


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
“ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”

НАССЕР ІЯД К.М.



(ПАЛЕСТИНА)

УДК 681.518:681.326.7

**ЕВОЛЮЦІЙНІ МЕТОДИ ГЕНЕРАЦІЇ ТЕСТІВ
ДЛЯ НЕКОНСТАНТНИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ**

Спеціальність 05.13.05 - Комп'ютерні системи та компоненти

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Донецьк - 2013

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Державному вищому навчальному закладі “Донецький національний технічний університет” Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Скобцов Юрій Олександрович,
ДВНЗ “Донецький національний технічний університет”, завідувач кафедри «Автоматизовані системи управління».

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
Сперанський Дмитро Васильович,
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри “Вища та прикладна математика”
Московського державного університету шляхів
сполучення, Росія;


доктор технічних наук, доцент,
Федоров Євгеній Євгенович,
завідувач кафедри “Спеціалізовані комп'ютерні
системи” Донецького інституту автомобільного
транспорту

Захист відбудеться “31” жовтня 2013 р. о 14:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 11.052.03 Донецького національного технічного університету за адресою: 83001, м. Донецьк, вул. Артема, 58. ауд. 8.704.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Донецького національного технічного університету (83001, м. Донецьк, вул. Артема, 58, II навч. корп.)

Автореферат розісланий “27” вересня 2013 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 11.052.03
кандидат технічних наук, доцент


Г.В. Мокрий

Загальна характеристика роботи

Актуальність. Важливу роль у підвищенні надійності сучасних комп'ютерних систем (КС) і їхньої елементної бази, грають системи автоматизованого проектування (САПР) і діагностування, які містять у собі тестове діагностування. Ефективність автоматизованих систем тестового діагнозу, заснованих на подачі на випробовуваний об'єкт спеціально побудованих входних (тестових) послідовностей, значною мірою залежить від застосовуваних методів і алгоритмів генерації тестів, що перевіряють.

Важливими компонентами САПР цифрових систем є підсистеми логічного моделювання й генерації тестів. У цей час існує ряд ефективних методів діагностування цифрових схем. Великий внесок у розвиток тестування цифрових схем внесли закордонні дослідники: Roth J.P., Zorian Y, Agrawal V.D, Abramovici M., Fujivara H. і вітчизняні вчені: Пархоменко П.П., Убар Р.Р., Сперанский Д.В., Романкевич А.М., Дербунович Л.В., Кривуля Г.Ф., Скобцов Ю.О., Хаханов В.І., Дрозд О.В. і інші.

У цей час розроблено низку ефективних методів генерації тестів для цифрових систем. Однак існуючі методи, в основному, використовують класичну модель одиночних константних несправностей, що не завжди адекватно моделює фізичні дефекти, характерні сучасним технологіям виробництва комп'ютерних систем. Особливо це стосується глибокого субмікронного рівня, де значну роль грають «перехресні» несправності (crosstalk faults), які впливають на часові характеристики КС. Тому, побудова тестів, що перевіряють, для неконстантних несправностей цифрових схем є актуальною науково-технічною проблемою, рішення якої істотно впливає на якість і надійність сучасних комп'ютерних систем.

Таким чином, актуальною є розробка нових еволюційних методів побудови перевіряючих тестів для неконстантних несправностей цифрових схем.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана протягом 2009 -2013 р.г. у рамках наукового напрямку кафедри автоматизованих систем управління Донецького національного технічного університету за темою Н-18-12 „Розробка та дослідження методів побудови комп'ютерних систем технічної й медичної діагностики».

Мета і задачі дослідження. Метою є підвищення ефективності автоматизованого діагностування цифрових систем шляхом розробки еволюційних методів генерації перевіряючих тестів для перехресних несправностей.

Досягнення мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Дослідження впливу перехресних несправностей типу «індуковані імпульси» та «індуковані затримки» на цифрові логічні схеми.
2. Розробка багатозначного алфавіту і багатозначних моделей основних логічних вентилів для моделювання перехресних несправностей.
3. Поширення методів багатозначного логічного моделювання на симуляцію цифрових схем з присутністю перехресних несправностей.
4. Розробка генетичного алгоритму побудови перевіряючих тестів для перехресних несправностей «індуковані імпульси».
5. Розробка генетичного алгоритму побудови перевіряючих тестів для перехресних несправностей «індуковані затримки».
6. Розробка програмного забезпечення генерації перевіряючих тестових послідовностей на основі багатозначного моделювання і генетичних алгоритмів.
7. Апробація розроблених методів і програмного забезпечення на схемах міжнародних каталогів, оцінка їхньої ефективності, швидкодії і якості побудованих тестів.

Об'єктом дослідження є процес побудови перевіряючих тестів для тестування сучасних цифрових логічних схем.

Предмет дослідження - структурні еволюційні методи побудови тестів, що перевіряють, для цифрових логічних схем.

Методи дослідження. При рішенні сформульованих у роботі завдань використовувалися методи: теорії булевих функцій, скінчених автоматів, технічної діагностики, еволюційних обчислень і логічного моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів.

Основні наукові положення, які виносяться на захист.

1. Досліджено вплив індукованих несправностей на тестування сучасних цифрових схем, що визначає необхідність побудови багатозначних моделей і еволюційних методів генерації тестів, які забезпечують ефективне тестування.
2. Встановлено, що спільне багатозначне логічне моделювання і генетичні алгоритми забезпечують ефективну генерацію перевіряючих тестів для перехресних несправностей, при якій підвищується повнота тестів і швидкодія.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному.

1. Модифіковано багатозначні моделі логічних елементів, що дозволило підвищити адекватність і швидкодію логічного моделювання перехресних несправностей.
2. Удосконалено генетичний алгоритм побудови тестових послідовностей для індукованих імпульсів, що дає можливість підвищити ефективність генерації тестів для перехресних несправностей.
3. Удосконалено метод відбору цільових несправностей - індукованих затримок для випадку багатьох агресорів, що дозволило скоротити кількість оброблюваних несправностей прискорити генерацію тестів.

4. Одержав подальший розвиток генетичний алгоритм побудови тестів, що перевіряють, для несправностей - індуковані затримки, що дозволяє підвищити ефективність генерації тестів для перехресних несправностей схем.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що:

1. Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення для генерації тестів, що перевіряють, цифрових логічних схем, що дозволяє підвищити повноту побудованих тестових послідовностей за рахунок використання більш адекватної моделі несправностей й еволюційних методів побудови тестів, що перевіряють.

