

КЕРОВАНИЙ КОМУТАТОР ЦИФРОВИХ І АНАЛОГОВИХ СИГНАЛІВ

На сьогоднішній день у військах Збройних Сил України використовується велика кількість складних радіотехнічних об'єктів, які за різних причин можуть виходити із ладу і потребують термінового відновлення в умовах ведення бойових дій. До таких об'єктів відноситься радіолокаційна станція (РЛС) 19Ж6 і її модифікації. Рівень діагностичного забезпечення даної РЛС не відповідає вимогам, які висуваються до сучасних зразків радіоелектронних засобів озброєння (РЕЗО). Тому виникає необхідність розробки нових або вдосконалення існуючих діагностичних систем та комплексів контролю технічного стану радіоелектронних компонентів РЛС. Для контролю технічного стану, пошуку і локалізації несправних елементів та проведення ремонтних робіт на сучасних РЕЗО вітчизняного виробництва застосовується автоматизований діагностичний комплекс (АДК) серії «Діана». Даний комплекс призначений для діагностики та відновлення складних цифрових і цифро-аналогових типових елементів заміни (ТЕЗ) РЕЗО.

Досвід експлуатації АДК серії «Діана» показав певні можливості щодо його удосконалення з метою автоматизації процесу підключення об'єкту діагностування (ОД) до діагностичного обладнання АДК. У статті запропонована структурна схема керованого комутатора цифрових і аналогових сигналів реалізація якого у обладнання АДК серії «Діана» суттєво спростить процес підключення ОД, подачі на нього напруг живлення і перевіряльник тестових послідовностей. В цілому це покращить автоматизацію процесу діагностування і зменшить час діагностування, що, у загальному випадку, підвищить коефіцієнт готовності РЕЗО.

Можливості запропонованого комутатора сигналів розраховані для діагностування ТЕЗ, що використовуються у РЕЗО на теперішній час, а також, за рахунок програмного керування комутатором стає можливим створення універсального пристрою підключення ТЕЗ до діагностичного обладнання АДК серії «Діана» або інших перспективних діагностичних систем РЕЗО.

Ключові слова: керований комутатор, автоматизований діагностичний комплекс, об'єкт діагностування, РЛС 19Ж6.

Вступ. Безпека держави, в тому числі і військова, залежить від надійної та безперервної роботи великої кількості різноманітних складних технічних об'єктів. З усього різноманіття таких об'єктів, в окрему групу можна звести складні технічні об'єкти радіоелектронної техніки, які, з погляду надійності, є відновлювальними об'єктами. Велика кількість таких об'єктів, використовуються у військовій сфері, та забезпечують необхідний рівень боєздатності Збройних Сил України.

В умовах ведення бойових дій скорочення часу на відновлення їх працездатного стану необхідно надавати пріоритетне значення в комплексі заходів із загальною стабілізацією ситуації. Однак потенційні можливості військових ремонтних органів (ВРО), які повинні займатися відновленням РЕЗО, практично реалізуються не в повному обсязі [1-3].

Для недопущення зниження рівня бойової готовності військових частин необхідно покращити показники ремонтпридатності їх РЕЗО. В першу чергу це стосується зменшення середнього часу відновлення. Одним з шляхів розв'язання даної проблеми є розробка та комплектація зразків РЕЗО діагностичними комплексами і системами, під якими варто розуміти комплекс взаємозалежних правил, методів, алгоритмів і засобів, необхідних для здійснення діагностування об'єктів РЕЗО, а також треба поліпшувати загальну систему технічного обслуговування і ремонту.

До таких РЕЗО можна віднести РЛС 19Ж6, яка на сьогоднішній час активно експлуатується у військах. Рівень діагностичного забезпечення даної РЛС не відповідає вимогам, які висуваються до сучасних зразків РЕЗО. Для діагностування та проведення ремонтних робіт на сучасних РЕЗО вітчизняного виробництва застосовується автоматизований діагностичний комплекс серії «Діана». Даний комплекс призначений для діагностики та відновлення складних цифрових і цифро-аналогових типових елементів заміни [3, 4].

