

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З РОЗРОБКИ ДІАГНОСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗВ'ЯЗКУ

Розглядається питання розробки методики пошуку дефектних радіоелектронних компонентів зі складу цифрового типового елемента заміни на основі умовного алгоритму діагностування з використанням електромагнітного методу знімання діагностичної інформації, перевагою якого над існуючими є виключення необхідності омичного контакту зі схемою з метою визначення діагностичного параметра.

Глухов С.И. Методические рекомендации по разработке диагностического обеспечения военной техники связи. Рассматривается вопрос разработки методики поиска дефектных радиоэлектронных компонентов из состава цифрового типового элемента замены на основе условного алгоритма диагностирования с использованием электромагнитного метода съема диагностической информации, преимуществом которого над существующими является исключение необходимости омического контакта со схемой с целью определения диагностического параметра.

S. Gluhov Methodical recommendations of diagnostic supply development of military communication technic. The question of development of method of search of imperfect radio electronic components is examined from composition of digital model element of replacement on the basis of conditional algorithm of diagnosing with the use of electromagnetic method of output of diagnostic information, advantage of which above existing is an exception of necessity of omicheskogo contact with a chart with the purpose of determination of diagnostic parameter.

Ключові слова: електромагнітний метод, радіоелектронний компонент, умовний алгоритм діагностування.

Вступ. Одним з найважливіших напрямків організації експлуатації військової техніки зв'язку (ВТЗ) є діагностичне забезпечення. Сукупність принципів, методів і засобів пошуку несправностей становить основу діагностичного аспекту надійності, у рамках якого треба вирішувати завдання діагностування ВТЗ, тобто організація перевірки справності, працездатності, правильності функціонування засобів зв'язку і пошуку несправностей у них у процесі виробництва, експлуатації й ремонту [1 – 3]. У зв'язку зі стрімким розвитком елементної бази відомі методи технічного діагностування стають непристосованими до виконання задач діагностування ВТЗ, а засоби діагностування потребують заміни новими. З цієї причини система технічної діагностики, як складова існуючої трирівневої системи технічного обслуговування і ремонту (СТОіР), стає менш ефективною, а територіальна віддаленість її рівнів (експлуатації, військових ремонтних органів і ремонтних підприємств) приводить до збільшення середнього часу відновлення зразків ВТЗ, і як наслідок, до зниження коефіцієнту її готовності [4].

Крім того діагностування технічного стану радіостанцій нового парку Р-002 ПП, Р-030, Р-005У та інші, прийняті останнім часом на озброєння військ зв'язку ЗСУ ускладнено з причини відсутності у військових ремонтних органах функціональних та принципових схем. Ці радіозасоби розроблялись з ініціативи виробника, тому відповідна інформація є інтелектуальною власністю. За таких обставин діагностування та ремонт безпосередньо у ВРО стає взагалі неможливим.

У роботах [5-9] була запропонована розробка електромагнітного методу діагностування цифрових типових елементів заміни (ТЕЗ). Розрахунки показали, що застосування запропонованого електромагнітного методу діагностування цифрових ТЕЗ на другому рівні СТОіР - у військових ремонтних органах в порівнянні з відомими дозволить скоротити середній час діагностування самих цифрових ТЕЗ в 2-3 рази за рахунок відсутності переміщення несправних ТЕЗ з другого на третій рівень СТОіР, що приведе до збільшення коефіцієнту готовності цифрового об'єкту РЕЗО на 8...10%, а також підвищити імовірність достатності укомплектованості ЗПП.

Цей матеріал був включений у програми навчальних предметів “Системи автоматичного управління”, “Системи управління озброєнням”, “Технічна діагностика радіоелектронних засобів озброєння” для вивчення його курсантами та студентами, які навчаються за технічними напрямками спеціальностей, а також тих, навчання яких

спрямовано на оволодіння інженерними методами аналізу, експлуатації та вдосконалення автоматичних систем з метою забезпечення боєздатності радіоелектронної техніки у складних умовах. У даній статті буде деталізована методика пошуку дефектних елементів зі складу ТЕЗ для зразків ВТЗ на основі умовного алгоритму з використанням електромагнітного методу діагностування та представлена структурна схема пристрою, який дозволить впровадити зазначену методику.