Розроблені методи й програмне забезпечення використовуються в Інституті прикладної математики і механіки НАН України у вигляді модуля системи моделювання й діагностики АСМІД, а також у навчальному процесі Донецького національного технічного університету в рамках курсу “Технічна діагностика цифрових систем”.

Особистий внесок здобувача. Всі основні положення та результати дисертаційної роботи, що виносяться на захист, отримані автором самостійно. У роботах, які виконані в співавторстві авторові належать: у роботах, які виконані в співавторстві авторові належать: [8,10,11] - генетичний алгоритм побудови тестів для неконстантних несправностей; [1,2,7,12] - методи побудови тестів для індукованих імпульсів; [3-6,9] - методи генерації тестів для індукованих затримок.

Апробація роботи. Основні наукові результати роботи доповідалися й обговорювалися на: міжнародній конференції «Інтелектуальні системи в промисловості і освіті» (Суми, листопад 2009р.); IV Всеукраїнській конференції “Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій у науці, освіті та економіці” (Луганськ, квітень 2010р.); XI міжнародному науково-практичному семінарі «Практика й перспективи розвитку партнерства в сфері вищої школи» (Таганрог, 2011р.); X міжнародній конференції «Проблеми інформатики й моделювання»(Ялта.-2010р.); 11-th international conference “The experience of designing and application of CAD systems in microelectronics”(Lviv-Polyana,Ukraine, February 2011); IV міжнародної науково-технічної конференції «Моделювання й графіка»(Донецьк.-2011р.).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 12 друкованих праць, з них 5 статей у фахових виданнях, 3 тези міжнародних конференцій.

Структура й обсяг дисертаційної роботи: Дисертація складається із вступу, 4 розділів, висновку, списку використаної літератури з 125 найменувань. Загальний обсяг роботи 145 сторінок. У роботу входять також 26 рисунків, 16 таблиць і 2 додатків.

Основний зміст роботи

У першому розділі “Аналіз моделей несправностей і методів генерації тестів” розглядаються фізичні дефекти, які моделюються (представляються) несправностями на логічному й функціональному рівні, представлені основні аспекти логічного моделювання несправних цифрових схем. Виконано аналіз типових моделей несправностей для сучасних цифрових систем (ЦС): одиночні й кратні константні несправності, замикання, несправності на перемикальному рівні, несправності типу «затримка» поширення сигналів, часові несправності, функціональні, рівня мов реєстрових передач (МРП). Велика увага приділяється «перехресним» несправностям (*crosstalk faults*), які характерні для глибокого субмікронного (deep submicron - DSM) проектування). Збільшення числа транзисторів на кристалі веде до того, що більша кількість елементів перемикаються одночасно, що може зменшити для них рівень напруги й збільшити затримки поширення сигналів. При цьому деякі пересічні лінії, які передбачалися електрично ізольованими, можуть взаємодіяти один з одним. Одне з подібних взаємодій, викликане паразитичним ємнісним зв'язком між провідниками, називається “crosstalk” (перехресна перешкода), може привести до функціональних проблем і погіршити тимчасові характеристики.

Виконано аналіз існуючих методів побудови тестів, що перевіряють, для (ЦС) і використовуваних багатозначних алфавітів. Детально розглянуті існуючі методи генерації перевіряючих тестів для перехресних несправностей.

Наведено базовий генетичний алгоритм і його застосування для побудови перевіряючих тестів цифрових схем. Виконано детальний аналіз проблемно-орієнтованих генетичних операторів кросінговеру та мутації, які застосовуються при генерації тестів і дозволяють підвищити її ефективність. Сформульовано задачі досліджень.

У другому розділі “Побудова тестів для індукованих імпульсів” представлені розроблені еволюційні алгоритми побудови перевіряючих тестових послідовностей для перехресних несправностей «індуковані імпульси» цифрових схем.

Перехресні несправності викликаються паразитичними наведеннями між сусідніми провідними лініями, які мають, в основному, ємнісні складові, оскільки для інформаційних ліній у схемах домінують ємнісні зв'язки. Звичайно розглядаються два основних типи перехресних несправностей: 1) “crosstalk” індуковані імпульси; 2) “crosstalk” індуковані затримки. У першому випадку лінія, що швидко перемикається - «агресор» (aggressor) може індукувати короткий імпульс на статичній лінії - «жертві» (victim). Другий випадок (індуковані затримки) має місце тоді, коли на лініях «агресорі» і «жертві» відбуваються (майже) одночасні зміни сигналів. Якщо мають місце переходи сигналів на лініях «агресорі» і «жертві» в одному напрямку, то відбувається прискорення сигналу - час

переходу зменшується. Якщо ж переходи на лініях мають протилежні напрямки, то спостерігається уповільнення сигналу - час переходу збільшується.

При побудові тесту, що перевіряє, для такої несправності необхідно: 1) знайти входні набори, які викликають необхідний перехід сигналів на лінії-агресорі: 2) знайти входні набори, що забезпечують необхідний статичний сигнал на лінії-«жертві» і поширення виниклого імпульсу від жертви до одного із зовнішніх входів. Нехай стан лінії-жертви g і лінії-агресора h описуються двома булевими функціями від змінних, пов'язаних із зовнішніми входами: $g(x_1, x_2, \dots, x_n)$ і $h(x_1, x_2, \dots, x_n)$... Аналогічно на кожному зовнішньому виході реалізується булева функція $f_j(x_1, x_2, \dots, x_n, g, h)$, яка залежить як від зовнішніх змінних (x_1, x_2, \dots, x_n) , так і від внутрішніх змінних g, h .

Для перевірки перехресної несправності з позитивним імпульсом PG необхідні такі значення зовнішніх входів, які забезпечують на лінії-агресорі передній фронт R ($0 \rightarrow 1$), а на лінії-жертві «статичний 0» s_0 ($0 \rightarrow 0$).

Нехай

$$g = G(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$h = H(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$f_j = F_j(g, h, x_1, x_2, \dots, x_n)$$

де $j=1, 2, \dots, m$ і x_i може приймати значення s_0 «статичний 0», s_1 «статична 1», R (передній фронт) і F (задній фронт).