Постановка задачі. Таким чином, існує задача щодо покращення роботи військових ремонтних органів (ВРО) за рахунок розробки і використання сучасних засобів діагностування типових елементів заміни РЛС19Ж6, якими можна доукомплектувати ВРО. В рамках загальної задачі, можна виділити ряд часткових задач. Однією з таких задач є скорочення середнього часу відновлення РЕЗО через розробку технічних рішень по удосконаленню автоматизованого діагностичного комплексу серії «Діана».

Метою статті є розробки технічних рішень по удосконаленню апаратури АДК серії «Діана». У статті представлений керований комутатор цифрових і аналогових сигналів використання якого покращить показники ремонтпридатності РЛС 19Ж6 і її модифікацій.

Викладення основного матеріалу дослідження. Для контролю технічного стану, пошуку несправних елементів і відновлення складових елементів зразків РЕТ на місці їх постійної дислокації на теперішній час використовуються різні вимірювальні прилади, системи і діагностичні комплекси. Одним із сучасних представників такої вимірювально-діагностичної системи є автоматизований діагностичний комплекс «Діана» різних модифікацій.

Діагностичні комплекси серії «Діана» призначені для виміру, формування, контролю електричних величин, а також для локалізації несправностей, реєстрації й відображення результатів вимірів і контролю й застосовуються в промисловості при розробці, виробництві, випробуваннях, ремонті й технічному обслуговуванні складних радіоелектронних технічних систем [3].

Комплекси складаються із шістьох підсистем, виконаних по модульному принципу й працюючих під керуванням зовнішньої ПЕОМ:

- підсистема формування тимчасових інтервалів;
- підсистема виміру тимчасових інтервалів;
- підсистема формування рівнів стимулюючих сигналів;
- підсистема виміру рівнів стимулюючих впливів;
- підсистема формування різноманітних аналогових сигналів, реєстрації й виміру параметрів сигналів ОД
- підсистема формування живлення й керування вторинними джерелами живлення об'єкта діагностування.

Технічні дані й основні параметри блоку базового комплексу «Діана-4.2 АІК» представлено у Паспорті на виріб. Технічні дані зовнішніх приладів: осцилографа й аналізатора спектра з генератором, що стежить наведені у відповідних технічних документах на дані прилади [3].

Узагальнений склад комплексу «Діана-4.2 АІК» показаний на рис.1.

Центральним ядром комплексу Д-4.2 АІК є блок базовий і спеціальне програмне забезпечення (СПЗ).

Керування базовим блоком здійснюється за допомогою керуючого комп'ютера, що підключається до базового блоку кабелем USB.

Для підключення об'єкта діагностування (ОД) до базового блоку й до зовнішніх приладів використовується комутуючий пристрій.

Уся необхідна для тестування й діагностування ОД інформація зберігається в ремонтних базах даних (РБД).

Центральним ядром комплексу Д-4.2 АІК є блок базовий і спеціальне програмне забезпечення (СПЗ).

Керування базовим блоком здійснюється за допомогою керуючого комп'ютера, що підключається до базового блоку кабелем USB.

