

# ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗПЕЧНОГО ТЕСТУВАННЯ СХЕМ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ

(Вінницький Національний Технічний Університет)

## Анотація

В роботі проведено вдосконалення алгоритму упорядкування векторів тестових сигналів в процесі діагностування цифрових пристроїв, розглядається питання алгоритмічного забезпечення програмних засобів тестового покомпонентного пошуку місця несправностей.

З ціллю підвищення ефективності систем покомпонентного діагностування запропоновано використовувати коригування тестових матриць для декомпозиційного тестування схем цифрових пристроїв для зменшення загального часу реалізації діагностичних програм в умовах серійного виробництва.

**Ключові слова:** покомпонентне тестування, засоби діагностування схем, дефекти, друковані плати

## Abstract

In work perfection of algorithm of organization of vectors of signals of tests is conducted in the process of diagnosing of digital devices, the question of the algorithmic providing of programmatic test components query of place of disrepairs facilities is examined.

With the purpose of increase of efficiency of the systems of the components diagnosing it is suggested to use the correction of matrices of tests for the decomposition testing of charts of digital devices for diminishing of common time of realization of troubleshooting routines in the conditions of mass-produced.

**Keywords:**

component testing, circuit diagnosis tools, defects, circuit boards

В результаті високих темпів мікромініатюризації електронної бази конструкція і складність друкованих плат (ДП) зазнала такі серйозні зміни, що спричинило розробку нових методів контролю якості як на стадії виготовлення, так і на стадії ремонту, а також нових тестуючих пристроїв.

Одним з основних чинників забезпечення надійності електронних пристроїв і систем є своєчасне виявлення дефектів і несправностей, що виникають в ДП. Якщо процес виробництва характеризується високим рівнем дефектності продукції, то це у свою чергу спричиняє за собою додаткові витрати на контроль якості, тестування і ремонт. Тому навіть при сталому і відлагодженому виробництві необхідно використовувати ефективні методи тестування і сучасне тестове устаткування. Конструкція самих ДП повинна забезпечувати технологічність виробництва і контролепридатність як друкованого монтажу, так і виробів вцілому.

В даний час широко використовуються чотири методи виявлення дефектів і несправностей ДП, які можна розділити на дві групи: електричні (внутрішньосхемне і функціональне тестування) і неелектричні (оптичний і рентгеноскопічний контроль якості паяних і міжшарових з'єднань) [1, 2].

Оптичний контроль якості ДП в дрібносерійному виробництві здійснюється візуальним способом з використанням штативних луп і стереоскопічних оптичних систем. У серійному виробництві використовуються автоматизовані установки оптичного контролю, забезпечені системою технічного зору і програмами аналізу зображень [3]. Такі установки дозволяють виявити відсутні електричні і конструкційні компоненти, наявність деформацій виводів компонентів, неправильне маркування, обриви провідників і паразитні перемички, з'єднання, що не пропалили, і т.д.

Освоєним недовіком методу оптичного контролю є те, що він не дозволяє перевірити працездатність ДП в зборі, крім того він не дозволяє проконтролювати провідники, контактні майданчики і виводи, розташовані під корпусами компонентів, повнота контролю топології і цілісності друкарського монтажу – електричних монтажних схем (ЕМС) - забезпечується тільки на зовнішніх шарах ДП.

Внутрішньосхемне тестування найбільш універсальний метод контролю якості ДП. Дане тестування дозволяє виявити відсутні або неправильно встановлені компоненти, дефектні компоненти, паразитні перемички (короткі замикання) і обриви провідників і т.д. Проте, якщо на платі є виводи компонентів, які непроаяні, а тестування проводиться шляхом підключення зонда безпосередньо до виводу, дефект друкованого монтажу не буде виявлений, оскільки зонд під час перевірки притисне вивід до контактної майданчика. Конструкція ДП повинна дозволити використання тестуючого пристрою з контактними – контактними приладами з матрицею зондів [4, 5].

Існуючі засоби тестового діагностування аналогових, цифрових та змішаних вузлів можна поділити на три групи:

- структурне діагностування (функціональне тестування, функціональний контроль);
- поелементне (внутрішньосхемне, покомпонентне) діагностування (тестування), внутрішньо-схемний контроль;
- комбіноване (поелементно-структурне, змішане) діагностування (тестування).

Структурне діагностування здійснює тестування схеми цифрового пристрою в цілому. При цьому на входи схеми цифрового пристрою з боку роз'єму подаються тестові впливи, а на виходах схеми цифрового пристрою (спеціальних внутрішньосхемних контрольних точках або з боку вихідної частини роз'єму) перевіряється правильність виконання функції, що реалізується контрольованою схемою. Після завершення процесу тестування схеми цифрового пристрою визнається придатним, якщо немає несправностей [6, 7].

Звичайно на практиці для зменшення часу контролю обмежуються деякою підмножиною сигналів, що вибираються з урахуванням необхідної умови вірогідності контролю. При цьому сімейство множин всіх сигналів утворює тест перевірки даної схеми цифрового пристрою.

Основними перевагами структурного діагностування є простота підключення до схеми цифрового пристрою, мале число каналів влаштування зв'язку джерел впливу і вимірювальних приладів з **схеми цифрового пристрою**, швидкість перевірки по принципу 'придатний - непридатний'. Однак засіб структурного діагностування має наступні основні недоліки: більша трудомісткість процесу пошуку дефектів, особливо при кратних і 'нелогічних' несправностях (при невірній орієнтації діодів, транзисторів, мікросхем і т.д.); за наявності певних дефектів в **схемі цифрового пристрою** при подачі робітничих впливів виникають катастрофічні відмови (вторинні дефекти); неможливість виявлення прихованих дефектів (відсутність ЕРЕ, роботи влаштування); складність і більша трудомісткість розробки тестів; складність виявлення кратних дефектів, що підвищують надійність [8, 9].