Основна частина.

1. Сутність методики полягає в комплексному використанні умовного алгоритму діагностування на основі ймовірності переважного вибору перевірок та електромагнітного методу знімання діагностичної інформації.

2. Призначення: методика застосовується для розробки діагностичного забезпечення цифрових об'єктів, виконаних на основі інтегральних мікросхем (ІМС), великих інтегральних схем (ВІС), надвеликих інтегральних схем (НВІС).

3. Обмеження:

- 1) об'єктами діагностування є цифрові об'єкти;
- 2) можливість доступу до корпусів ІМС;
- 3) глибина пошуку дефектів обмежується корпусом ІМС.

4. Припущення: реалізація функціонального діагностування.

5. Вихідні дані:

- 1) об'єкт діагностування;
- 2) паспортні дані про технічний стан об'єкта;
- 3) база даних таблиць функцій несправностей та функцій переключення елементів об'єктів діагностування [11].

6. Математичний апарат: при виборі чергової перевірки в процесі синтезу алгоритму використовується математичний апарат теорії дискретного пошуку.

7. Алгоритм реалізації:

- 1) отримання та аналіз вихідних даних;
- 2) розрахунок імовірності переважного вибору перевірок таблиці функцій несправностей [10,11];
- 3) вибір перевірки за критерієм рівності або близькості співвідношення числа результатів виконання перевірок із позитивними та негативними виходами до 0,5 [10,11];
- 4) декомпозиція вихідної таблиці функцій несправностей на дві неперехрестних множини [10,11];
- 5) повторювання пунктів 2-4 до отримання однорядкових таблиць функцій несправностей [10,11];
- 6) перетворення результатів декомпозиції таблиць функцій несправностей в умовний алгоритм діагностування [10,11];
- 7) розрахунок кількісних характеристик умовного алгоритму діагностування [10,11];
- 8) порівняння отриманих результатів з допустимими значеннями;
- 9) при задоволенні задачі вимогам перетворення умовного алгоритму діагностування у діагностичну програму;
- 10) при невідповідності отриманих результатів заданим вимогам зміна глибини пошуку дефекту, часових характеристик або кваліфікації виконавця.

8. Приклад використання.

Розглянемо, як здійснюється пошук дефектного цифрового елемента зі складу ТЕЗ, принципова схема якого наведена на рис. 1, і являє собою 6 однакових паралельно з'єднаних електричних ланцюгів (функціональних вузлів), виходи яких підключені до входів елемента "І-НІ".