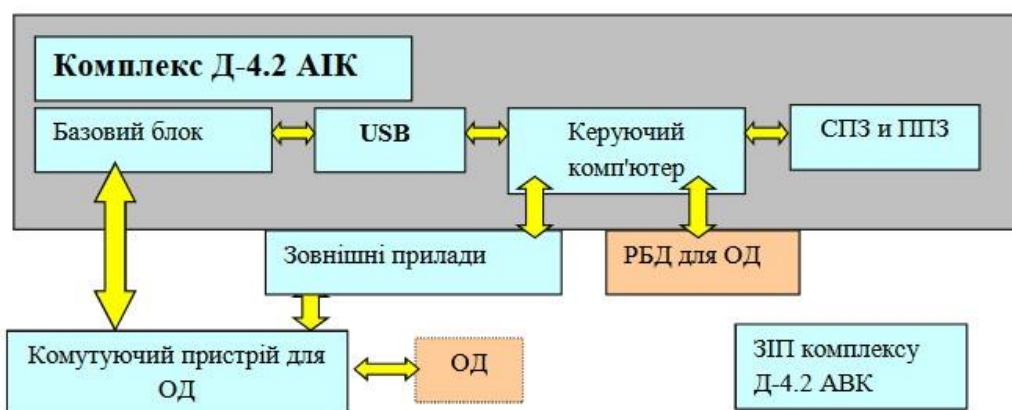


Рисунок 1 – Склад комплексу «Діана-4.2 АІК»

Для підключення об'єкта діагностування (ОД) до базового блоку й до зовнішніх приладів використовується комутуючий пристрій.

Уся необхідна для тестування й діагностування ОД інформація зберігається в ремонтних базах даних (РБД).

СПЗ комплексу Д-4.2 АІК і РБД ОД розміщуються на жорсткому диску керуючого комп'ютера.

Комплекси «Діана-4.2 АІК» призначені для контролю функціонування, виміру параметрів, діагностування й локалізації несправностей до змінного елемента в цифрових, цифро-аналогових і аналогових ОД.

Комплекс Д-4.2 АІК дозволяє робити тестування ОД з боку крайових рознімів і внутрішньосхемне тестування ОД, у тому числі параметричне тестування для установок.

Тестування ОД з боку його рознімів полягає в подачі послідовності тестових впливів на вхідні контакти крайових рознімів ОД з наступною реєстрацією реакцій тестованого ОД з вихідних контактів крайового рознімання й порівнянням їх з еталоном, записаним в пам'ять керуючого комп'ютера. Подача послідовності тестових впливів і реєстрація реакцій здійснюється за допомогою тестового процесора (ТП).

Об'єкт діагностування підключається до модулів ТП, вторинних джерел живлення і зовнішнім приладам через комутуючий пристрій [3].

Комутуючий пристрій являє собою набір контактів складаного поля для здійснення комутаційного з'єднання за допомогою шести видів комутаційних з'єднувачів (перемичок). Для кожного ОД в описі на нього надається комутаційна схема, відповідно до якої інженер на робочому місці вручну повинен зробити відповідні комутаційні з'єднання. Цей процес потребує багато уваги, щоб уникнути виходу мікросхеми з ладу і потребує достатньо великої кількості часу для здійснення операцій комутування. Він не автоматизований і не має світлової індикації які саме контакти складаного поля підключені до ОД і у разі невизначеності у процесі діагностування відволікає увагу інженера на перевірку правильності підключення відповідних контактів крайових рознімів ОД.

В статті пропонується автоматизувати процес підключення ОД до діагностичного комплексу шляхом заміни ручного пристрою комутації контактів крайових рознімів на програмно-керований електронний пристрій комутації. Далі розглядаються структура і принцип роботи керованого комутатора цифрових і аналогових сигналів, який має стати частиною діагностичного автоматизованого комплексу серії «Діана». Його завданням є комутація сигналів з тестового процесора, а також напруг живлення поданих від одного або кількох джерел на входи ОД і підключення виходів ОД до підсистеми аналізу вихідних реакцій ОД.

В статті запропонована структурна схема керованого комутатора сигналів призначеного для організації діагностування цифрових ТЕЗ з боку 32 контактів крайового рознімання для ОД.

Комутатор складається з наступних функціональних вузлів (рис.2):

ПЕОМ – пристрій введення інформації про ОД і керування тестовим процесором (ТП) діагностичного комплексу «Діана»;

ТП – тестовий процесор діагностичного комплексу;

МС – мікроконтролер, призначений для управління схемами, які підключені до комутаційної колодки (плати підключення ОД);

Блок індикації – пристрій для візуального контролю номерів підключених входів і виходів плати підключення;

Джерело напруг – формус напруги живлення, необхідні для нормального функціонування ОД;

Ключ живлення – електронна схема, що підключає визначені значення напруг джерела живлення до відповідних контактів плати підключення ОД;

MUX-DEMUX – схема, що реалізує функції мультиплексування-демультиплексування,

Плата підключення – комутаційне рознімання для підключення ОД.

