

**О ТЕСТАХ ОТНОСИТЕЛЬНО ОДНОТИПНЫХ  
ОТОЖДЕСТВЛЕНИЙ ВХОДОВ ЭЛЕМЕНТОВ**

*Мальцев Александр Николаевич*

*Студент*

*Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия*

*E-mail: s02150154@stud.cs.msu.ru*

*Научный руководитель — Романов Дмитрий Сергеевич*

В работе рассматривается задача синтеза легкотестируемых схем, реализующих заданные булевы функции. Схемы могут переходить в неисправные состояния, что приводит к необходимости обнаружения и поиска неисправностей. Данная задача была сформулирована С. В. Яблонским и И. А. Чегис, предложившими логический подход к тестированию электрических схем. Пусть имеется схема из функциональных элементов  $S$  с одним выходом, реализующая булеву функцию  $f(\tilde{x}^n)$ , где  $\tilde{x}^n = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Под воздействием некоторого источника неисправностей  $U$  один или несколько функциональных элементов схемы  $S$  могут перейти в неисправные состояния. В результате на выходе схемы  $S$  вместо исходной булевой функции  $f(\tilde{x}^n)$  реализуется некоторая булева функция  $g(\tilde{x}^n)$ , вообще говоря, отличная от  $f$ . Все функции  $g(\tilde{x}^n)$ , получающиеся при всевозможных допустимых источником  $U$  неисправностях функциональных элементов схемы  $S$ , называются функциями неисправности данной схемы  $S$ . *Проверяющим тестом* для схемы  $S$  называется такое множество  $T$  наборов значений переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , что для любой отличной от  $f(\tilde{x}^n)$  функции неисправности  $g(\tilde{x}^n)$  схемы  $S$  в  $T$  найдется набор  $\tilde{\sigma}^n$ , на котором  $f(\tilde{\sigma}^n) \neq g(\tilde{\sigma}^n)$ . *Диагностическим тестом* для схемы  $S$  называется такое множество  $T$  наборов значений переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , что  $T$  является проверяющим тестом и, кроме того, для любых двух неравных функций неисправности  $g_1(\tilde{x}^n)$  и  $g_2(\tilde{x}^n)$  схемы  $S$  в  $T$  найдется набор  $\tilde{\sigma}^n$ , на котором  $g_1(\tilde{\sigma}^n) \neq g_2(\tilde{\sigma}^n)$ . *Длина теста* — число наборов в  $T$ , обозначается  $L(T)$ . Тест  $T$  называется *единичным*, если в схеме  $S$  источник неисправностей  $U$  воздействует только на один элемент. Неисправность схемы  $S$  называется *нетривиальной*, если значение на выходе хотя бы одного функционального элемента  $E$  схемы  $S$  на некотором входном наборе  $\tilde{\sigma}^n$  не равно значению на выходе элемента  $E$  на наборе  $\tilde{\sigma}^n$  при отсутствии неисправностей в схеме  $S$ . Схема  $S$  называется *тестопригодной* (относительно  $U$ ), если любая нетривиальная неисправность приводит к функции  $g(\tilde{x}^n)$ , отличной от исходной  $f$ . Единичные тесты обычно рассмат-

ривают для *неизбыточных схем*. Схема  $S$ , реализующая функцию  $f(\tilde{x}^n)$ , называется *неизбыточной*, если она является тестопригодной относительно источника одиночных неисправностей.

Сложность тестирования схем из функциональных элементов оценивается с помощью функции Шеннона. Пусть  $P_2(n)$  — множество всех булевых функций зависящих от  $n$  переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , а  $U_1$  — источник одиночных неисправностей. Определим  $L_B^{detect}(U_1, S) = \min_T L(T)$ , где минимум берется по всем одиночным проверяющим тестам для схемы  $S$ . Сложность единичного проверяющего теста булевой функции обозначим через  $L_B^{detect}(U_1, f) = \min_S L_B^{detect}(U_1, S)$ , где минимум берется по всем избыточным схемам  $S$  в базисе  $B$ , реализующим  $f$ . Величина  $L_B^{detect}(U_1, n) = \max_{f \in P_2(n)} L_B^{detect}(U_1, f)$  — функция Шеннона длины единичного проверяющего теста относительно источника одиночных неисправностей  $U_1$ . По аналогии с функцией  $L_B^{detect}(U_1, n)$  введем функции  $L_B^{diagn}(U_1, n)$  для единичного диагностического теста.

В качестве источника одиночных неисправностей  $I_1^{leq}$  рассматривается источник однотипных отождествлений входов элементов. Для примера рассмотрим функциональный элемент  $E^{\&}$ , реализующий функцию  $f(x, y) = x \& y$ : под воздействием источника левосторонних однотипных неисправностей  $I_1^{leq}$  получим функцию неисправности  $g_1(x, y) = x \& x$ , а под воздействием источника правосторонних однотипных неисправностей  $I_1^{req}$  —  $g_2(x, y) = y \& y$ .

**Теорема 1.** *Существует минимальный конечный полный схемный базис  $B$  такой, что для него при всех  $n, n \in N_0$ , имеет место неравенство  $L_B^{detect}(I_1^{leq}, n) (L_B^{detect}(I_1^{req}, n)) \leq 3$ .*

### Литература

1. Чегис И. А., Яблонский С. В. Логические способы контроля работы электрических схем // Труды МИАН СССР. — Т. 51. — М.: МИАН СССР, 1958. — С. 270–360.
2. Яблонский С. В., Чегис И. А. О тестах для электрических схем // Успехи матем. наук. — 1955. — Т. 10, вып. 4(66). — С. 182–184.