

## ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЦИФРОВИХ ТЕЗ ЩО ВИКОРИСТОВУЄ ПАРАМЕТРИ ЕНЕРГОДИНАМІЧНОГО ПРОЦЕСУ

*У статті розглянуто структурна і функціональна схеми пристрою для діагностування існуючих та перспективних цифрових типових елементів заміни, що містять мікропроцесорні великі інтегральні схеми і входять до складу радіоелектронної техніки Збройних Сил України. Принцип роботи пристрою базується на використанні в якості діагностичної інформації вихідних реакцій (ВР) об'єкт діагностики і параметрів енергодинамічного процесу. Застосування двох напруг живлення і поетапна побудова тестової послідовності дають можливість приймати рішення про працездатність об'єкта діагностики з достовірністю не нижче заданої за прийнятний час. Прийняття рішення про технічний стан типового елемента заміни і локалізація дефектів здійснюється за допомогою персонального комп'ютера на базі теорії нечіткої логіки. Комп'ютер є ядром, що забезпечує аналіз наявної та отриманої діагностичної інформації, формування (ТП) і прийняття рішення про технічний стан об'єкта діагностики. Він дозволяє швидко обробляти велику кількість діагностичної інформації, проводити її аналіз, збереження і поповнення за рахунок знань експертів та накопичення статистики. Це дозволяє виключити деякі елементарні тестові впливи, необхідність у яких відповідає за результатами отриманих даних, а також зменшити кількість наборів у ТП, що приводить до скорочення часу діагностування. Покрокове виконання команд і поточний аналіз ситуації, що склалась дозволяє не тільки здійснювати діагностування до першого несправного елемента, але і дає можливість проводити подальший пошук несправних елементів. Перевага запропонованого пристрою полягає в можливості підвищення достовірності діагностування без збільшення його тривалості.*

*Ключові слова: енергодинамічний процес, радіоелектронна техніка, тестова послідовність, об'єкт діагностування, джерело діагностичної інформації, типовий елемент заміни.*

**Вступ.** Сучасний етап розвитку радіоелектронної техніки (РЕТ) характеризується широким використанням різноманітних цифрових пристроїв. Вони будуються за модульною структурою, тобто основним елементом таких пристроїв є типові елементи заміни (ТЕЗ). Значну частку цифрових ТЕЗ складають такі, що містять у своєму складі мікропроцесорні великі інтегральні схеми (МП ВІС). В умовах війни, значно загострюється проблема зменшення часу відновлення РЕЗО на місці дислокації, або при переміщенні на іншу позицію. Для цього необхідно мати на зразку техніки, спеціальний уніфікований ремонтний модуль, який був би спроможний, провести контроль технічного стану а в ідеалі – діагностування, тих ТЕЗ, які підозрюються в несправності, тобто ту сукупність складових частин РЕЗО, яку виявила вбудована система діагностування. Існуючі методи і пристрої, які використовуються для діагностування цифрових ТЕЗ, не завжди дозволяють здійснювати їх діагностування з прийнятними часовими характеристиками і достовірністю діагностування. Все це змушує удосконалювати існуючі методи та створювати нові пристрої для діагностування цифрових ТЕЗ.

Перспективним напрямком у діагностуванні цифрових пристроїв радіоелектронної техніки на наш погляд є застосування методів, що використовують в якості діагностичної інформації (ДІ) параметри енергодинамічного процесу. Суть методу полягає в аналізі імпульсів, що виникають у шині живлення об'єкта діагностування (ОД) при переключенні його логічних елементів (ЛЕ) з одного стану в інший. Переваги застосування методів діагностування, що базуються на аналізі параметрів енергодинамічного процесу, описані в літературі [1].

**Аналіз останніх досліджень.** На теперішній час існуючі методи контролю технічного стану цифрових елементів поодиночі не дозволяють домогтися прийнятних результатів визначення технічного стану цифрових ТЕЗ з високою достовірністю за припустимий час. Це

пов'язано з тим, що цифровий ТЕЗ, має велику кількість активних елементів на кристалі обмеженої площі, складну внутрішню структуру і високу ймовірність виникнення кратних дефектів, обмежену кількість виводів і контрольних точок [1, 2].

Досягнення якісного виконання задач діагностування цифрових приладів радіоелектронного озброєння (РЕЗО), виконаних на новій елементній базі, неможливо одним існуючим методом окремо. Кожен метод має свої переваги, використовує свої джерела діагностичної інформації і має недоліки, які частково усуваються новими методами.