## Висновок

При діагностуванні гібридних вузлів (ГВ) в процесі їхнього виготовлення структурне діагностування в основному використовує режими імітації функціонування ОД, що також є умовою, що ускладнює проведення діагностування, бо виникає необхідність в використанні і програмуванні додаткового обладнання (імітаторів впливу і навантажень). В основі засобу тестового поелементного діагностування лежить припущення про те, що якщо схема цифрового пристрою відповідає технічним вимогам, то він функціонує нормально, тобто припускається, що схема цифрового пристрою працює нормально, якщо малюнок друкованого монтажу і орієнтація ЕРЕ відповідають схемі і параметри всіх ЕРЕ знаходяться в заданих межах. При оцінці параметрів ЕРЕ тестове поелементне діагностування передбачає допусковий контроль. При допусковому контролі виробляється контроль правильності монтажу і визначення відповідності вибраних параметрів ЕРЕ значенням в поле допусків. Бо вимір параметрів елементів можна виконати при низьких рівнях тестових сигналів, то подібний контроль практично неруйнуючий при будь-яких сукупностях дефектів в вузлах РЕА. Поелементне діагностування полягає в проведенні послідовності перевірок кожного ЕРЕ, зокрема при виконанні умови винятку взаємного впливу ЕРЕ. Розглянемо основні принципи поелементного діагностування гібридних вузлів РЕА і мікроборок. Передусім слід відзначити що в процесі виготовлення друкованого вузла (ДВ) виникають численні дефекти довільної кратності. Моделлю цих дефектів є сукупність тривких несправностей: обриви провідників, короткі замикання, невірна орієнтація активних ЕРЕ відносно шин живлення, вихід параметру ЕРЕ за межі допуску, монтаж ЕРЕ іншого типу, невірне функціонування ЕРЕ і т.д. Мета поелементного діагностування полягає у вказанні точного вигляду дефекту (будь-якої кратності) після виконання автоматичного направленої опитування станів кожного елементу ГУ. При створенні СПД вирішуються наступні основні задачі: забезпечення доступу до внутрішніх контрольних точок ОД, виняток впливу схеми при перевірці пасивних ЕРЕ - режим розподілу, захист активних ЕРЕ (транзисторів, інтегральних схем і т. П.) від пошкодження при тестуванні, автоматизація і отримання тестового впливу. В нинішній час доступ до висновків ЕРЕ з боку монтажу звичайно забезпечується шляхом використання спеціального контактної пристосування в вигляді матриці з підпружинених голкових штирів (контрольних щупів).

## Список використаної літератури

1. Данченко Д.Б. Формування діагностичних процедур на основі мережних моделей / Д.Б. Данченко, С.І. Перевозніков // Тези XLV науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету, 21–23 березня, 2018. – Вінниця: ВНТУ, 2018.
2. Озеранський В.С. Особливості використання логічного аналізатора в системах покомпонентного діагностування цифрових пристроїв/ С.І. Перевозніков, В.С. Озеранський // Матеріали 10-ї міжнародної науково-практичної конференції «Інтернет-Освіта-Наука-2016», 11–14 жовтня, 2016 : Збірник праць. – Вінниця: ВНТУ, 2016.
3. Перевозніков С.І. Формування мінімальних структур цифрових пристроїв для систем покомпонентного діагностування / О.І. Барт, С.І. Перевозніков // Тези XLIV науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету, 12–13 березня, 2015. – Вінниця: ВНТУ, 2015.
4. Дрозд А.В. Нетрадиционный взгляд на рабочее диагностирование вычислительных устройств / А.В. Дрозд // Проблемы управления. – 2008. – №2. – С.48–56.
5. Перевозніков С.І. Формування паралельних структур цифрових пристроїв для систем діагностування / Барт О. І., Перевозніков С. І. // Матеріали 10-ї міжнародної науково-практичної конференції «Інтернет-Освіта-Наука-2016 (ІОН-2016)», 14–17 жовтня, 2016 : Збірник праць. – Вінниця: ВНТУ, 2016 – С.126–127. ISBN 978–966–641–491–8.
6. Юхимчук С.В. Декомпозиційні стратегії діагностування цифрових пристроїв / С.В. Юхимчук, С.І. Перевозніков, Т. О. Савчук // Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця. – 2001. – 176с.
7. Городов В.А. Методы электрического контроля печатных плат / В.А. Городов // Технологии в электронной промышленности. – 2005.– №1. – С.17–22.
8. Шевелев И.В. Современные технологии автоматического электрического контроля печатных плат компании Nioki / И.В. Шевелев // Производство электроники. – 2007. – №3. – С.9–14.
9. Городецкий А. Тестирование и тестопригодное проектирование. / А. Городецкий // Компоненты и технологии. – 2009. – №2. – С.7–10.

Озеранський Володимир Сергійович – к.т.н., ст, викл. кафедри комп'ютерних наук ВНТУ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ozeransky@ukr.net

Морозов Олександр Сергійович , бакалавр, студент, Вінницький Національний Технічний університет, місто Вінниця, morozovssahsa97@gmail.com