Тоді проблема побудови тесту для даної перехресної несправності зводиться до рішення наступної системи логічних рівнянь

$$G(x_1, x_2, \dots, x_n) = S_0 \quad (1)$$

$$H(x_1, x_2, \dots, x_n) = R \quad (2)$$

$$F_j(PG, R, x_1, x_2, \dots, x_n) \oplus F_j(S_0, R, x_1, x_2, \dots, x_n) = 1 \quad (3)$$

де рішення (1) забезпечує значення статичний 0 (S_0) на лінії-жертві, (2) - значення передній фронт R на лінії-агресорі і (3) забезпечує поширення впливу несправності від лінії-жертви до одного із зовнішніх виходів. Відзначимо, що з умови (2) (і отже (3)) слідує, що перевіряючим тестом може бути не один входний набір, а, принаймні, пара наборів, що забезпечує фронт зміни сигналу на лінії-агресорі. Якщо система не має рішення, то дана несправність є невиявленою (принаймні, у даній постановці).

Проблема побудови перевіряючого тесту для перехресної несправності з негативним імпульсом NG також зводиться до рішення подібної системи логічних рівнянь. Далі для рішення цієї системи можна

використовувати різні методи, з яких ми віддаємо перевагу генетичному алгоритму (ГА).

У процесі побудови тесту, що перевіряє, для підвищення ефективності доцільно використовувати нетрадиційний багатозначний алфавіт, що повинен містити символи, що включають передній (R) і задній (F) фронт, позитивний (PG) і негативний (NG) імпульс, статичний 0 (S0), статична 1 (S1), збільшення затримки (DR), зменшення затримки (DF), невизначене значення сигналу (U). Відзначимо, що змінні зовнішніх входів при тестуванні розглянутої несправності можуть приймати тільки чотири значення S0 ($0 \rightarrow 0$), S1 ($1 \rightarrow 1$), R ($0 \rightarrow 1$) і F ($1 \rightarrow 0$). Внутрішні лінії схеми крім наведених вище чотирьох значень можуть приймати наступні: PG, NG, DR, DF, U.

По суті, вихідні сигнали в кожному такті є двійковими, але з обчислювальної точки зору зручніше й ефективніше працювати із символами багатозначного алфавіту, які дозволяють обробляти одночасно кілька тактів. Для цього необхідно визначити функціонування логічних елементів у даному багатозначному алфавіті. Приклад табличної моделі в алфавіті S_9 логічного вентиля И представлений нижче в таблиці. Подібні таблиці отримані для основних логічних елементів на підставі фізичного змісту символів алфавіту S_9 і логіки функціонування елементів.

Таблиця 1. 9-значний алфавіт

И	S0	S1	R	F	PG	NG	DR	DF	U
S0	S0	S0	S0	S0	S0	S0	S0	S0	S0
S1	S0	S1	R	F	PG	NG	DR	DF	U
R	S0	R	R	S0	PG	DR	DR	PG	U
F	S0	F	S0	F	S0	F	S0	F	U
PG	S0	PG	PG	S0	PG	U	S0	S0	U
NG	S0	NG	DR	F	S0	NG	DR	F	U
DR	S0	DR	DR	S0	S0	DR	DR	S0	U
DF	S0	DF	PG	F	PG	F	S0	S0	U
U	S0	U	U	U	U	U	U	U	U

На цій основі розроблено метод моделювання несправностей індукованих імпульсів у багатозначному алфавіті S_9 . Приклад багатозначного логічного моделювання в багатозначному алфавіті S_9 для схеми 317 схеми міжнародного каталогу ISCAS85 представлений на рис.1

Тут розглядається перехресна несправність типу «позитивний імпульс» між лінією-агресором 19GAT(7) і лінією-жертвою 16GAT(8).

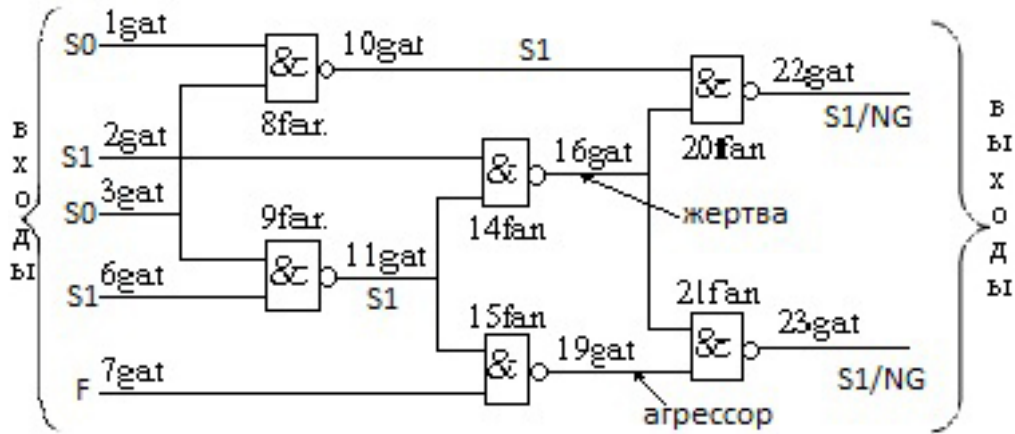


Рисунок.1. Моделювання індукованого імпульсу схеми C17

Генетичні алгоритми досить широко застосовуються для генерації тестів для модельних константних несправностей. На наш погляд застосування еволюційних методів при побудові тестів, що перевіряють, для перехресних несправностей ще більш виправдано, чим для класичних константних несправностей. Тут можна провести аналогію з рішенням задач чисельної оптимізації, де ГА доцільно використовувати, насамперед, там, де не працюють класичні градієнтні методи.

Це засновано на тім, що ГА часто дозволяють задачу синтезу, в деякому сенсі, звести до задачі аналізу. Якщо є засіб аналізу (моделювання поведінки справної або несправної цифрової системи), то ГА забезпечують цілеспрямований випадковий пошук рішення задачі синтезу. При цьому задача синтезу й аналізу можуть виконуватися на різних рівнях. Наприклад, задача синтезу тестів може вирішуватися на логічному рівні з використанням логічної моделі схеми, а задача аналізу - на перемикальному рівні (або з використанням моделі електричних схем). Це дозволяє будувати тести для нових типів несправностей (практично для довільних несправностей, для яких є відповідна модель).

Для того, щоб використовувати ГА при рішенні конкретної задачі, насамперед необхідно визначити поняття особини, популяції, генетичних операторів кросінговеру та мутації, фітнес-функцію, що дозволяє оцінювати якість потенційного рішення.