Засоби технічного діагностування не встигають за розвитком елементної бази, не завжди забезпечують задану якість контролю технічного стану навіть для існуючих цифрових пристроїв РЕЗО. Одним із шляхів вирішення цієї задачі є удосконалення методів діагностування і розробка на цій основі нових, універсальних засобів діагностування, що реалізують більш сучасні механізми отримання діагностичної інформації враховуючи структуру і алгоритм функціонування типових елементів заміни. Комплексне використання в якості діагностичної інформації спектральних характеристик імпульсів струму квазікороткого замикання та вихідних реакцій типових елементів заміни (ТЕЗ) дозволяє визначити технічний стан ТЕЗ та локалізувати несправний елемент. Таким чином спрощується обробка діагностичної інформації і загальному випадку спрощує пристрій діагностування [3,4].

**Мета статті.** У статті пропонується структурна і функціональна схеми пристрою для визначення технічного стану цифрових (ТЕЗ), що містять мікропроцесорні великі інтегральні мікросхеми (МП ВІС).

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Прийняття рішення про технічний стан об'єкта діагностування (ОД), ґрунтується на базі теорії нечіткої логіки. Це дозволяє покращити параметри достовірності діагностування і його часові показники.

Кожний окремий тип ТЕЗ створюється для рішення порівняно вузького, заздалегідь визначеного кола задач, які обумовлюються наявністю унікальної системи команд для кожного типу ТЕЗ і МП ВІС, які він містить. Різні типи МП ВІС, навіть ті, що входять в один мікропроцесорний комплект, відрізняються функціональним призначенням однойменних корпусних виводів, а також їх кількістю [5]. У зв'язку з цим організація діагностування цифрового ТЕЗ, являє собою досить складну інженерну задачу, а технічні рішення (пристрої), що здійснюють діагностування, повинні задовольняти наступним вимогам:

- універсальність (забезпечення діагностування широкої номенклатури цифрових ТЕЗ, урахування характерних конструктивних особливостей, притаманних різним типам ТЕЗ);
- адаптивність під нові типи ТЕЗ;
- можливість накопичення знань у ході експлуатації з метою оптимізації процесу діагностування;
- можливість застосування у складі пересувних і стаціонарних військових ремонтних органів, на підприємствах-виробниках і на ремонтних підприємствах;
- висока продуктивність;
- низька вартість та енергоспоживання (у порівнянні з існуючими пристроями).

Зазначені вимоги обумовлюють необхідність створення таких пристроїв діагностування на базі ПСОМ. Комп'ютер є ядром, що забезпечує аналіз наявної та отриманої ДІ, формування тестових послідовностей (ТП) і прийняття рішення про технічний стан ОД. Вона дозволяє швидко обробляти велику кількість діагностичної інформації, проводити її аналіз, збереження і поповнення за рахунок знань експертів та накопичення статистики.

Структурна схема запропонованого пристрою діагностування цифрових ОД зображена на рисунку. 1. Він містить у собі дві частини: засоби діагностування та інформаційну частину (ІЧ) [3-5].

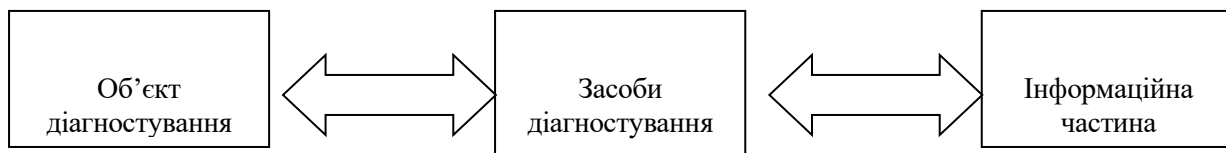


Рисунок 1. Структурна схема пристрою для діагностування цифрових ТЕЗ

Засоби діагностування призначені для формування, виділення і передачі діагностичної інформації від об'єкта діагностування до інформаційної частини і складаються з наступних блоків:

- плата комутації;
- пристрій розподілу;
- блок дешифрації і формування команд управління;
- блок формування тестових послідовностей;
- джерело живлення з програмним керуванням;
- блок перетворення;
- блок виділення образу енергодинамічних імпульсів (ЕДІ) в шині живлення ОД;
- блок аналого-цифрового перетворювання (АЦП);
- пристрій узгодження;
- загальна шина (інтерфейс).

