

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ПОКОМПОНЕНТНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ В УМОВАХ ВИРОБНИЦТВА

В статті розглядаються особливості проектування апаратних засобів для систем покомпонентного діагностування схем цифрових пристроїв. В результаті аналізу літератури було представлено структурну схему апаратних засобів систем спрямованого пошуку несправностей, яка являється найбільш ефективною для широкого класу цифрових пристроїв в умовах масового виробництва.

Ключові слова: діагностування, тестування, структура, компонент, комутація, генераційні процеси.

V. S. OZERANSKYI, I. R. ARSENYUK, O. I. YARTSEVA

Vinnitsia national technical university

DESIGN FEATURES HARDWARE COMPONENT-BY-COMPONENT DIAGNOSIS OF DIGITAL DEVICES IN A PRODUCTION ENVIRONMENT

Abstract – The aim of the research – discusses features of the design of hardware for systems of component-by-component of diagnostics digital devices.

The analysis of modern methods and systems in a production environment exercise testing digital devices of varying complexity. The choice of methods and tools based on the economic feasibility of their use.

As a result of the experience gained from leading manufacturers of digital equipment was introduced hardware block diagram of the directional troubleshooting that is most effective for a wide class of digital devices in mass production.

Keywords: diagnostic, testing, structure, component, switching, generation processes.

Вступ

Невід'ємною складовою сучасних апаратно-програмних засобів тестового пошуку несправностей цифрових пристроїв (ЦП) в умовах їх серійного виробництва є системи покомпонентного (пофрагментного) діагностування (СПД). Перехід від розв'язання досить складних і тривалих задач тестування кожного ЦП в цілому до розбиття останніх на множини компонентів для їх наступних опитувань дає можливість (в сполученні з іншими методами) суттєво впливати на загальний час тестових випробувань.

Існуючі апаратні та програмні засоби тестового діагностування ЦП передбачають наявність у своєму складі сполучення різноманітних функціональних підструктур, які реалізують різні алгоритми обміну інформації між центральним процесором і нестандартним термінальним обладнанням.

Аналіз досліджень та публікацій

Аналіз роботи відомих фірм-виробників цифрових пристроїв показав, що всі блоки розроблювальної СПД можна умовно розділити на дві основні групи:

- стандартні пристрої (найбільш розповсюджені, виготовляються серійно та являються складовою частиною переважної більшості систем діагностування);
- нестандартні або спеціалізовані пристрої (мають нестандартні протоколи обміну інформації, внаслідок чого для кожного з них розробляється свій особистий драйвер).

До складу стандартних блоків входять, наприклад, комп'ютер з базовою структурою, принтер і таке інше.

До нестандартних блоків, наприклад, відносяться:

- голчатий механічний адаптер - пристрій автоматичного контактування з ОД (типу "поле з цвяхів");
- пристрій тестового контролю мікропроцесорних елементів;
- банк (плата) з елементами для компонентів, які штучно створюються;
- АТВ-контролер аналогових тестів;
- векторний процесор;
- програмований контролер джерел живлення;
- блоки DeltaScan, FrameScan-2, WaveScan для тестування складних компонентів, для яких неможливо створити цифровий або аналоговий тест.

Невід'ємним етапом проектування системи діагностування є прагнення до компактності та економічності розроблювальної системи. При цьому необхідно врахувати, що не існує методів повної формалізації процесів синтезу подібних засобів. Як показала практика, найбільш раціональним підходом є використання досвіду розробників в поєднанні з можливостями систем автоматизованого проектування цифрових пристроїв.

Створення структури апаратних засобів діагностування ЦП

Вибір структури апаратних засобів СПД залежить від розв'язання ряду технічних питань [1, 2],

зокрема:

- аналіз економічних аспектів розробки апаратних і програмних засобів СПД щодо умов виробництва та експлуатації електронних виробів;
- визначення основних функцій СПД і особливостей їх реалізації;
- вивчення життєвих циклів ЦП і їх особистий вплив на функції СПД;
- аналіз особливостей цифрових пристроїв, а також можливих типів дефектів і їх статистичну обробку за умов виробництва;
- визначення можливостей автоматизації процесів тестування ЦП за умов їх серійного виготовлення;
- визначення ступеня кваліфікації і рівня досвіту техперсоналу засобів.

