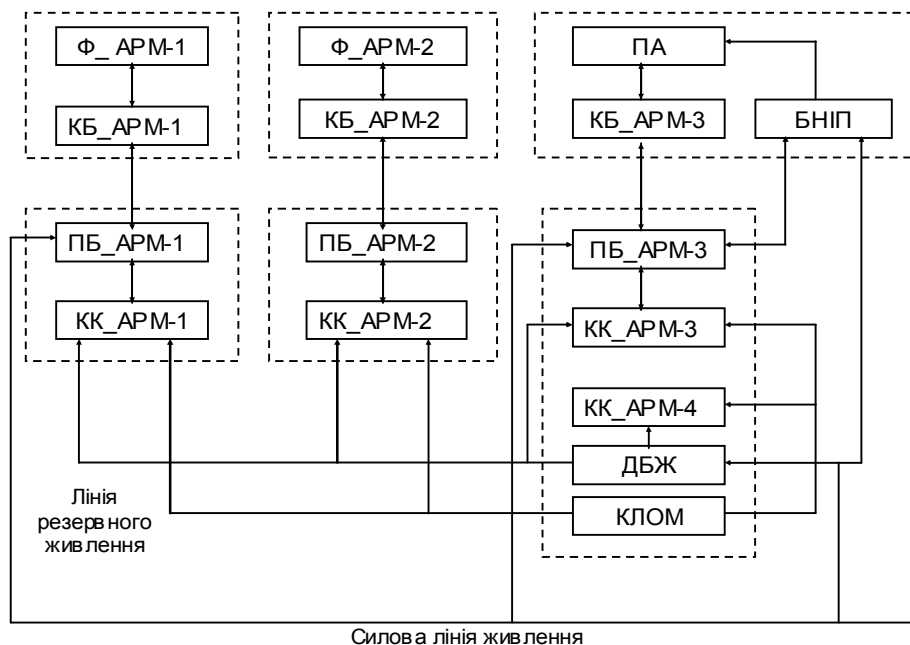


Рис. 1. Структурна схема системи діагностичного обладнання УМРДМ

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.

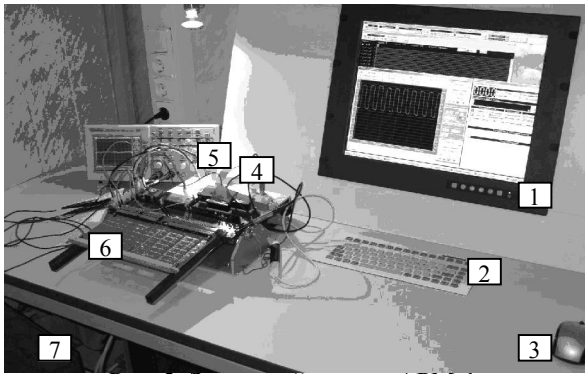


Рис. 2. Загальний вигляд АРМ-1:

- 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;

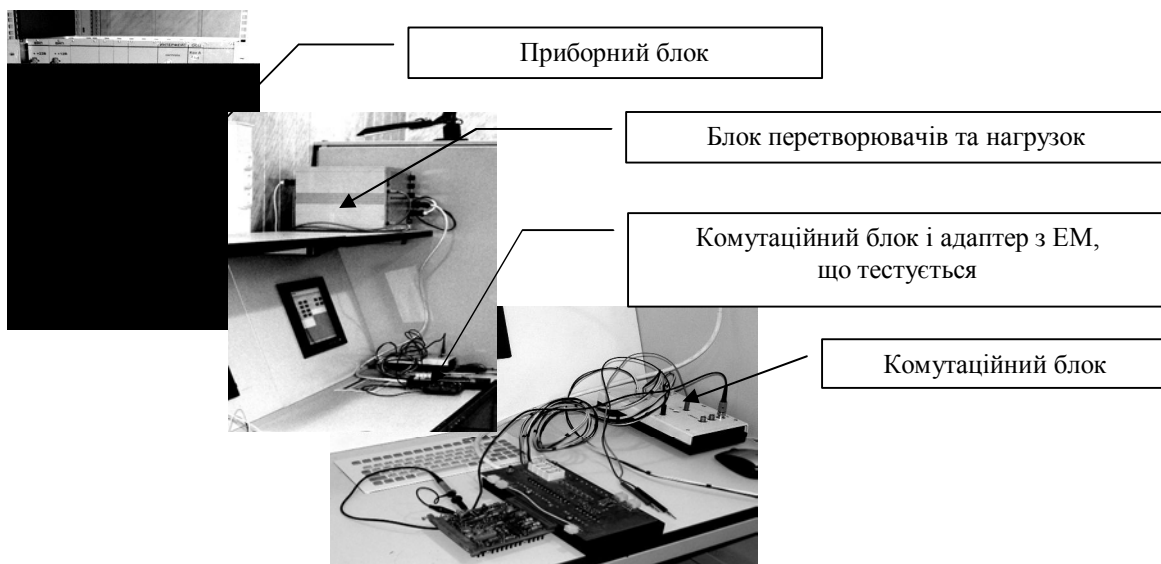


Рис. 3. Загальний вигляд АРМ-3

– 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 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<sup>3</sup>.

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.

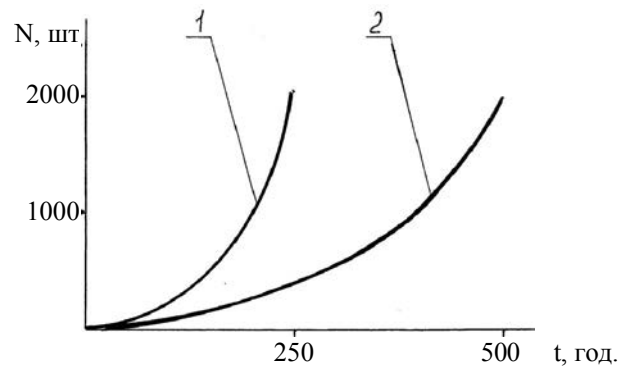


Рис. 4. Залежність часу, що витрачається на ремонт ЕМ, від їх кількості ( $N$ ): 1 – УМРДМ; 2 – стаціонарна майстерня

## 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 diagnosticating and repair of the electronic modules of zenithal rocket complexes.*

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