Функціональна схема пристрою для діагностування цифрових ТЕЗ зображена на рис. 2 та складається з наступних компонентів:

*Плата комутації* являє собою пристрій, що складається з набору роз'ємів під різні типи ТЕЗ. Кожен роз'єм підключається до пристрою розподілу.

*Пристрій розподілу* призначений для підключення відповідного роз'єму плати комутації й узгодження ОД з блоком формування тестових послідовностей і блоком виділення ЕДІ в шині живлення, пересилання тестових кодів, підключення напруги живлення з джерела живлення, а також для передачі на пристрої обробки діагностичної інформації отриманих вихідних реакцій (ВР) і параметрів енергодинамічного процесу в шині живлення ОД.

*Блок формування тестових послідовностей* призначений для формування заданої послідовності тестових впливів і логічних рівнів (у залежності від технології виготовлення елементної бази ОД) для проведення діагностування згідно команд управління.

*Блок дешифрації і формування команд управління* призначений для перетворення коду команд, що надходять із ІЧ, у паралельний код команд управління блоком формування тестових послідовностей, пристроєм розподілу і джерелом живлення.

*Джерело живлення з програмним керуванням* призначене для одержання напруг живлення, що змінюються за законом, який задається командами управління з ІЧ. Діагностування ОД необхідно проводити не менш ніж при двох рівнях напруги живлення: номінальному  $U_n$ , при якому всі його елементи працюють стійко і граничному  $U_r$ , при якому працездатні елементи працюють стійко, а непрацездатні (чи ті, котрі знаходяться в передвідмовному стані) втрачають свою працездатність і викликають відмову ОД. Гранична напруга живлення  $U_r$  повинна бути меншою ніж  $U_n$  виходячи з того, що при  $U_r > U_n$  можуть відбутися незворотні процеси, що призведуть до відмови ОД

*Блок перетворення* вихідних реакцій ОД призначений для приведення даної діагностичної інформації до виду зручного для подальшого аналізу (перетворення коду, стиск у сигнатуру і т.д.).

*Блок виділення образу ЕДІ в шині живлення ОД* призначений для фільтрації та виділення образу ЕДІ, посилення виділених ЕДІ до необхідного рівня [4]. *Образ* – сукупність послідовностей ЕДІ, утворених логічними елементами, що переключилися при виконанні визначеного елементарного тестового впливу (ЕТВ). Елементарний тестовий вплив – функціонально завершена послідовність команд і наборів інформаційних вхідних діянь (ІВД) [6]. Блок виділення повинен мати характеристики, що дозволяють виділяти імпульси ЕДІ амплітудою 10...70 мА і тривалістю 7...75 нс на фоні шумів у шині живлення.