Перевіряючий тест для перехресних несправностей типу індуквані імпульси повинен складатися з пар вхідних наборів, що забезпечують наведені вище умови (1) - (3). Тут кожна особина P_i має довжину $2n$ біт, де n - число зовнішніх входів схеми. При цьому кожному зовнішньому входу відповідає два зв'язаних двійкових біта, які для даного входу представляють значення сигналів на двох послідовних наборах (00), (11), (10) і (11), що в багатозначному алфавіті моделюється значеннями S0, S1, R і F відповідно. Множина пар вхідних наборів утворює популяцію. При пошуку таких пар можна використовувати ГА в сполученні з

багатозначним алфавітом. При цьому генетичний алгоритм забезпечує механізм спрямованого випадкового пошуку пар тестових наборів, що задовольняють зазначеним умовам. Генерацію тестів для індукованих імпульсів можна розглядати як пошук в n-мірному двійковому 0-1 просторі значень вхідних наборів.

При генерації нових особин ми використовуємо турнірний метод відбору батьківських особин. Оскільки пари наборів представляється двійковим масивом, то можна використовувати стандартні оператори кросінговеру і мутації з деякою модифікацією, що враховує структуру хромосоми, де кожному входу схеми у парі вхідних наборів відповідає 2 зв'язаних біта. Серед різних операторів кросінговеру ми віддаємо перевагу однорідному кросінговеру. Далі, як звичайно, до отриманих нащадків застосовується оператор мутації. Тут, як і в операторі кросінговеру, структура хромосоми пари вхідних наборів, використовувана в даному випадку, вимагає модифікації класичного оператора мутації. При цьому випадково вибирається вхід схеми (не 1 біт хромосоми!) і з невеликою ймовірністю інвертуються значення двох біт, які відповідають обраному входу.

Виходячи з наведених вимог, ми використовуємо у генетичному алгоритмі генерації тестів фітнес-функцію для оцінки кожної особини (пари вхідних наборів) у вигляді лінійної комбінації трьох функцій

$$f = w_e \cdot f_e + w_p \cdot f_p + w_c \cdot f_c \quad (4)$$

де: f_e оцінює здатність особини збуджувати необхідне значення сигналу на лінії-жертві (наприклад, S0); f_p оцінює здатність особини поширювати вплив несправності від лінії-жертви до зовнішніх виходів; f_c оцінює здатність особини враховувати вплив ліній-агресорів. Тут коефіцієнти w_e , w_p , w_c визначаються експериментально.

На цій основі розроблено генетичний алгоритм побудови тестів для несправностей «індуковані імпульси», псевдокод якого наведений нижче.

Генетичний_алгоритм(Розмір Популяції, Число ітерацій)

```
{
// підготовка початкової популяції
Ініціалізація початкової популяції();
Моделювання особин в алфавіті  $C_9$ ;
Оцінка особин (Початкова Популяція);
Номер Популяції=0;
While ( не_досягнуть_критерій_зупинки )
{
for( i=0 ; i<Розмір популяції ; i++)
{
Операція відбору(Батько А, Батько Б);
if(rand() <  $P_c$ )
```

```

Операція Схрещування(Батько А, Батько Б, Нащадки);
  if(rand() < Pm)
    Операція Мутації (Нащадок);
    Поповнення проміжної популярії (Нащадок, Нова Позиція);
    Нова Позиція ++;
  }
Оцінка особин(Проміжна Популяція);
Побудова нової популяції(Розмір популяції);
Номер Популяції ++;
}

```

Тут оцінка особин виконується на основі логічного моделювання в багатозначному алфавіті C_9 . Операція відбору заснована на використанні методу турнірного відбору особин. Функції схрещування й мутації описують описані вище модифіковані генетичні оператори кросінговеру і мутації.

У третьому розділі «Побудова тестів для індукованих затримок» розроблені еволюційні методи генерації перевіряючих тестів для перехресних несправностей «індуковані затримки». У цей час задача побудови перевіряючих тестів для перехресних індукованих затримок є надзвичайно актуальною і їй присвячене багато публікацій, де застосовуються різні підходи від чисто структурних до аналітичних.

При побудові тесту, що перевіряє, для такої несправності необхідно: 1) знайти вхідні набори, які викликають необхідний перехід сигналів на лінії-агресорі: 2) знайти вхідні набори, що забезпечують необхідний перехід у протилежному напрямку на лінії-«жертві» і поширення виниклої індукованої затримки від жертви до одного із зовнішніх входів.

Нехай як і раніше, стан лінії-жертви g і лінії-агресора h описуються двома бульовими функціями від змінних, пов'язаних із зовнішніми входами $g(x_1, x_2, \dots, x_n)$ та $h(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Тоді проблема побудови тесту для одиночної перехресної несправності індукованої затримки (заднього фронту) зводиться до рішення наступної системи логічних рівнянь

$$G(x_1, x_2, \dots, x_n) = F \quad (5)$$

$$H(x_1, x_2, \dots, x_n) = R \quad (6)$$

$$F_j(F, R, x_1, x_2, \dots, x_n) = DR, \quad (7)$$

де рішення рівняння (5) забезпечує значення F на лінії-жертві, (6) - значення R на лінії-агресорі і (7) забезпечує поширення впливу несправності від лінії-жертви до одного із зовнішніх виходів. Як і раніше, для рішення цієї системи можна використовувати різні методи, з яких ми віддаємо перевагу генетичному алгоритму (ГА) спільно з багатозначним логічним подієвим моделюванням.

Далі розглядається несправність «індукована» затримка, що викликається впливом декількох ліній-агресорів. Проблема побудови тестів для перехресної затримки з багатьма агресорами є самою складною й привертає увагу багатьох дослідників. При рішенні цієї задачі генерації тестів для несправностей «індукована затримка» з багатьма агресорами необхідно вирішити як мінімум три підзадачі:

- 1) вибір множини критичних шляхів, що формує лінії-жертви;
- 2) вибір множини ліній-агресорів для заданого критичного шляху;
- 3) побудова пари вхідних тестових наборів, що перевіряють індуковані затримки для заданого шляху й множини ліній-агресорів.

Кількість потенційних перехресних несправностей - пар ліній жертва-агресор для реальної схеми величезно. І більшість таких несправностей не має сенсу або їх неможливо тестувати. Вибір шляхів у схемі є серйозною задачею.

Тому на першому етапі визначається скорочена множина несправностей індукованих затримок звичайно на основі статичного часового аналізу схеми. При цьому необхідно виконати наступні дії.