Таким чином, під об'єктом діагностування будемо вважати одноплатний цифровий пристрій, що містить різні за своєю складністю елементи – від малого ступеня інтеграції до мікропроцесорної системи. Технологічно такий об'єкт повинен бути виконаний одностороннім або двостороннім друкованим монтажем з достатньою кількістю контрольних точок [1].

Постановка задачі

Як показав досвід багатьох фірм-виробників, схема ЦП має елементи усіх ступенів інтеграції, а також може містити певну кількість аналогових елементів, то у цьому випадку проєктована СПД повинна виконувати більш поширені функції:

- перевірку топології друкованого монтажу з метою усунення можливих коротких замикань і обривів провідників ЦП без подавання напруги;
- поелементну перевірку дискретних ЕРЕ (резисторів, конденсаторів, діодів), а також простих цифрових мікросхем;
- функціональну перевірку цифрових фрагментів (компонентів) ДП;

Отже, необхідно сформулювати таку структуру апаратних засобів СПД, яка б задовольняла вищезгадані вимоги.

Проектування апаратних засобів систем діагностування ЦП

Економічні витрати на розробку засобів покомпонентного діагностування визначаються, в основному, архітектурою системи і обчислювальними ресурсами, що використовуються [2]. Серед існуючих тестерів подібного типу найкращим чином зарекомендували себе СПД на основі персональних комп'ютерів із загальною магістраллю у своєму складі. Сучасні персональні комп'ютери забезпечують високу гнучкість, реалізують модульний принцип і відносно простоту взаємодії окремих функціональних вузлів проєктованої СПД. Наслідком такого підходу є скорочення термінів розробки системи та підвищення її надійності і вірогідності результатів діагностування, зниження експлуатаційних витрат [1, 3].

Ступінь кваліфікації обслуговуючого персоналу визначається, як правило, знаннями цифрової електроніки, схемотехніки МПП, програмного забезпечення, а також операторськими навичками здійснювати роботу з ЕОМ [4].

Невід'ємною складовою частиною СПД є модуль тестування ЦПС, що повинний забезпечувати функціональне тестування цифрових інтегральних схем будь-якого ступеня інтеграції з алгоритмічною генерацією вхідних векторів.

Функціонування такого блоку повинно ґрунтуватися на алгоритмі роботи пристрою для тестування інтегральних схем малого ступеня інтеграції, який необхідно доповнити функціями, що враховують особливості перевірки компонентів з підвищеною швидкістю [4]:

- максимальною частотою подавання сигналів у статичному режимі (до 1 МГц);
- взаємною синхронізацією реалізації тестів СПД і об'єкта дослідження;

При цьому система, що розробляється, відповідає загальним вимогам, висунутим до засобів подібного типу, а її модульна структура має вигляд, представлений на рис. 1.

Враховуючи функціональне призначення засобів, структурну схему СПД можна представити трьома підсистемами:

- підсистема створення електричних умов і організації процесу вимірювання аналогових елементів (модуль аналогових вимірів);
- підсистема створення електричних умов і організації процесу подачі тестових векторів на цифрових компонент, який тестується та аналіз зворотної реакції (модуль тестування ЦПС);
- підсистема формування контурів зворотних зв'язків та запуску і реєстрації процесів самогенерації власних тестових сигналів в таких контурах.

Кожна з цих підсистем конструктивно і функціонально під'єднана до загальної шини СПД через власний драйвер із стандартним протоколом обміну даними.

Активізація розглянутих підсистем здійснюється на програмному рівні за допомогою модуля комутації каналів тестування.

Обладнання СПД передбачає наявність двох типів комутаторів: релейного (повільно діючий пристрій, призначений для вимірювання аналогової частини ОД, що має підвищену точність) та електронного (швидкодіючий пристрій, призначений для тестування цифрової частини ОД).