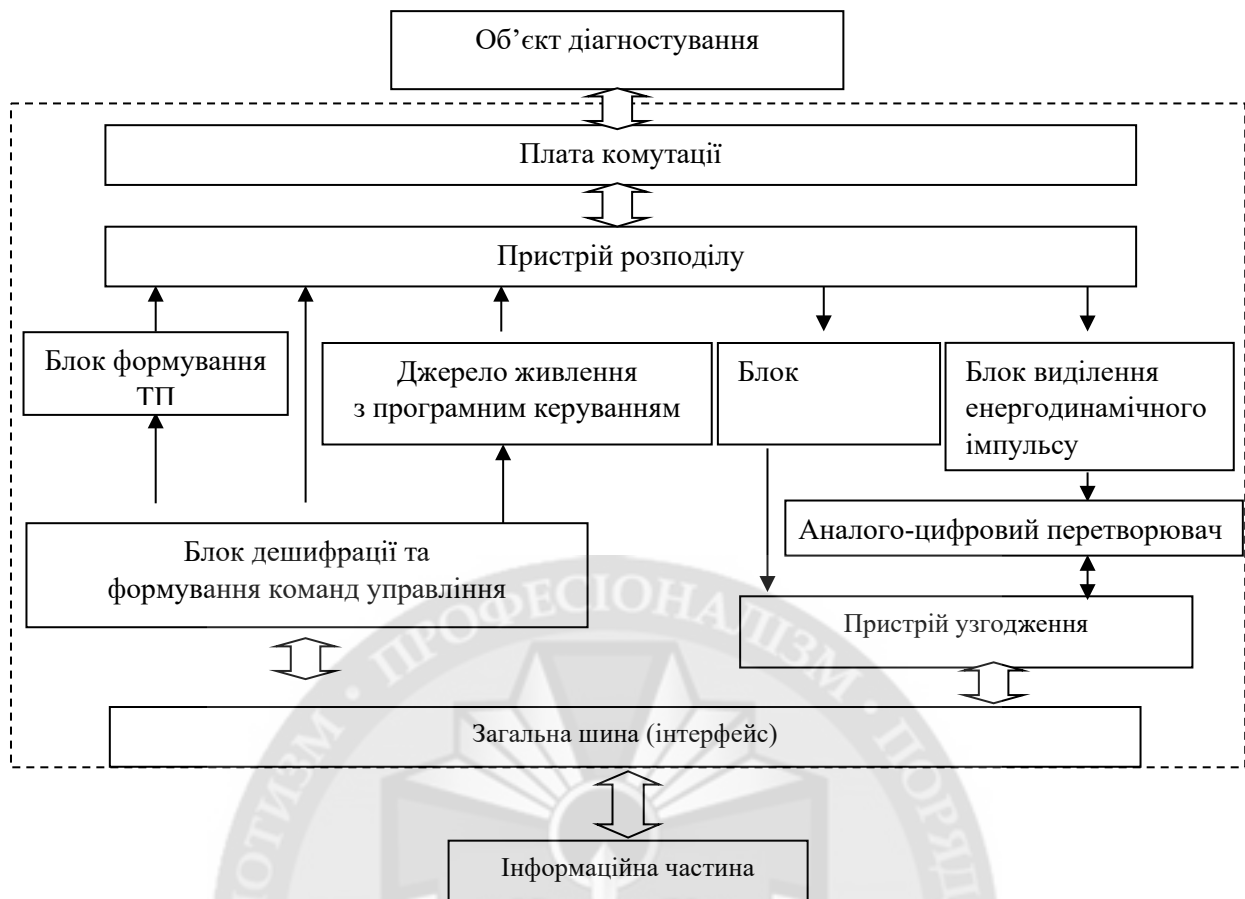


Рисунок 2. Функціональна схема пристрою для діагностування цифрових ТЕЗ

Блок АЦП призначений для перетворення образу послідовності ЕДІ з аналогової форми в цифрову. Виходячи з аналізу параметрів образу, АЦП повинен бути швидкодіючим, щоб із заданою якістю здійснювати перетворення. Тривалість імпульсів ЕДІ в середньому складає близько 10 нс, тому для впевненого розпізнавання й аналізу образу ЕДІ необхідно мати АЦП із частотою дискретизації не менш ніж 1 ГГц, та розрядністю не менш ніж 8 біт і швидкодіючим ОЗУ.

Пристрій узгодження призначений для перетворення вихідної діагностичної інформації ОД до виду зручного для передачі й обробки в ІЧ.

Загальна шина (інтерфейс) призначена для підключення засобів діагностування до інформаційної частини, а також для передачі команд управління з ІЧ на ОД і передачі вихідних реакцій ОД і ЕДІ в ІЧ. Конструктивне виконання і схемотехніка з'єднання визначаються способом підключення засобів діагностики до ПЕОМ. Нині найбільш широко використовуються наступні способи підключення зовнішніх пристроїв до ПЕОМ, що визначають швидкість обміну інформацією між ними підключення:

- до паралельного порту LPT;
- до послідовної шини USB 1.1 чи USB 2.0;
- до послідовної шини IEEE 1394 (Fire Wire чи i/Link);
- до системної шини за допомогою інтерфейсу IDE;
- до системної шини за допомогою інтерфейсу SCSI.

Найбільш прийнятним є використання підключення засобів діагностування до послідовних шин. При цьому досягається висока швидкість передачі даних, відсутні жорсткі вимоги до довжини кабелю, відсутні змагання сигналів, немає необхідності використовувати додатковий адаптер (контролер), зручність підключення [7].

Таким чином, діагностична інформація (вихідні реакції ОД і образ ЕДІ) через загальну шину (інтерфейс) надходять в інформаційну частину, де здійснюється подальше перетворення ДІ, аналіз і прийняття діагностичного рішення про технічний стан ОД а також локалізація дефектних елементів.