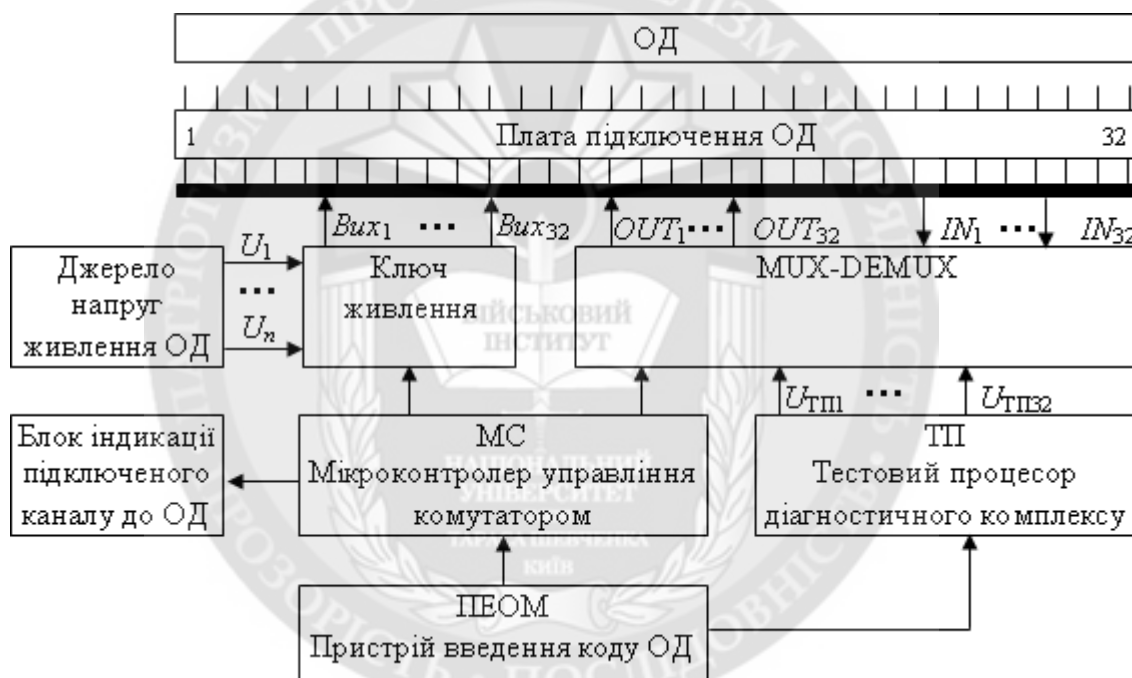


Рисунок 2 – Структурна схема керованого комутатора

Керований комутатор працює наступним чином.

Користувач вводить на ПЕОМ діагностичного комплексу код (позначення) ОД. Далі СПЗ діагностичного комплексу визначає необхідні тестові послідовності для діагностування ОД. Перевіряючі тестові послідовності формуються у блоці тестових послідовностей (ТП) діагностичного комплексу.

Команди автоматизованого управління, які передаються через інтерфейс USB надходить на мікроконтролер управління керованим комутатором. Мікроконтролер виробляє команди управління схемами підключення джерела напруг до ОД, видає керуючі сигнали для управління схемами підключення тестових послідовностей до ОД і керує роботою блоку індикації підключеного каналу до ОД.

Блок індикації відображає стан (активний/неактивний) вхідних та вихідних каналів для візуального інформування користувача про те, які крайові рознімання на платі підключення ОД задіяні і для чого саме – подачі напруг живлення, тестових послідовностей або вихідних

реакцій ОД. Блок індикації являє собою набір 32-х світлодіодів, які можуть змінювати свій колір в залежності від того, яку функцію виконує конкретний роз'єм плати підключення ОД. це дає можливість користувачу швидко перевірити правильність і відповідність поданих на вхід ОД сигналів.