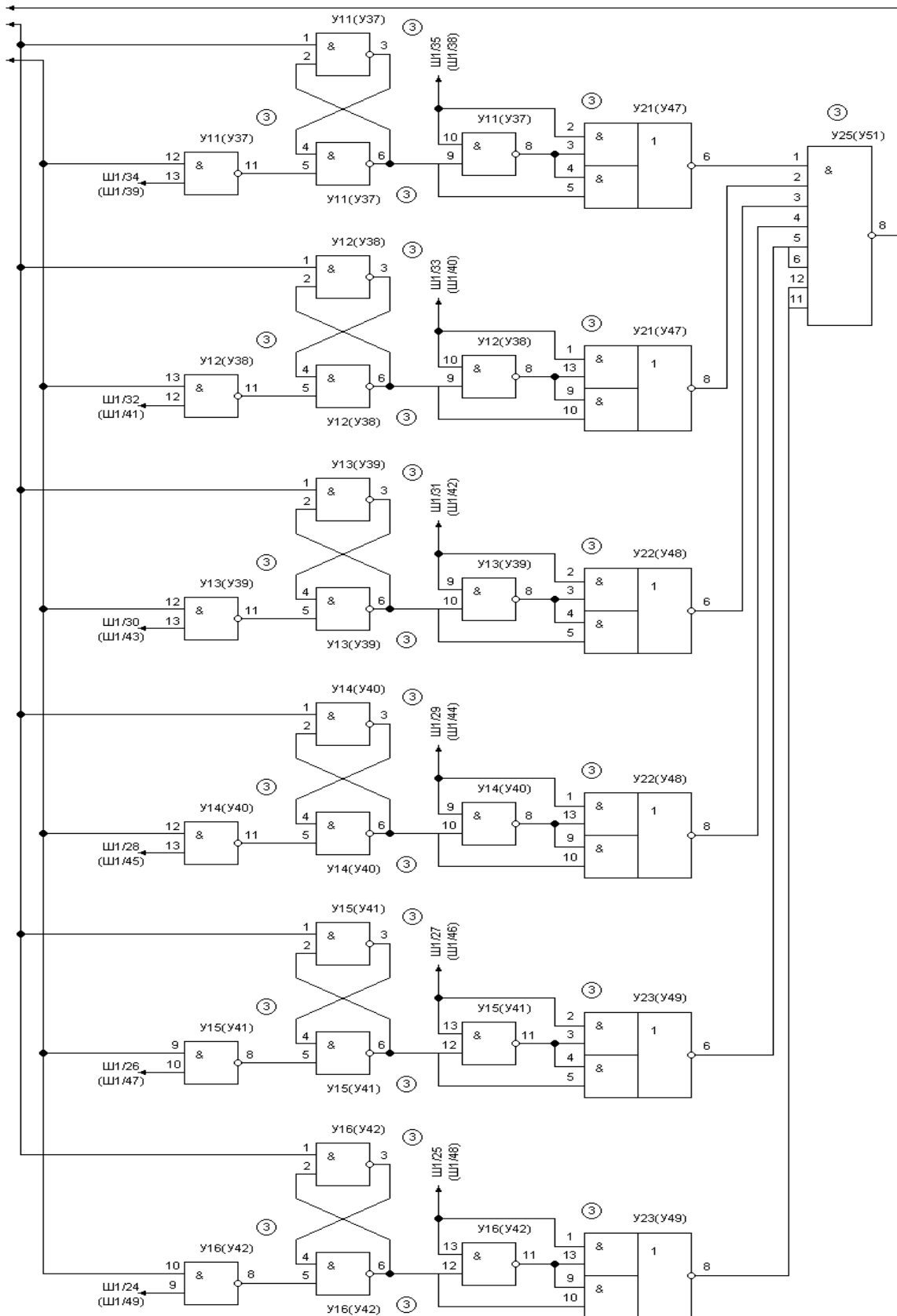


Рис.1. Принципова схема ТЕЗ

У результаті проведеного експерименту отримана таблиця функцій несправностей функціонального вузла, порядок декомпозиції якої приведений на рис. 2. Декомпозиція

починається з третьої перевірки, так як для неї співвідношення “нулів” до “одиниць” дорівнює одиниці [10,11].