Інформаційна частина призначена для керування процесом впливу на ОД, синхронізації й обробки діагностичної інформації та для прийняття рішення про працездатність ОД [3-5, 8]. На рис. 3 зображена структурна схема ІЧ для діагностування цифрових ТЕЗ, що містять МП ВІС. Основними структурними елементами схеми є:

- блок дискретного перетворення Фур'є призначений для перетворення діагностичної інформації (параметрів образу ЕДІ) з часової області в частотну. Це дозволяє більш інформативно аналізувати отриману ДІ в шині живлення ОД;

- блок аналізу поточної інформації призначений для порівняння частотних параметрів образу ЕДІ і вихідних реакцій з еталоном. При розбіжності ДІ з еталоном блок виконує "вирізання вікна" ДІ для подальшої обробки й аналізу. У цьому блоці вихідні реакції і параметри образу ЕДІ обробляються синхронно, тобто кожному образу ЕДІ відповідає своя вихідна реакція;

- блок порівняння поточної інформації призначений для пошуку подібної ДІ в базі даних і базі знань, для відповідного ОД, з метою подальшого формування плану прийняття рішення;



Рисунок 3. Структурна схема інформаційної частини пристрою для діагностування цифрових ТЕЗ

- база даних призначена для збереження інформації про різні ОД, системи команд МП ВІС, команди управління засобами діагностування і діагностичної інформації, яка надходить з ОД. До складу ДІ входять вихідні реакції ОД і частотні параметри ЕДІ;

- база знань призначена для збереження і поповнення інформації, правил, за якими оцінюється ситуація, видаються рекомендації щодо параметрів діагностування, і накопичується статистична інформація;

- підсистема поповнення бази знань призначена для поточної зміни даних бази знань;

- підсистема введення даних призначена для зміни інформації в базі даних, обумовленої накопиченням діагностичної інформації в ході проведення діагностування чи додавання нової інформації для нових зразків цифрових ТЕЗ;

- бібліотека функцій належності призначена для оцінки ЕДІ термами, що характеризують ДІ про ТЕЗ;

- блок *настроювання функцій належності* призначений для зміни ступеня функцій належності;

- блок *нечіткого логічного висновку* призначений для прийняття рішення про технічний стан ОД і локалізації дефектів на основі аналізу вихідної ДІ об'єкта діагностування й інформації з бази знань;

- блок *прийняття рішення* призначений для прийняття діагностичного рішення про технічний стан ОД і розробки подальшого плану дій;

- блок *формування команд керування* призначений для розробки, передачі алгоритму проведення діагностування, керування блоком формування тестових впливів на основі отриманої інформації з блоку прийняття рішення і бази знань, керування джерелом живлення, пристроєм розподілу та АЦП;

- *діалогові засоби* призначені для здійснення діагностування, відображення отриманої ДІ і спостереження за процесом діагностування.

Пристрій працює наступним чином. Процес діагностування починається із завантаження в комп'ютер даних про тип ТЕЗ, що діагностується. Через діалогові засоби здійснюється уточнення наявної інформації про ОД (тип розташованої на ОД МП ВІС, елементна база, тощо). Далі задаються вимоги до параметрів діагностування. Це може бути контроль функціонування, скорочена перевірка, повна перевірка, тощо, у залежності від наявної інформації і задачі діагностування.

Отримана і наявна інформація про ОД аналізується в базі знань, де формуються правила (умови) проведення діагностування. На основі заданих умов формуються команди для керування засобами діагностування. Блоку формування тестової послідовності (ТП) задається алгоритм діагностування і набори елементарних тестових впливів, які представляють собою функціонально закінчені послідовності команд і наборів інформаційних вхідних впливів. Виходячи з заданих умов, вибираються елементарний тестовий вплив (ЕТВ) відповідно до алгоритму діагностування, визначеному в базі знань.

Вибір інформаційних вхідних впливів можна здійснити одним з наступних способів [8-11]:

- використовуючи заздалегідь утворену базу даних, яка містить оптимізовані ІВВ, розраховані для кожного типу ТЕЗ;

- безпосередньо з комп'ютера у процесі діагностування (псевдовипадкова послідовність);

- комбінованим способом, який передбачає використання бази даних, що утримує оптимізовані ІВВ, а також удосконалення і поповнення цієї бази даних за рахунок резерву часу, що забезпечується в процесі діагностування.

Удосконалення і поповнення бази знань і даних відбувається в процесі експлуатації, а також фахівцями-експертами в даній предметній області. Число елементарних тестових впливів (ЕТВ) визначається в блоці знань, виходячи з заданих характеристик діагностування (достовірності і часу).