1. Для кожної лінії схеми необхідно знайти «часове вікно», що визначається самим раннім і самим пізнім можливим часом зміни сигналу.
2. З максимальних значень пізніх часів зміни сигналів знайти самий довгий (критичний) шлях у схемі. Лінії, що входять у цей шлях утворюють потенційні «жертви» для перехресних несправностей.
3. Часове вікно для кожної лінії - жертви необхідно зрівняти із часовим вікном потенційної лінії-агресора. Якщо ці вікна перетинаються, то ця пара жертва-агресор заноситься в множину перехресних несправностей.

Для цього ми повинні визначити часові характеристики логічних елементів і шляхів у схемі. З кожною лінією схеми асоціюємо часові вікна перехідного сигналу, що визначається наступними параметрами:

- мінімальний час прибуття τ_1 ,
- максимальний час прибуття τ_2 .

Крім цього, усередині вікна визначимо мінімальний τ_3 і максимальний τ_4 час переходу. Таким чином, кожне тимчасове вікно визначається чотирма параметрами $\tau_1 < \tau_3 < \tau_4 < \tau_2$.

Розроблено алгоритм визначення часових вікон для кожної лінії, який дозволяє вибрати щонайдовші критичні шляхи.

1. Для кожної лінії обчислюються «часові вікна» - (мінімальний час прибуття сигналу, максимальний час вибуття сигналу). Максимальний час прибуття сигналу для довільної i -ї лінії визначається максимальною затримкою поширення сигналу від будь-якого зовнішнього входу по довільному шляху.

Максимальний час $T^{\max}(i)$ прибуття сигналу для довільної лінії i обчислюється у відповідності з наступними правилами:

Якщо лінія i є зовнішнім входом (псевдовходом), то

$$T^{\max}(i) = 1 \text{ - має одиничну затримку (модельного часу).}$$

Якщо лінія i є виходом логічного елемента (вентиля) з n входами i_1, i_2, \dots, i_n , то

$$T^{\max}(i) = \underset{(i_1, \dots, i_n)}{\text{Max}} (T^{\max}(i_1), T^{\max}(i_2), \dots, T^{\max}(i_n)) + \Delta_i,$$

де Δ_i - затримка i -го елемента.

Якщо лінія i_k є вузлом розгалуження $i = (i_1, i_2, \dots, i_n)$, де i - вузол а (i_1, i_2, \dots, i_n) розгалуження, то

$$T^{\max}(i) = T^{\max}(i_k).$$

З іншої сторони мінімальний час прибуття сигналу для довільної лінії i визначається мінімальною затримкою поширення сигналу від будь-якого зовнішнього входу по довільному шляху.

Тому мінімальний час $T^{\min}(i)$ прибуття сигналу для довільної лінії i обчислюється у відповідності з наступними правилами:

Якщо лінія i є зовнішнім входом (псевдовходом), то

$$T^{\min}(i) = 1 \text{ - має одиничну затримку (модельного часу).}$$

Якщо лінія i є виходом логічного елемента (вентиля) з n входами i_1, i_2, \dots, i_n , те

$$T^{\min}(i) = \underset{(i_1, \dots, i_n)}{\text{Min}} (T^{\min}(i_1), T^{\min}(i_2), \dots, T^{\min}(i_n)) + \Delta_i,$$

де Δ_i - затримка i -го елемента.

Якщо лінія i_k є вузлом розгалуження $i = (i_1, i_2, \dots, i_n)$, де i - вузол а (i_1, i_2, \dots, i_n) розгалуження, то

$$T^{\min}(i) = T^{\min}(i_k).$$

З максимальних значень часів вибуття сигналів відбираються самі довгі - критично шляхи й вхідні в нього лінії схеми. Для кожного критичного шляху лінії, що входять у нього, формують множину ліній-жертв.

Наступним етапом є вибір цільових несправностей. При цьому для ліній-жертви, що входить у критичний шлях, визначаються лінії-агресори схеми, які можуть індукувати затримку поширення сигналу на критичному шляху. Навіть для одного критичного шляху число можливих ліній-агресорів для реальної схеми може бути дуже велике й залежить експоненційно від числа ліній у даній схемі. Тому необхідно понизити складність задачі генерації тестів для крос-індукованих затримок. Для цього необхідно відкинути лінії, які не можуть впливати на лінії жертви, що входять у даний критичний шлях і залишити множину цільових несправностей, з обліком яких і буде будуватися тест, що перевіряє, для цього шляху.

Скоротити множину несправностей можна на підставі наступної інформації:

- 1) просторові співвідношення ліній у схемі;
- 2) часові співвідношення;
- 3) функціональні співвідношення.

Розглянемо, насамперед, вплив перших двох співвідношень.

1) *Просторові співвідношення.* Інтуїтивно зрозуміло, що сусідні на підкладці лінії мають більші значення паразитичних ємностей. Із цього очевидного факту можна одержати просторові співвідношення, які допоможуть скоротити число можливих ліній-агресорів. Тому, насамперед, варто виділити сусідні лінії, що мають істотніше ємності між собою. У найпростішому випадку для ідентифікації лінії-агресора для заданої лінії-жертви використовується граничний критерій $C_{agr} \geq C_{порог}$, де C_{agr} представляє паразитичну ємність потенційного агресора щодо лінії-жертви і $C_{порог}$ граничне значення ємності.

Далі задачу вибору множини ліній агресорів для даної лінії-жертви поставимо більш формально. Нехай $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ позначає множину можливих ліній агресорів. Для кожної лінії-агресора a_i визначимо c_i - ступінь його впливу на жертву, що визначається насамперед величиною ємнісного зв'язку між цими лініями.

Далі визначимо множину булевих змінних $S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$, де кожна змінна s_i відповідає своєму агресорові a_i . При цьому

$$s_i = \begin{cases} 1, & \text{якщо } a_i \text{ належить } m\text{-поточній множині агресорів} \\ 0, & \text{інакше} \end{cases} .$$

Тобто кожна змінна s_i є ознакою приналежності лінії a_i до множини агресорів що розглядається в поточний момент. Тоді ступінь впливу поточної безлічі агресорів на лінію-жертву можна визначити в такий спосіб $\sum_{i=1}^m s_i \cdot c_i$.

Для максимального збільшення крос-індукованої затримки поточна множина агресорів повинна бути порушена таким чином, щоб ефект затримки на лінії-жертві був максимальним. Тобто необхідно знайти такий

булів вектор S , при якому має місце $\max \sum_{i=1}^m s_i \cdot c_i$ і виконуються необхідні

логічні умови для побудови тестової пари. Очевидно, що дана задача носить переборний характер і є NP-повною. У найгіршому разі прийдеться перебрати 2^m усіляких підмножин ліній-агресорів. У цьому випадку можна використовувати різні підходи до пошуку множини-ліній агресорів, що дає максимальне збільшення індукованої затримки.