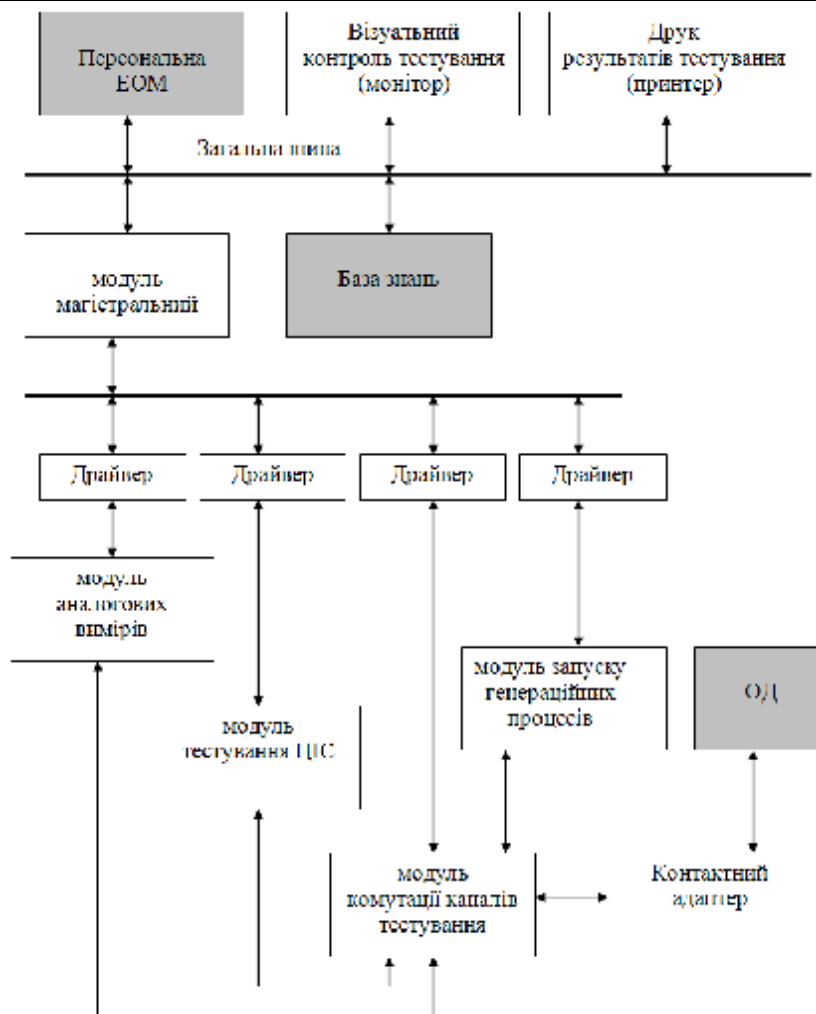


Рис. 1. Структурна схема системи покомпонентного діагностування ЦП

Модуль контактного адаптера призначений для здійснення безпосереднього доступу до внутрішніх контактних площадок досліджуваного пристрою. В сучасних системах це може бути реалізовано декількома способами:

- ручні кліпси (вимагають відповідних навичок оператора і обмежені в своїй кількості);
- ложе з підпружинених цвяхів (ефективність використання яких вимагає необхідної кількості контрольних точок на ДП, що тестується);
- літаючі пробники (найбільш ефективні на початкових етапах розробки програм тестування ЦП)

Для підвищення рівня тестового покриття використовують сумісні можливості запропонованих підходів, які широко впроваджуються в умовах масового виробництва ЦП.

Особливості тестування цифрових інтегральних схем відображені у модулі тестування ЦПС, структурна схема якого представлена на рис. 2.

Відповідно до структурної схеми функціонування блоку здійснюється у такий спосіб. За запитом ЕОМ виконується запис керуючих слів у ОЗП, де фіксується порядковий номер компонента і його код, режим роботи відповідного каналу комутатора, а також у формувач числа входів, вхідна і вихідна сигнатура. Комутатор працює у відповідному режимі в залежності від коду, що записаний у ОЗП. Установлення самого режиму здійснюється в пристрої керування. Потім у ОЗП протягом декількох тактів надходить масив ППУ. Після цього в ОЗП записується масив ППУ. За допомогою вузла формування ППУ (ВФ ППУ) можуть бути отримані різнополярні імпульси початкових умов. Потім ППУ і ППУ подаються на входи компонента, який тестується і місце якого при необхідності займають наступні вектори ППУ і ППУ. Після реалізації усіх ППУ і ППУ ЕОМ переходить у режим “ТЕСТУВАННЯ”, при якому заборонено обмін інформацією. Далі здійснюється тестування обраного фрагмента схеми ОД з використанням комутатора. Спочатку перевіряється установка ПУД компонента – вузол перевірки початкових умов (ВП ПУ) контроль відповідно до структурної схеми модуля тестування ЦПС.