З інформаційної частини через загальну шину надходять команди управління для формування заданої тестової послідовності (ТП). Блок дешифрації і формування команд управління перетворює отриманий код у паралельний код команди керування блоком формування тестових впливів і джерелом живлення. Блок формування тестових впливів формує і видає тестову послідовність для перевірки технічного стану об'єкта діагностування (ОД). Джерело живлення відповідно до команд управління формує певну напругу живлення для ОД. Вибір рівня напруги живлення залежить від типу ТЕЗ (елементної бази ТЕЗ) і задачі діагностування (контроль працездатності, локалізація дефектів і т.д.). З ОД знімається діагностична інформація (вихідні реакції та енергодинамічні імпульси (ЕДІ)). Вихідні реакції надходять до блоку перетворення, де вони перетворюються до виду зручного для подальшої обробки і передачі в інформаційну частину (ІЧ). Одночасно в шині живлення ОД блоком виділення енергодинамічних імпульсів знімаються імпульси. Цей блок містить у собі фільтр,

що здійснює виділення ЕДІ, і підсилювач, де виділені ЕДІ підсилюються до необхідного рівня. Далі ЕДІ надходять на швидкодіючий АЦП, де з аналогової форми перетворюються в цифрову і передаються в ПЧ через пристрій узгодження. Цифрова обробка необхідна для перетворення й обробки отриманої інформації в частотній області, передачі і збереження діагностичної інформації. В інформаційній частині здійснюється аналіз і обробка вихідних реакцій (ВР) і параметрів ЕДІ для прийняття рішення про технічний стан ОД.

Діагностична інформація надходить з ОД у базу даних інформаційної частини, де відбувається її накопичення. З бази даних ДІ надходить у блок нечіткого логічного висновку, одночасно з цим у цей блок надходить інформація з бази знань і значення функцій належності з бібліотеки функцій належності. У блоці нечіткого логічного висновку відбувається покрокове порівняння параметрів значень отриманої ДІ з еталоном для даного типу ТЕЗ, що знаходиться в базі знань, при використанні відповідної функції належності. Після порівняння з еталоном у відповідному блоці відбувається прийняття рішення про технічний стан ТЕЗ (безпосередньо тієї його частини, яка перевіряється в даний момент) на підставі нечіткого логічного висновку і відображення цієї інформації користувачу. Також, на підставі цієї ж інформації, з бази даних відбираються дані, які відповідають ситуації, що склалась і пересилаються в базу знань, звідки у виді команд управління вони надходять на блок формування тестової послідовності.

**Висновки.** Таким чином, кількість і порядок проходження елементарного тестового впливу і наборів даних можуть змінюватись в залежності від отриманої діагностичної інформації (ДІ). Така система дозволяє виключити деякі ЕТВ, необхідність у яких відпадає за результатами отриманих даних. Це дозволяє зменшити кількість наборів у ТП, що приводить до скорочення часу діагностування. Покрокове виконання команд і поточний аналіз ситуації, що склалась дозволяє не тільки здійснювати діагностування до першого несправного елемента, але і дає можливість проводити подальший пошук несправних елементів шляхом виключення використання даних від виявленого дефектного елемента. Нові ЕТВ формуються на підставі отриманої інформації і варіантів прийняття рішень, визначених у базі знань.

За умови неоднозначності при прийнятті рішення, користувач може внести свої корективи в механізм прийняття рішення шляхом зміни показника ступеня функції належності чи зміною поточних даних у базі знань або базі даних. У випадку, якщо нові дані приводять до більш достовірного результату, ці виправлення через підсистему поповнення бази знань заносяться в базу знань і будуть використані в наступній подібній ситуації.

Використання в якості діагностичної інформації вихідних реакцій (ВР) ОД і параметрів енергодинамічного процесу, застосування двох напруг живлення та поетапна побудова тестової послідовності дають можливість приймати рішення про працездатність об'єкта діагностики з достовірністю не нижче заданої за прийнятний час.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Жердев М.К. Концептуальні засади методу діагностування сучасних цифрових типових елементів заміни по форматним частотам перехідного процесу в шині живлення/М.К. Жердев, В.О. Савран //Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. –К.: ВІКНУ, 2016.-Вип. 52. – С. 20-32.
2. В.В. Вишнівський,М.К. Жердев, С.В. Ленков, В.А. Проценко; під ред. М.К. Жердева, С.В. Ленкова. Діагностування аналогових і цифрових пристроїв радіоелектронної техніки. Монографія /–К.: ТОВ «Компанія ЛПК», 2009. –224 с.
- 3.Ленков Є.С., Толлок І.В. Прогнозування складу і ресурсу угруповань технічних об'єктів // Науковий журнал «Системи озброєння і військова техніка», Харків, 2018. –№3(55). –С. 78 –84.
4. Вишнівський В.В. Проблема побудови та впровадження автономних автоматизованих систем діагностування радіоелектронного озброєння / В.В. Вишнівський, В.В. Кузавков, Г.І. Гайдур // Науковий журнал Інформаційна безпека Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля. –Луганськ, 2014. –Вип. № 4(16). –С. 151-157.