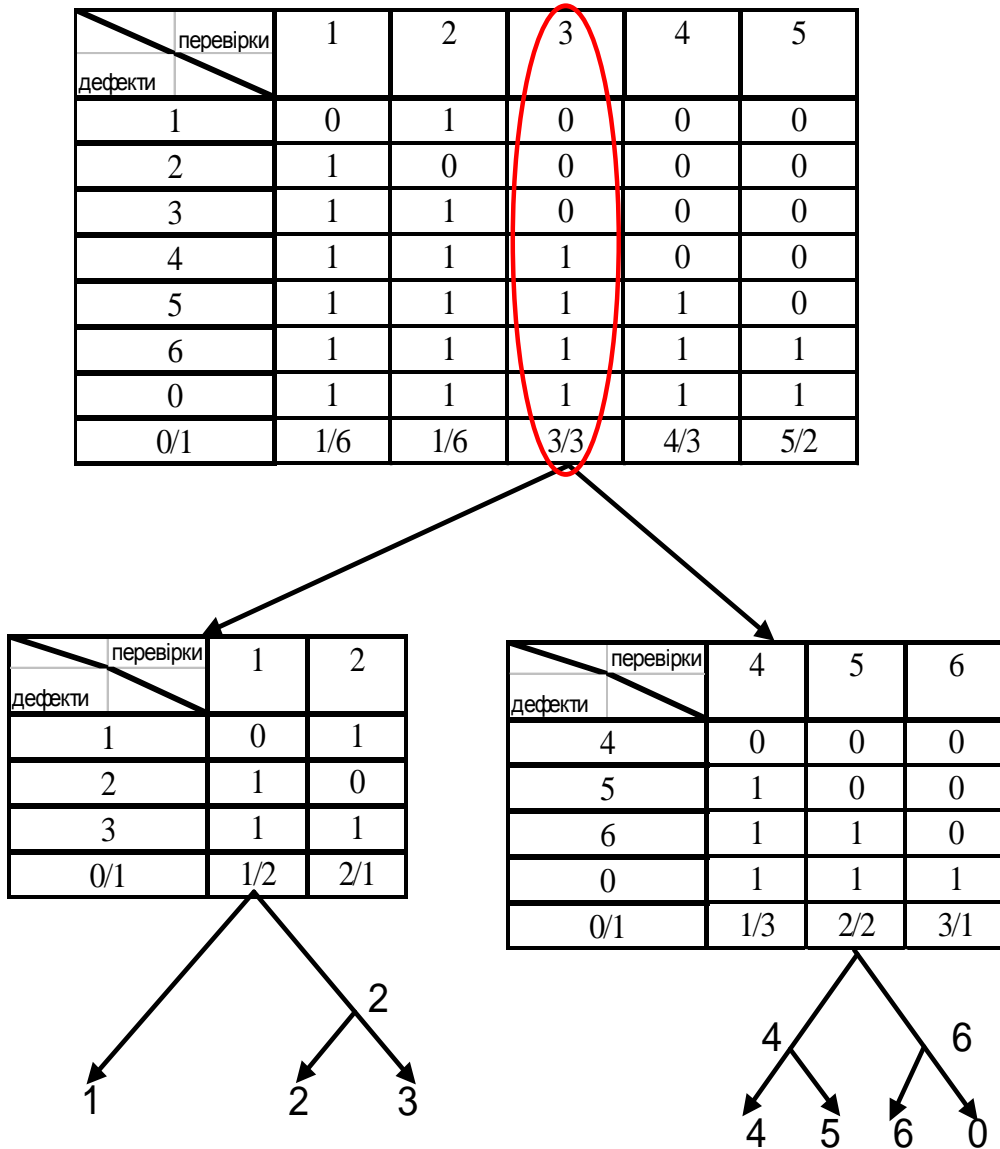


Рис. 2. Декомпозиція таблиці функцій несправностей для функціонального вузла ТЕЗ

Умовний алгоритм діагностування для функціонального вузла представлений на рис. 3.