Якщо початкові умови не виставлені, то вузол ВП ПУ передає у пристрій керування відповідний машинний код – “НЕМАЄ ПУ”. Після цього модуль тестування ЦПС генерує стан “ВІЛЬНИЙ”, що є сигналом для ЕОМ виконати процедуру звертання до МТ ЦПС з метою аналізу отриманого переривання. Якщо початкові умови встановлені на входах компонента, який тестується, то починається процес формування тестових векторів за допомогою підсистеми їх відтворення. При цьому, наприклад, з 8-бітової

сигнатури формуються набори тестів, що через ШФ надходять на потенційні входи фрагмента схеми, який контролюється.

Після подавання тестових наборів (відповідна реакція) з виходів компонента, який контролюється, надходить на вхід вузла стиснення тесту (ВСТ). Остання є вихідною сигнатурою, що потім порівнюється з еталонною сигнатурою. При розбіжності сигнатур у буфер тестів буде записаний код "НЕПРИДАТНИЙ" і МТ ЦІС перейде у стан "ВІЛЬНО" (або за умови, коли усі входи будуть перевірені) [3].

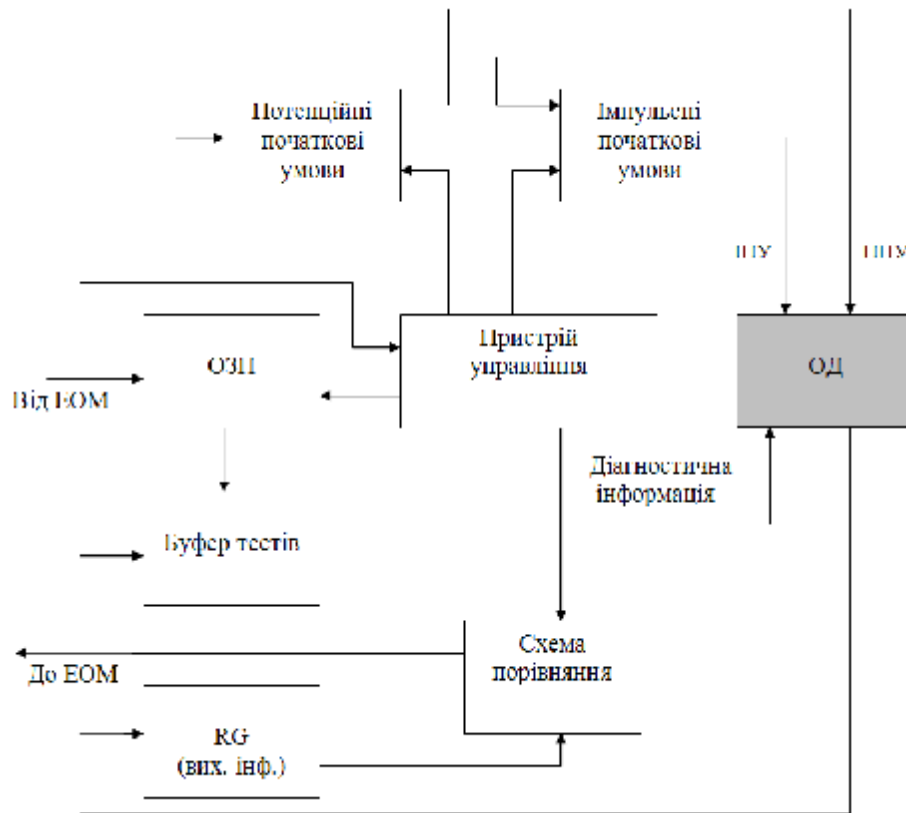


Рис. 2. Структурна схема модуля тестування ЦІС

В основі модуля запуску і фіксування генераційних процесів лежить системний комп'ютер, який складається з стандартного комп'ютера та бібліотеки різноманітних тестів. Через драйвер та загальну шину він організовує послідовність функціонування спеціалізованих модулів, які саме і створюють генераційні процеси в схемі ЦП.

Локальна шина нестандартного обладнання СПД зв'язує основні модулі:
 створення електричних умов генерації;
 комутаційне формування штучних контурів;
 контроль наявності генерацій;
 вбудований генератор СПД;
 модуль часового узгодження процесів генерації.

Першим кроком функціонування засобів діагностування є забезпечення електричних умов у вузлах схеми ЦП, де відбувається «змішування» тестових сигналів і виділення активних рівнів напруг у часі. Згідно алгоритму тестування, здійснюється тимчасова комутація штучних підструктур, внаслідок чого формується об'єднана множина контурів. Такий підхід дає можливість створювати різні структури, які мають фізичну можливість генерувати власні тестові послідовності: послідовні контури, паралельні контури, контури із власним генератором тестових впливів, контурів, типу «загальна шина» – об'єднані по входах, об'єднані по виходах (або разом).