Однієї з найпростіших є «жадібна» евристика. При цьому всі лінії-агресори сортуються по убаванню значень ступеня впливу на лінію-жертву c_i і заносяться в max-стэк T , де верхівка стэка містить агресор з

найбільшим значенням c_{\max} . Далі лінії-агресори ітеративно витягають зі стеку (з незростаючими значеннями c_i) і включаються в припустиме рішення, якщо виконуються відповідні обмеження. Цей алгоритм має поліноміальну складність і простий у реалізації, але не гарантує одержання кращого рішення. Відзначимо, що при рішенні цієї задачі також можна використовувати простий генетичний алгоритм.

При відборі цільових несправностей важливі також *функціональні співвідношення*. Очевидно, що, якщо лінія-агресор функціонально не пов'язана з лінією-жертвою, те ці лінії не можуть впливати один на одного. Функціональний зв'язок звичайно досліджується за допомогою логічного моделювання на конкретній тестовій парі вхідних наборів, де визначаються необхідні логічні умови для вповільнення поширення сигналів. логічну функцію напрямку змін сигналів на кожному вході й т.п.

На цій базі можна сформулювати наступну процедуру формування множини цільових перехресних несправностей, що має два етапи.

Етап 1.

- 1) Обчислити для кожної лінії схеми мінімальний час прибуття сигналу й максимальний час вибуття сигналу.
- 2) На основі отриманих значень максимальних часів вибуття ідентифікувати критичні шляхи в схемі.
- 3) Лінії, що належать критичним шляхам, включити в множину потенційних ліній-жертв S_V .

Етап 2.

- 1) Вибрати лінію-жертву V з безлічі S_V і виключити її із цієї множини.
- 2) Виконати аналіз просторових співвідношень (сусідства на підкладці) лінії V з іншими лініями схеми. Сусідні лінії включити в множину потенційних агресорів F_{Agr} .
- 3) Зрівняти часове вікно обраної лінії V з кожною лінією A з F_{Agr} . Якщо часове вікно $[T_{ag}^{\min}, T_{ag}^{\max}]$ лінії-агресора перетинається з часовим вікном $[T_{vic}^{\max} - \Delta, T_{vic}^{\max} + \Delta]$ лінії-жертви, то додати пари (V,A) у множину цільових несправностей F_T .
- 4) Якщо множина ліній-жертв S_V не порожня, то перехід на 1) інакше кінець.

Таким чином, будується множина цільових несправностей, що істотно менше безлічі усіляких перехресних несправностей.

Аналогічно другому розділу, у третьому розроблений метод моделювання несправностей індукованих затримок на основі подійного логічного моделювання в багатозначному алфавіті S_9 . Його метою є перевірка виявлення перехресних несправностей на заданій вхідній послідовності. При цьому можна моделювати одну лінію-жертву й множину ліній-агресорів

На основі цього моделювання розроблений генетичний алгоритм побудови тестів, що перевіряють, для перехресних несправностей

„індукована затримка” з багатьма агресорами. Розроблений дво-фазний генетичний алгоритм дозволяє ефективно будувати перевіряючі тести для несправностей типу „індуковані затримки”, що підтверджують комп'ютерні експерименти.

У четвертому розділі “Програмна реалізація, апробація і тестування” представлені експериментальні дані апробації й тестування розробленого програмного забезпечення на основі запропонованих методів і алгоритмів. На основі запропонованих методів і алгоритмів розроблено програмний модуль Cross_Talk, що є сумісним із системою автоматизованого моделювання і діагностики АСМІД.

Апробація функціонування програми виконувалася на схемах з міжнародних каталогів ISCAS85, ISCAS89, на яких за міжнародними стандартами прийнято випробовувати нові методи генерації тестів. Для представленої підмножини схем каталогу ISCAS85, ISCAS89 проведений ряд машинних експериментів, які підтверджують ефективність розроблених методів.

Насамперед, проведені експерименти по генерації перевіряючих тестів для одиночних перехресних несправностей типу позитивний (негативний) індукований імпульс і типу індукована затримка переднього (заднього) фронту. У таблиці 2 наведені результати досліджень, виконаних на основі алгоритмів, викладених у розділі 2.

Таблиця 2. Тести для одиночних індукованих несправностей

Ім'я схеми	Повнота покриття несправностей			
	Позитивні імпульси PG	Негативні імпульси NG	Затримка переднього фронту DR	Затримка заднього фронту DF
C432	98.05	99	100	98.01
C499	99	84.81	99.4	99.8
C880	97.09	95.13	98.16	98.85
C1355	88.15	94.41	99.18	99.43
C1908	89.75	96.77	95.63	93.88
C2670	90.31	94.15	94.71	90.45
C5315	99.70	99.87	99.71	99.72
36288	99.91	98.97	99.31	99.32
37552	97.23	98.28	99.05	97.03

Крім одиночних перехресних несправностей, експерименти також проводилися для перехресних несправностей з багатьма агресорами на основі алгоритмів, описаних у розділі 3. Для наведених схем з міжнародних каталогів ISCAS85, ISCAS89 виконаний аналіз їхньої структури, знайдені всілякі шляхи, серед яких виділені критичні шляхи й перехресні несправності за допомогою алгоритмів, наведених у розділі 3. У табл.3 представлені порівняльні дані, отримані для перехресних індукованих

затримок з багатьма агресорами псевдовипадковим методом і запропонованим генетичним алгоритмом.

Видно, що в середньому генетичний алгоритм дає в 2 рази більшу повноту, чим псевдовипадковий метод. При цьому, для комбінаційних схем повнота досягає 70%. Відзначимо, що для деяких схем (наприклад. S526, S420.1, S1238) псевдовипадковий метод не дозволяє генерувати тести, що перевіряють перехресні несправності. Для послідовностних схем отримані результати трохи гірше, і в середньому повнота тестів становить близько 40%. Але слід зазначити, що більшість несправностей, відзначених як цільові (число яких показано в 2-му стовпці табл.3), не реалізовані внаслідок суперечливих логічних умов і тому реальна повнота для перехресних несправностей набагато вище.