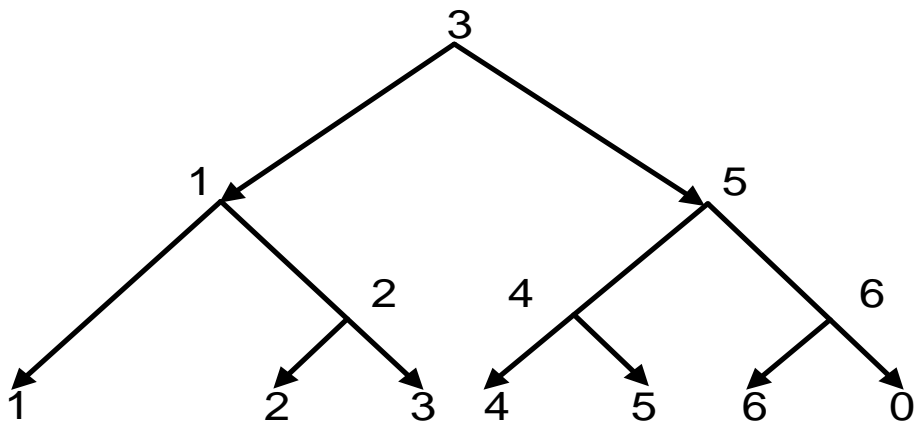


Рис. 3. Умовний алгоритм діагностування для функціонального вузла

9. Оцінка ефективності.

Виграш η розраховується за формулою [10]:

$$\eta = \frac{0,5(L-1)(L+2)}{L \log_2 L},$$

де L – кількість радіоелектронних компонентів у складі ТЕЗ.

Під виграшем [10] розуміється відношення кількості перевірок при здійсненні пошуку з використанням умовного алгоритму до кількості перевірок, здійснення яких проводиться поелементно.

З формули зрозуміло, що чим більша кількість радіоелектронних компонентів, тим більший виграш.

10. Новизна методики полягає в тому, що вперше для розробки діагностичного забезпечення цифрових пристроїв на ІМС використана рекомендація теорії дискретного пошуку разом із електромагнітним методом діагностування.

Методика локалізації дефектних цифрових РЕК ТЕЗ, що базується на використанні електромагнітного методу діагностування, складається з двох етапів.

Перший етап реалізації методики (етап проектування).

Здійснюється при проектуванні й виробництві РЕЗО і складається із п'яти кроків:

1. Аналіз паспортних даних ТЕЗ.
2. Розробка діагностичної моделі РЕК і ТЕЗ.
3. Розробка діагностичного тесту.
4. Визначення еталонних сигнатур.
5. Розробка алгоритму локалізації дефектних цифрових РЕК ТЕЗ.

Результатом першого етапу є створення діагностичного формуляра цифрового елемента, який містить тип ТЕЗ, а також порядок і параметри, необхідні для його діагностування.

Другий етап реалізації методики (етап експлуатації).

Здійснюється під час пошуку дефектних цифрових РЕК ТЕЗ за результатами етапу проектування й складається з 6 кроків:

1. Комутація цифрового ТЕЗ із УРМ.
2. Калібрування УРМ.
3. Приведення УРМ у робочий стан (введення паспортних даних ТЕЗ).
4. Подача діагностичного тесту на цифровий ТЕЗ.
5. Отримання сигнатур.
6. Порівняння значень сигнатур з еталонними і локалізація дефектних цифрових РЕК ТЕЗ.

Результатом другого етапу та використання методики в цілому є локалізація дефектних цифрових РЕК ТЕЗ.

Структурна схема УРМ представлена на рис. 4.

Даний УРМ складається з трьох основних модулів: комутаційного, формування тестової послідовності (ТП), обробки діагностичної інформації (ДІ).

Комутаційний модуль призначений для комутації ТЕЗ з УРМ.

Модуль формування тестових послідовностей призначений для формування тестових послідовностей, за допомогою яких здійснюється пошук дефектних РЕК цифрових ТЕЗ.

Модуль обробки діагностичної інформації служить для виділення, перетворення й аналізу ДІ, а також для рішення про технічний стан РЕК цифрових ТЕЗ.

УРМ працює у двох режимах: автоматичного діагностування та ручного введення паспортних даних.