Подання тестових сигналів на входи створених контурів можна виконати за допомогою вбудованого генератора СПД, який призначений для незалежних тестових перевірок елементів з невисокою швидкістю, а також при відсутності власного генеруючого елемента у створеному контурі.

Модуль часового узгодження процесів генерації призначений для створення стабільності генераційних процесів та їх вимірів засобами діагностування за допомогою елементів затримок та організації введення-виведення тестової інформації через проміжні буфери (рис. 3).

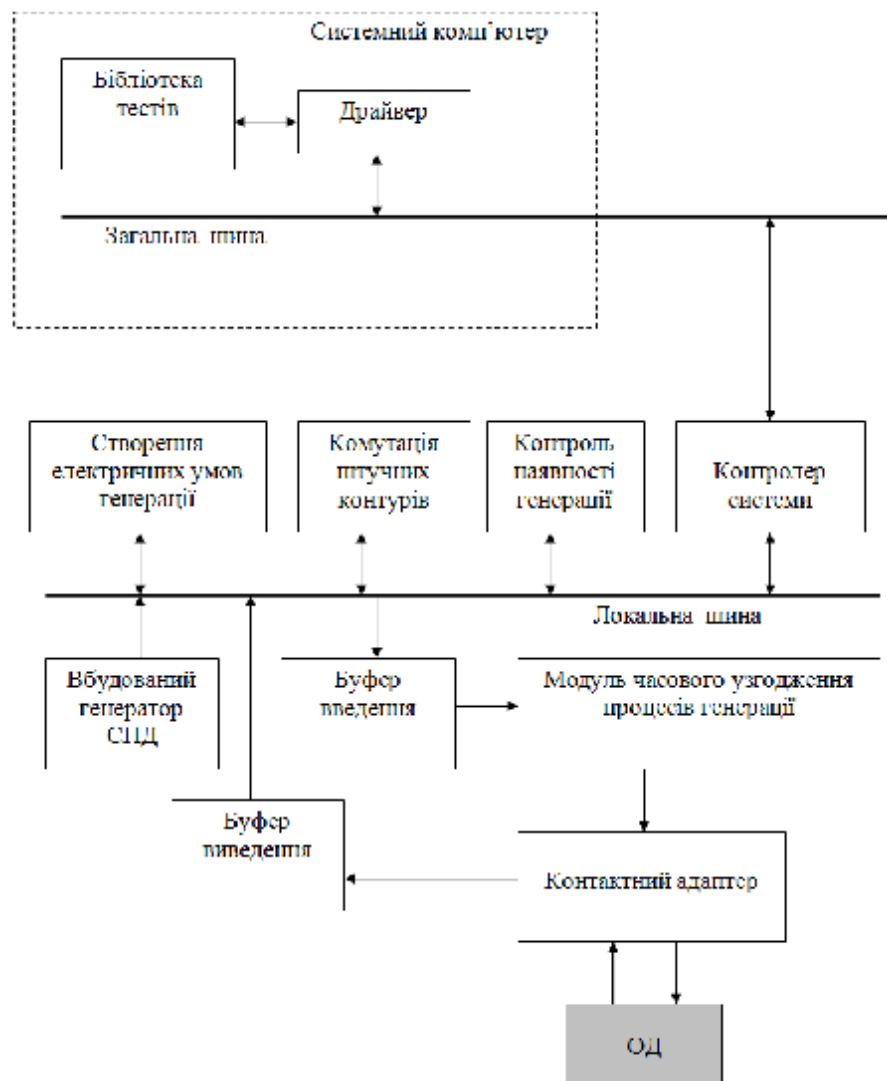


Рис. 3. Структурна схема модуля запуску генераційних процесів

Генерація в таких контурах здійснюється при непарному числі елементів з інверсією в одному контурі, часової затримки рівнів напруг між об'єднаними контурами, а також результату «замішування» тестових сигналів в скомутованих вузлах і можливістю домінування одного з логічних рівнів сигналів. За такими процесами спостерігає модуль контролю наявності генерації. При чому, якщо генерація не відбувається, то до системного комп'ютера видається повідомлення «ВІДСУТНІСТЬ ТЕСТУВАННЯ». Коли ж на виході об'єднаних контурів фіксується постійний рівень лог. «0» або лог. «1», то видається повідомлення «НАЯВНІСТЬ НЕСПРАВНОСТІ». Така інформація обробляється двома програмами:

- виявлено несправність, процес пошуку закінчено (друкується список підозрілих елементів ДП);
- виявлено несправність, створення інших контурів, до складу яких входять підозрілі елементи (друкується список несправних елементів ДП).