5. Lienkov S.V., Zhiron H.B., Tolok I.V., Lienkov Ye.S. // Simulation model of the adaptive maintenance procedure of complex radioelectronic facilities 2313-688X Radio Electronics, Computer Science, Control. ISSN: 1607-3274. 2020. N. 1. –P63-74. DOI 10.15588/1607-3274-2020-1-7.

6. Вишнівський В.В., Жердев М.К., Ленков С.В., Проценко В.А. Діагностування аналогових і цифрових пристроїв радіоелектронної техніки. –М.: Сов. Радио, 2009. –224 с.

7. Шкуліпа П.А. Шляхи і методи підвищення ефективності автономних автоматизованих систем технічного діагностування радіоелектронних пристроїв спеціального призначення / П.А. Шкуліпа, М.К., Жердев, С.В. Ленков, Ю.О. Гунченко // Журнал «Сучасна спеціальна техніка», 2012. – № 3 (30). – С 69 – 74.

8. Ленков С.В., Перегудов Д.О., Ликов О.І., Синіцин В.С. Діагностика виробів електронної техніки за сукупністю параметрів // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ “КПІ”. – К., 2004. – №1. – С.92 – 96.

9. Надійність систем з надлишковістю: методи, моделі, оптимізація: [монографія] / Б. П. Креденцер [та ін. ; під наук. Ред. Д-ра техн. Наук, проф. Б. П. Креденцера; Нац. Техн. Ун-т України «Київ. Політехн. Ін-т». – К.: Фенікс, 2013. – 341 с.

10. Гахович С.В. Метод діагностування цифрових ТЕЗ // 36. Наук. Пр. ВІТІНТУУ “КПІ”. –Вип. № 4. –К.: ВІТІНТУУ “КПІ”, 2004. – С. 24-30.

11. Жердев М. К., Вишнівський В. В., Пампуха І. В., Скуйбіда О. Ю. Напрями розвитку систем контролю технічного стану і діагностування складних технічних систем. Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Київ, 2006. № 3. С. 22–25.

#### REFERENCES:

1. Zhierdev M.K., Savran V.O. (2016) Kontseptualni zasady metodu diahnostuvannia suchasnykh tsyfrovyykh typovykh elementiv zaminy po formatnym chastotam perekhidnoho protsesu v shyni zhyvlennia [Conceptual foundations of the method of diagnosing modern digital typical replacement elements by the format frequencies of the transition process in the power bus], Collection of scientific works of the Military Institute of Taras Shevchenko Kyiv National University. K. VIKNU, Issue 52, pp. 20-32.

2. Vyshnivskiy V.V., Zherdiev M.K., Lienkov S.V., Protsenko V.A.; pid red. Zherdieva M.K., Lienkova S.V. (2009), “Diahnostuvannia analogovykh i tsyfrovyykh prystroiv radioelektronnoi tekhniki” [Diagnostics of analog and digital devices of radio electronic equipment], K., TOV Kompaniia LIK, 224 p.

3. Lienkov Ye.S., Tolok I.V. (2018), Prohnozuvannia skladu i resursu uhrupuvan tekhnichnykh obektiv [Forecasting the composition and resources of groups of technical objects], Scientific journal “Weapons systems and military equipment”, Harkiv, N. 3 (55), pp.78-84.

4. Vyshnivskiy V.V., Kuzavkov V.V., Haidur H.I. (2014), Problema pobudovy ta vprovadzhennia avtonomnykh avtomatyzovanykh system diahnostuvanniaradioelektronnoho ozbroiennia [The problem of building and implementing autonomous automated systems for diagnosing radio-electronic weapons], Scientific Journal Information Security East Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl. Luhansk, Vol. No. 4 (16). pp. 151-157.