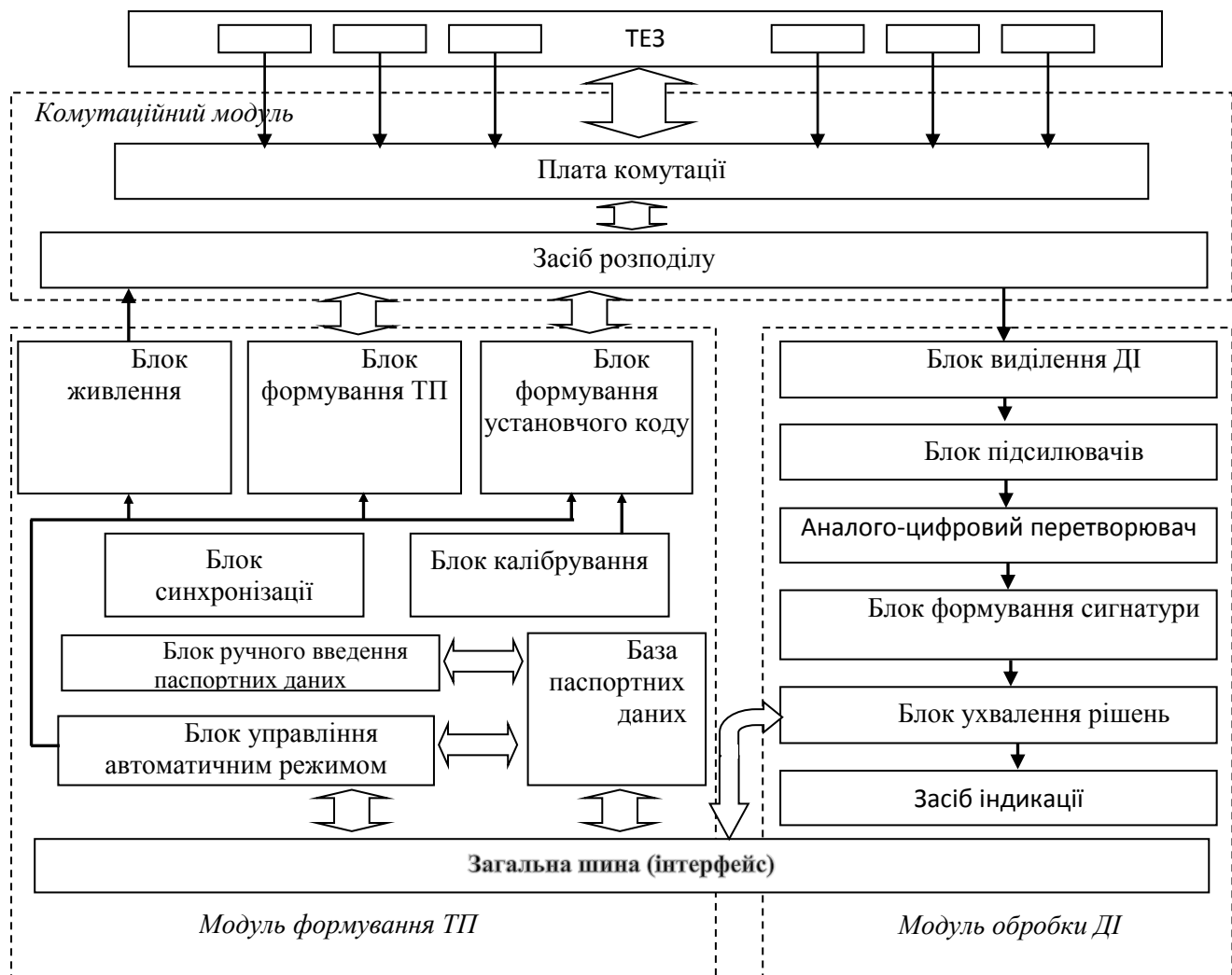


Рис. 4. Структурна схема уніфікованого ремонтного модуля

Висновки. Розроблена методика пошуку дефектного компоненту зі складу цифрового типового елемента заміни на основі умовного алгоритму діагностування з використанням електромагнітного методу знімання діагностичної інформації.