Таблиця 3. Тести для індукованих затримок з багатьма агресорами

Ім'я схеми	Число цільових несправностей	Повнота покриття в %		Час(сек)
		Псевдовипадковий метод	Генетичний алгоритм	
C17	42	45,23	62,05	0,18
C432	9327	59,52	70,15	241,14
C449	21879	30,27	71,81	591,17
C880	9279	2,31	47,53	628,14
S27	74	6,78	37,87	0,39
S208	743	30,96	32,43	6,42
S208.1	558	1,63	45,21	12,72
S298	537	43,04	62,58	9,43
S344	1190	64,38	66,14	18,53
S349	1197	30,51	57,92	19,24
S526	891	0,3	19,23	21,34
S386	4195	15,81	25,51	58,04
S510	1098	36,93	43,87	14,73
S420.1	1276	0,3	36,93	63,95
S820	7738	26,34	35,41	166,42
S1196	10630	0,3	14,61	782,45
S1238	5822	0,2	13,51	531,23
S1488	4305	18,43	22,45	184,52
S1494	4283	18,23	18,43	165,42
Середня величина	4445,5	22,70	41,24	185,02

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено нове рішення актуальної науково-технічної задачі підвищення ефективності автоматизованої системи генерації тестів, що перевіряють перехресні несправності, для сучасних цифрових логічних схем на основі розробки еволюційних методів генерації тестів.

У процесі досліджень отримані наступні основні результати:

1. Досліджено проблему генерації перевіряючих тестів для нового класу не константних - перехресних несправностей, які характерні для сучасних цифрових схем, які мають високу щільність елементів і високі робочі частоти.
2. Запропоновано багатозначний алфавіт S_9 , розроблені багатозначні моделі логічних елементів для цього алфавіту, які дозволяють ефективно моделювати перехресні несправності.
3. Одержав подальший розвиток метод логічного моделювання в багатозначному алфавіті, що дозволяє моделювати схеми з несправностями «індуковані імпульси» та «індуковані затримки».
4. Модифіковано генетичний алгоритм побудови пар тестових вхідних наборів, що перевіряють одиночні несправності «індуковані імпульси».
5. Одержав подальший розвиток метод логічного моделювання в багатозначному алфавіті, що дозволяє моделювати новий клас не константних - перехресних несправностей як індукованих імпульсів, так і індукованих затримок.
6. Модифіковано генетичний алгоритм для побудови тестових пар наборів вхідних послідовностей, які перевіряють одиночні перехресні несправності типу «індукована затримка».
7. Досліджено задачу генерації перевіряючих тестів для несправностей „індукована затримка” з багатьма лініями-агресорами, що дало можливість підвищити якість тестів.
8. Одержав розвиток алгоритм вибору критичних шляхів на основі статичного аналізу часових вікон ліній схеми.
9. Досліджено проблему вибору множини цільових несправностей для перехресних несправностей з багатьма агресорами, що дозволило скоротити число оброблюваних несправностей.
10. Запропоновано метод відбору цільових несправностей на основі обліку просторових, тимчасових і функціональних співвідношень.
11. Програмно реалізовані модулі багатозначного моделювання й розроблених генетичних алгоритмів побудови тестів для не класичних (не константних) перехресних несправностей, які інтегровані в систему моделювання й генерації тестів АСМІД.
12. Виконано апробацію й перевірка ефективності розроблених програмних модулів на логічних схемах для не класичних несправностей з міжнародних каталогів ISCAS85 і ISCAS89, які підтвердили досягнуті високі експлуатаційні характеристики. Основні результати дисертації опубліковані в роботах [94-102].

Список опублікованих робіт за темою дисертації

1. Нассер Ияд К.М. Генерация тестов для неисправностей типа индуцированные импульсы/Ю.А.Скобцов, В.Ю.Скобцов, Ияд К.М. Нассер // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.- №4.-2010.-С.27-29.
2. Нассер Ияд К.М. Проверяющие тесты crosstalk неисправностей на основе эволюционных методов/Ю.А.Скобцов, В.Ю.Скобцов, Ияд К.М. Нассер.// Вестник национального технического университета «ХПИ», 2010.-№31.-С.170-176.
3. Нассер Ияд К.М. Проверяющие тесты для перекрестных неисправностей типа задержка/Ю.А.Скобцов, В.Ю.Скобцов, Ияд К.М.Нассер //Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.-№4.-2011.-С.56-59.
4. Нассер Ияд К.М. Построение тестов для перекрестных неисправностей типа задержки/ Ю.А. Скобцов, В.Ю.Скобцов, Ияд К.М. Нассер.// Наукові праці Донецького національного технічного університету, серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка», вып. 14 (188), Донецк, ДонНТУ, 2011. – С.146-150.
5. Нассер Ияд К.М. Генерация тестов для неисправностей «индуцированная задержка» со многими агрессорами/Ю.А. Скобцов, В.Ю.Скобцов, Ияд К.М.Нассер //Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.-№5.-2012.-С.9-12.
6. Насер Ияд.К.М./ Генерация проверяющих тестов для индуцированных задержек / Ю.А. Скобцов, В.Ю. Скобцов, И.К.М.Нассер// Радиоэлектронні і комп'ютерні системи, 2012.- №6(58).- С.153-156.
7. I.K.M.Nasser.The test generation for pulse-induced crosstalk faults/Yu.A. Skobtsov, V.Yu.Skobtsov, I.K.M.Nasser // Proceedings of the XI international conference "The experience of design and application of CAD systems in microelectronics. Lviv-Polyana, 2011".-P.360-363.
8. Нассер Ияд К.М. Генерация тестов для crosstalk неисправностей / Ю.А.Скобцов, В.Ю.Скобцов, Ияд К.М.Нассер // Материалы одиннадцатого международного научно-практического семинара «Практика и перспективы развития партнерства в сфере высшей школы». Том 3 - Донецк, ДонНТУ, 2010 –С.230-233.
9. Нассер Ияд К.М. Генерация тестов для перекрестных неисправностей типа задержка/ Ю.А.Скобцов, В.Ю.Скобцов, Ияд К.М.Нассер // Материалы четвертой международной научно-технической конференции «Моделирование и графика».-Донецк.-2011.-С.239-245.
10. Нассер Ияд К.М. Генетические алгоритмы генерации тестов для неконстантных неисправностей/ Ю.А., Скобцов, В.Ю. Скобцов, Ияд К.М.Нассер // Тези доповідей II міжнародної конференції «Інтелектуальні системи а промисловості і освіти. –Суми.- 2009».-с.89-90.
11. Нассер Ияд К.М. Тестирование перекрестных неисправностей/ Ю.А.Скобцов,В.Ю.Скобцов, Ияд К.М.Нассер // Тезисы IV

всеукраїнської науково-практичної конференції "Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій в науці, освіті та економіці", - 2010: Луганск. - С.101-103.