5. Lienkov S. V., Zhiron H.B., Tolok I. V. Lienkov Ye. S. Simulation model of the adaptive maintenance procedure of complex radioelectronic facilities 2313-688X Radio Electronics, Computer Science, Control. ISSN: 1607-3274. 2020. N 1. –P63-74. DOI 10.15588/1607-3274-2020-1-7

6. Vyshnivskiy V.V., Zherdiev M.K., Lienkov S.V., Protsenko V.A.(2009), Diahnostuvannia analogovykh i tsyfrovyykh prystroiv radioelektronnoi tekhniki [Diagnostics of analog and digital devices of radio electronic equipment], M. Sov. Radio, 224 p.

7. Shkulipa P.A., Zherdyev M.K., Lienkov S.V., Gunchenko Yu.O. (2012) “Shlyahi i metodi pidvishennya efektyvnosti avtonomnih avtomatizovanih sistem tehchnogo diahnostuvannya radioelektronnih prystroyiv specialnogo priznachennya ” [Ways and methods of increasing the efficiency of autonomous automated systems technical diagnostics of special purpose radio electronic devices], Zhurnal Suchasna specialna tehnik, № 3 (30). pp 69 – 74.

8. Lienkov S.V., Peregudov D.O., Lykov O.I., Synicyn V.S. (2004) “Diahnastyka vyrobiv elektronnoyi texniki za sukupnistyu parametriv ” [Diagnostics of electronic equipment products by a set of parameters ], Collection of scientific works of VITI NTUU «KPI», K., N. 1.pp.92 – 96.

9. Kredencer B. P.(2013) “Nadijnist sistem z nadliskovisty: metodi, modeli, optimizaciya” [Reliability of systems with redundancy: methods, models, optimizatio], Nac. Tehn. Un-t Ukrayini «Kiyiv. Politehn, Feniks, 341 p.

10. Hakhovych S.V (2004), “Metod diahnostuvannia tsyfrovyykh TEZ” [The method of diagnosing digital TES], Collection. Of science Ave. VITINTUU“KPI”, N.4 pp. 24-30.

11. Zherdiev M. K., Vyshnivs'kyj V. V., Pampukha I. V., Skujbida O. Yu (2006). Napriamy rozvytku system kontroliu tekhnichnoho stanu i diahnostuvannia skladnykh tekhnichnykh system. [Directions of development of technical condition control systems and diagnostics of complex technical systems], Zbirnyk naukovykh prats Viiskovoho instytutu Kyivskoho natsionalnoho universytetu im. Tarasa Shevchenka. K. N.3. pp. 22–25.

**PhD. Okhramovych M., PhD Koval M., PhD Kravchenko O.  
Shevchenko V.**

### **DEVICE FOR DETERMINING THE TECHNICAL CONDITION OF DIGITAL THESIS THAT USES ENERGY DYNAMIC PROCESS PARAMETERS**

*The article examines the structural and functional diagrams of the device for diagnosing existing and prospective typical digital replacement elements, which contain microprocessor-based on large integrated circuits and are part of the radio-electronic equipment of the Armed Forces of Ukraine. The principle of operation of the device is based on the use as diagnostic information of initial reactions (IR) of object of diagnosis and parameters of the energy-dynamic process. The use of two power supply voltages and the step-by-step construction of the test sequence (TS) makes it possible to make a decision about the operational efficiency of the object of diagnosis with reliability no lower than specified for an acceptable time. Decision-making about the technical condition of a typical replacement element and localization of defects is carried out with the help of a personal computer based on the theory of fuzzy logic. The computer is the core that provides the analysis of the available and received diagnostic information, the formation of test sequences (TS) and decision-making about the technical condition of the object of diagnosis. It allows you to quickly process a large amount of diagnostic information, carry out its analysis, storage and replenishment due to the knowledge of experts and the accumulation of statistics. This makes it possible to exclude some elementary test effects, the need for which is eliminated based on the results of the obtained data, as well as to reduce the number of sets in the TS, which leads to a reduction in diagnosis time. Step-by-step execution of commands and current analysis of the situation allows not only to carry out diagnostics up to the first faulty element, but also makes it possible to conduct a further search for faulty elements. The advantage of the proposed device is the possibility of increasing the reliability of diagnosis without increasing its duration.*

*Key words: energy-dynamic process, radio-electronic technology, test sequence, diagnostic object, source of diagnostic information, typical replacement element.*