Застосування уніфікованого ремонтного модуля, структурна схема якого наведена у статті, пропонується здійснювати на другому рівні СТОіР – у військових ремонтних органах з метою визначення дефектних цифрових радіоелектронних компонентів зі складу ТЕЗ, які надійшли з першого рівня СТОіР (експлуатації), на якому за допомогою вбудованих систем контролю їх технічний стан був визначений як несправний. Методика пошуку дефектного компоненту зі складу цифрового типового елемента заміни на основі умовного алгоритму діагностування з використанням електромагнітного методу знімання діагностичної інформації використана для розробки діагностичного забезпечення аналого-цифрової станції тропосферного зв'язку Р-423 у науково-дослідній роботі “Пошук”, яка виконувалась при Інституті спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України “Київського політехнічного інституту”.

Застосування запропонованої методики у перспективних зразках цифрової техніки зв'язку дозволить автоматизувати процес пошуку дефектних цифрових РЕК ТЕЗ, а також покращити основні показники надійності: зменшити на 11 – 15% середній час відновлення та збільшити коефіцієнт готовності ВТЗ на 8 – 10%.

У якості напрямку подальших досліджень можна розглянути запропоновані методичні рекомендації у технології SDR.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шкуліпа П.А., Жердев М.К., Ленков С.В. Боряк К.Ф., Креденцер Б.П. Автономні автоматизовані системи технічного діагностування радіоелектронної техніки: моделі, методи, тести: Монографія. – Одеса, Видавництво ВМВ, 2013. – 253с. – Бібліогр.:с. 246 – 252.
2. Chung Kin Ho, P. R. Shepherd, Friedman Eberhardt, W. Tenten, Hierarchical fault diagnosis of analog integrated circuits.// IEEE Transaction on circuits and system – 1: Fundamental theory and Applications. vol.48, no.8, 2001. – С.921-929.
3. P. Duhamel, J.-C. Rault. Automatic test generation techniques for analog circuits and systems: A review // IEEE Transaction on circuits and system. vol. cas-26, no. 7, 1979. – С 411 – 431.
4. В.В. Вишнівський, М.К. Жердев., С.В. Ленков, В.О. Проценко Діагностування аналогових і цифрових пристроїв радіоелектронної техніки Монографія. – Київ “Компанія ЛІК”, 2009. – 224с.
5. Контроль технічного стану цифрових типових елементів заміни електромагнітним способом / М.К. Жердев, В.В. Вишнівський, Г.Б. Жиров, С.І. Глухов // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ “КПІ”. – К., 2006. – № 3. – С. 9 – 12.
6. Методика розрахунку електричного струму вихідного ланцюга логічного елемента інтегральної схеми при контролі технічного стану цифрових типових елементів заміни електромагнітним способом / М.К. Жердев, В.В. Вишнівський, Г.Б. Жиров, С.І. Глухов // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К., 2006. – № 4. – С.42 – 47.
7. С.І. Глухов. Методика розрахунку струму антенного пристрою при контролі технічного стану цифрових ТЕЗ електромагнітним способом / С.І. Глухов // Військова освіта і наука: сьогодні та майбутнє: II міжнародна науково-практична конференція, 12-13 жовтня 2006 р.: тези доп. – Х., 2006. – №1. – С.12.
8. Методика розрахунку електромагнітного поля вихідного ланцюга логічного елемента інтегральної схеми типових елементів заміни / М.К. Жердев, В.В. Вишнівський, Г.Б. Жиров, С.І. Глухов // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки. – К., 2007. – №14. – С. 10 – 12.
9. Побудова частинних перевіряльних тестів для логічних елементів інтегральних схем при контролі їх технічного стану електромагнітним способом / М.К. Жердев, В.В. Вишнівський, Г.Б. Жиров, С.І. Глухов, В.Г. Панін // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки. – К., 2007. – №17. – С.77 – 79.
10. Ксѐнз С.П. Диагностика и ремонтпригодность радиоэлектронных средств. – М.: Радио и связь, 1989. – 248 с.
11. Основы надежности и технического обслуживания радиоэлектронных средств РТВ ПВО / А.Н. Буточнов, Б.П. Креденцер и др. – К.: КВИРТУ ПВО, 1982. – Ч.1. – 228 с.