Інформаційний центр системи діагностування розміщується у банку знань, що являє собою бібліотеки стандартних тестів, скорегованих а також найбільш розповсюджених. Останні передбачають наявність можливості засобів вносити в об'єкт дослідження додаткові штучні канали передачі інформації. З'єднуючи внутрішні вузли між собою відповідним чином, розробники добиваються використання найбільш ефективних методів пошуку несправності. Дослідженням встановлено, що найбільш ефективними структурами при наявності певної кількості однотипних елементів являється створення шинних структур – об'єднання елементів по входах або виходах, або разом. При такому підході використовується всього лише один тест і достатньо спрощується програма пошуку несправного елемента: кожний такий елемент в процесі тестування поступово відмикається від вузла з'єднання.

Висновки

Запропонований підхід дозволяє скоротити загальний час пошуку несправностей цифрових пристроїв за рахунок особливостей здійснення фізичних процесів, які протікають в комутованих ланцюгах схем. При цьому в кожному вимірі (згідно алгоритмів тестування) міститься інформація про окремий ланцюг штучної структури, що дає можливість прискорити локалізацію спрямованого пошуку

несправностей.

Управління такими процесами спрямованого пошуку несправностей виконується відповідним програмним забезпеченням. Слід відмітити, що порядок з'єднання елементів і отримання зворотних реакцій контролюється програмними засобами в реальному часі (але в статичному режимі).

Література

1. Аналіз композиційного підходу формування штучних фрагментів цифрових схем, як об'єктів внутрішньосхемного діагностування / [Перевозніков С.І., Біліченко Н.О, Очкуров М.А., Озеранський В.С.] – Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2007. – №2(9). – 6 с.
2. Очкуров М. А. Стратегії прискореного діагностування цифрових схем / Перевозніков С.І., Очкуров М. А., Озеранський В.С. // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2008. – № 1 (11). – 12 с.
3. Перевозніков С.І. Формування компонентних структур тестування цифрових пристроїв на основі їх графового представлення / Перевозніков С.І., Озеранський В.С., Арсенюк І.Р. // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2012. – № 2 (24). – С. 56–61.
4. Перевозніков С.І. Особливості формування компонентних структур тестування для систем внутрішньосхемного пошуку несправностей цифрових пристроїв / С.І. Перевозніков, В.С. Озеранський, Л.В. Крупельницький // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 12. – С. 62–71.

References

1. Perevoznikov S.I., Bilichenko N.O., Ochkurov M.A., Ozeranskyi V.S. Analiz kompozytsijnogo pidhodu formyvannya shtuchnyh fragmentiv tsyfrovyyh shem, yak obyektiv vnytrishn'oshemnogo diagnostyvannya. Informatsijni tehnologii ta komp'yuterna inzheneriya. – 2007. – №2(9). – 6 c. [in Ukrainian]
2. Ochkurov M.A., Perevoznikov S.I. Ozeranskyi V.S. Strategii pryskorenogo diagnostyvannya tsyfrovyyh shem. Informatsijni tehnologii ta komp'yuterna inzheneriya. – 2008. – №1 (11). – 12 c. [in Ukrainian]
3. Perevoznikov S.I., Ozeranskyi V.S., Arsenyuk I.R. Formyvannya komponentnyh struktur testuvannya tsyfrovyyh prystroiv na osnovi ih grafovogo predstavlennya. Informatsijni tehnologii ta komp'yuterna inzheneriya. – 2012. - №2(24). – С. 56–61. [in Ukrainian]
4. Perevoznikov S.I., Ozeranskyi V.S., Krupelnytskyj L.V. Osoblyvosti formyvannya komponentnyh struktur testuvannya dlya system vnytrishn'oshemnogo poshuku nespravnostej tsyfrovyyh prystroiv. Visnyk Vinnytskogo politehnichnogo instytutu. – 2012. - №12. – С. 62 – 71. [in Ukrainian]

Рецензія/Peer review : 27.6.2013 р.

Надрукована/Printed :29.9.2013 р.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення Вінницького національного технічного університету Майданюк В. П.