Як варіант управління світлодіодами можна здійснюється записом в регістри двобітового коду, що дозволяє вибрати один із трьох режимів індикації:

- 1) блимання світлодіода - режим налаштування каналу (блимання здійснюється з частотою, формованою сигналом LED_CLK);
- 2) світлодіод горить - канал активний;
- 3) світлодіод не горить - канал неактивний.

Ключ живлення (схема підключення напруг живлення) призначений для керованої комутації на визначений роз'єм плати підключення ОД живлячих напруг. Ключ (схема підключення) підключає живлення на відповідний контакт по сигналами управління з мікроконтролера. Для забезпечення універсальності керованого комутатора ключ (схема підключення напруги живлення) повинна мати можливість підключати визначене джерело напруги до будь-якого контакту (від 1 до 32) плати підключення ОД.

Діапазон роботи ключа (схеми) має знаходитись від -30В до 30В (у загальному випадку можуть бути інші значення, що визначається призначенням діагностичного комплексу). Таким чином за сигналами управління на ОД через плату підключення надходять напруги живлення для забезпечення нормальної роботи ОД, що перевіряється.

Елементи MUX і DEMUX виконують комутацію сигналів тестового процесора діагностичного комплексу на один або декілька вхідних каналів IN₁-IN₃₂ для подачі тестових послідовностей на вхід ОД і отримання вихідних реакцій на одному або декількох вихідних каналів OUT₁-OUT₃₂. Процес підключення визначеного роз'єму відбувається під впливом команд управління з мікроконтролера керованого комутатора.

Для запобігання виходу з ладу елементів схеми MUX і DEMUX слід передбачити захист від потрапляння напруг живлення блоку живлення на вхідні (вихідні) контакти зазначеної схеми.

Пристрій введення (ПЕОМ діагностичного комплексу «Діана») дозволяє користувачу управляти процесом комутації, а саме, вибирати вхідні та вихідні контакти і призначати їм різні функції. Команди від користувача можуть подаватися в блок управління у повністю автоматизованому режимі (задається тільки код позначення ОД, з пам'яті СПЗ вибирається схема підключення ОД і видається код управління мікроконтролером комутатора який автоматично підключає необхідні контакти крайового рознімання), а також у напівавтоматизованому режимі, коли користувач за допомогою відповідного програмного забезпечення і відповідного інтерфейсу (користувач сам «вручну» визначає підключення вхідних і вихідних контактів).

Висновки. В статті обґрунтовано необхідність розробки додаткового діагностичного обладнання, яким пропонується удосконалити автоматизовані діагностичні комплекси серії «Діана». Запропоновані технічні рішення щодо реалізації керованого комутаційного пристрою у складі АДК серії «Діана» Пристрій дозволить скоротити час на перевірку технічного стану цифрових типових елементів заміни та в цілому поліпшує діагностичне забезпечення військового ремонтного органу.

Впровадження керованого комутатора дозволить покращити показники ремонтпридатності радіолокаційної станції.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Діагностування аналогових і цифрових пристроїв радіоелектронної техніки. Монографія / В.В. Вишнівський, М.К. Жердєв, С.В. Ленков, В.А. Проценко; під ред. М.К. Жердєва, С.В. Ленкова. – К.: ТОВ «Компанія ЛПК», 2009. – 224 с.

2. Буяло О.В., Гахович С.В., Жиров Г.Б., Ленков С.В. Математична модель процесу виконання відновлення складових частин радіоелектронних засобів озброєнь при проведенні середнього

ремонту у ремонтному органі / Зб. наук. пр. ООЛІСВ. – Одеса: ООЛІСВ, 2006. – Вип. 11. – С. 124-129.

3. Автоматизований вимірювально-діагностичний комплекс «Діана-4.2АІК» та його модифікації. Посібник з експлуатації (керівництво користувача). Частина 1. 75 стор.