12. Нассер Ияд К.М. Проверяющие тесты crosstalk неисправностей/ Ю.А.Скобцов, В.Ю.Скобцов, Ияд К.М.Нассер// Тезисы X международной конференции «Проблемы информатики и моделирования». - Ялта. - 2010. - С.6.

АНОТАЦІЯ

НАССЕР ІЯД К.М. Еволюційні методи генерації тестів для неконстантних несправностей.-На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – Комп'ютерні системи і компоненти.

Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет» МОН України, Донецьк, 2013.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі - підвищенню ефективності методів побудови перевіряючих тестів цифрових систем на основі еволюційного підходу і моделей неконстантних несправностей. Розглянуто основні моделі перехресних несправностей (crosstalk faults): 1) індуковані позитивні і негативні імпульси, 2) індуковані затримки. Формалізована постановка задачі генерації перевіряючого тесту для одиночних перехресних несправностей - індукованих імпульсів і затримок. Показано, що ця задача зводиться до розв'язання системи логічних рівнянь в багатозначному алфавіті. Розроблено генетичний алгоритм побудови перевіряючих тестів для одиночних перехресних несправностей.

Розглянуто задачу генерації перевіряючого тесту для несправностей типу індукована затримка з багатьма лініями - агресорами. Запропоновано метод відбору цільових несправностей на основі врахування просторових, тимчасових і функціональних співвідношень в схемі. Запропоновано генетичний алгоритм побудови перевіряючих тестів для несправності індукована затримка з багатьма лініями-агресорами.

Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення для генерації тестів для перехресних несправностей, яке дозволяє підвищити якість перевіряючих тестів за рахунок використання еволюційних методів та моделей неконстантних несправностей. Проведено апробацію розроблених методів на схемах міжнародних каталогів ISCAS85, ISCAS89, яка показала збільшення повноти тестів на 15%.

Ключові слова: цифрові системи, технічна діагностика, перехресні несправності, перевіряючі тести, еволюційні методи, генетичні алгоритми, логічне моделювання, багатозначний алфавіт.

АННОТАЦИЯ

НАССЕР ИЯД К.М. Эволюционные методы генерации тестов для неконстантных неисправностей.-На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности – 05.13.05 – Компьютерные системы и компоненты. -Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет» МОН Украины, Донецк, 2013.

Диссертация посвящена решению актуальной научно-технической задачи – повышению эффективности методов построения проверяющих тестов цифровых систем на основе эволюционного подхода и моделей неконстантных неисправностей.

Рассмотрены основные модели перекрестных неисправностей (crosstalk faults): 1) индуцированные положительные и отрицательные импульсы, 2) индуцированные задержки. Формализована постановка задачи генерации проверяющего теста для одиночных перекрестных неисправностей – индуцированных импульсов и задержек. Показано, что эта задача сводится к решению системы логических уравнений в многозначном алфавите.

Определен 9-значный многозначный алфавит и функции основных вентилей в этом алфавите. Получил дальнейшее развитие метод логического моделирования в многозначном алфавите, который позволяет моделировать новый класс не константных – перекрестных неисправностей как индуцированных импульсов, так и индуцированных задержек. На этой основе разработан генетический алгоритм построения проверяющих тестов для одиночных перекрестных неисправностей. Модифицированы проблемно-ориентированные генетические операторы кроссинавера и мутации, определена фитнес-функция, которая позволяет выполнять направленный поиск проверяющих тестов для перекрестных неисправностей.

Рассмотрена задача генерации проверяющего теста для неисправности индуцированная задержка со многими линиями-агрессорами. Разработан алгоритм выбора критических путей на основе статического анализа временных окон линий схемы. Предложен метод отбора целевых неисправностей на основе учета пространственных, временных и функциональных соотношений в схеме. Разработан генетический алгоритм построения проверяющих тестов для неисправности индуцированная задержка со многими линиями-агрессорами. Для этого определены понятие особи – потенциального решения, генетические операторы кроссинговера и мутации, соответствующая фитнес-функция.

Разработано алгоритмическое и программное обеспечение генерации тестов для перекрестных неисправностей, которое позволяет повысить качество проверяющих тестов за счет использования эволюционных методов. Проведена апробация разработанных методов на схемах

международных каталогов ISCAS85, ISCAS89, которая показала увеличение полноты тестов на 15%.

Ключевые слова: цифровые системы, техническая диагностика, перекрестные неисправности, проверяющие тесты, эволюционные методы, генетические алгоритмы, логическое моделирование, многозначный алфавит.

ABSTRACT

NASSER Iyad K.M. Evolutionary methods of test generation for non-constant faults. –As the manuscript.

Thesis on competition of a scientific degree of candidate of technical sciences on a specialty 05.13.05 – Computer Systems and Components. Donetsk national technical university, Donetsk, 2013.

Dissertation is devoted to solution of the topical scientific and technical problem – increase of efficiency for test generation methods on the base of evolutionary approach and non-constant faults models.

The main models of crosstalk faults are defined: 1) induced positive and negative pulses, 2) induced delays. It is formalized the statement of problem of test generation problem for a single crosstalk faults - induced pulses and delays. It is shown that this problem is reduced to solving a system of logic equations in the multi-valued alphabet. The 9-valued alphabet and multi-valued functions for basic gates are defined. Simulation method was developed in the 9-valued alphabet for crosstalk faults. On this basis, the genetic algorithm is proposed for test generation of single crosstalk faults. The test generation problem for fault - induced delay with many aggressors lines is formalized. It is designed the algorithm for selecting critical paths based on static and time windows analysis in circuit. We propose a method for the selection of target faults based on consideration of spatial, temporal and functional relationships in the circuit. A genetic algorithm is proposed for test generation of fault-induced delay with many aggressor lines.

There are developed algorithms and software for test generation for crosstalk faults, which improve the quality of test generation by using evolutionary techniques. The approbation of the developed methods is implemented at circuits of international catalogs ISCAS85, ISCAS89, which showed an increase in the completeness of tests by-15%.

Keywords: digital systems, technical diagnostics, crosstalk faults, test generation, evolutionary methods, genetic algorithms, logic simulation, multi-valued alphabet.

Віддруковано на ризографі
ТОВ фірма “ДРУК-ІНФО”
Підп. до друку 27.09.2013 р.
Умов. друк. арк. 0,9
Наклад 100 прим. Замовлення № 642
83001, м. Донецьк, вул. Артема, 58, к. 113
тел. 335-64-55