4. <https://www.unian.net/weapons/10481217-na-zavode-vo-lvove-rasshirili-vozmozhnosti-po-remontu-vooruzheniya-samoletov-tipa-mig-29.html>

5. Поджаренко В.О., Кучерук В.Ю., Севастьянов В.М. Основи мікропроцесорної техніки. Навчальний посібник. - Вінниця:ВНТУ, 2006. - 226 с.

6. Теоретичні основи комп'ютерних напівпровідникових електронних компонентів : навч. пос. / Азаров О. Д., Гарнага В. А., Сапсай Т. Г., Тарасенко В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 134 с.

REFERENCES:

1. Diahnostuvannia analogovykh i tsyfrovyykh prystroiv radioelektronnoi tekhniki. Monohrafiia / V.V. Vyshnivskiy, M.K. Zherdiev, S.V. Lienkov, V.A. Protsenko; pid red. M.K. Zherdieva, S.V. Lienkova. –К.: TOV «Компаніія LІK», 2009. –224 s.

2. Buialo O.V., Hakhovych S.V., Zhyrov H.B., Lienkov S.V. Matematychna model protsesu vykonannia vidnovlennia skladovykh chastyn radioelektronnykh zasobiv ozbroien pry provedenni serednoho remontu u remontnomu orhani / Zb. nauk. pr. OOLISV. – Odesa: OOLISV, 2006. – Vyp. 11. – S. 124-129.

3. Avtomatyzovanyi vymiriualno-diahnostychnyi kompleks «Diana-4.2AİK» ta yoho modyfikatsii. Posibnyk z ekspluatatsii (kerivnytstvo korystuvacha). Chastyna 1. 75 stor.

4. <https://www.unian.net/weapons/10481217-na-zavode-vo-lvove-rasshirili-vozmozhnosti-po-remontu-vooruzheniya-samoletov-tipa-mig-29.html>

5. Podzharenko V.O., Kucheruk V.Yu., Sevastianov V.M. Osnovy mikroprotsesornoї tekhniki. Navchalnyi posibnyk. - Vinnytsia: VNTU, 2006. - 226 s.

6. Teoretychni osnovy komp'uternykh napivprovodnykovykh elektronnykh komponentiv : navch. pos. / Azarov O. D., Harnaha V. A., Sapsai T. H., Tarasenko V. P. – Vinnytsia : VNTU, 2015. – 134 s.

Ph.D. Hakhovych S.V., Ph.D. Zhyrov G.B.

MANAGED SWITCH FOR DIGITAL AND ANALOG SIGNALS

Currently, the Armed Forces of Ukraine use a large number of complex radio-technical objects, which may malfunction for various reasons and require urgent restoration during combat operations. One of these objects is the 19Ж6 radar station (RLS) and its modifications. The diagnostic capabilities of this radar do not meet the requirements set for modern samples of radio-electronic weaponry (REW). Therefore, there is a need to develop new or improve existing diagnostic systems and complexes for monitoring the technical condition of the radio-electronic components of the RLS. For monitoring the technical condition, locating faulty elements, and conducting repair work on modern domestic REW, an automated diagnostic complex (ADC) of the 'Diana' series is used.

The experience of using the 'Diana' series ADC has shown certain possibilities for its improvement in order to automate the process of connecting the diagnostic object (DO) to the ADC diagnostic equipment. The article proposes a structural diagram of a managed switch for digital and analog signals, the implementation of which in the 'Diana' series ADC equipment will significantly simplify the process of connecting the DO, supplying it with power, and testing test sequences. Overall, this will improve the automation of the diagnostic process and reduce diagnostic time, which, in general, will increase the readiness coefficient of REW.

The capabilities of the proposed signal switch are designed for diagnosing replacement elements (DRE) used in REW at present. Additionally, through software control of the switch, it becomes possible to create a universal device for connecting DRE to the diagnostic equipment of the 'Diana' series ADC or other prospective diagnostic systems for REW.

Keywords: managed switch, automated diagnostic complex, diagnostic object, 19Ж6 radar.