

# ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ УМНОЖЕНИЯ НА ВЕРОЯТНОСТНОМ УСТРОЙСТВЕ

Чужикова-Проскурнина О.Д.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Сапожников Н.Е.

Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, Украина

E-mail: tagj@ya.ru

**Аннотация** — Рассмотрена схема 8-разрядного вероятностного умножителя. Выполнено моделирование работы устройства в среде *Xilinx ISE Design Suite 12.4*. Оценена погрешность вычисления при различных входных данных.

## 1. Введение

Устройства умножения широко используются в цифровой технике и в значительной степени определяют быстродействие математических операций, выполняемых в этих системах. Отличительной особенностью этих устройств является большой аппаратный объем.

Использование вероятностного представления данных дает определенные преимущества: простота схемных решений и низкий, сравнительно с аналогичными цифровыми устройствами, аппаратный объем. Однако существует и значительный недостаток — обратная зависимость между точностью и быстродействием [1].

## 2. Основная часть

Для вычисления произведения двух сомножителей следует определить математическое ожидание логической функции конъюнкции, принимая в качестве оценки математического ожидания среднее значение [2]

$$(x_1 \cdot x_2)^* = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K (y_{1j} \& y_{2j}),$$

где  $K$  — количество статистических испытаний;  $y_{1j}$  и  $y_{2j}$  — значение вероятностного отображения  $x_1$  и  $x_2$ .

Из приведенной формулы видно, что для реализации операции умножения над вероятностно представленными данными необходимо использовать двухвходовой конъюнктор и двоичный счетчик разрядностью  $\log_2 K$ .

Однако данные должны быть представлены в вероятностной форме, а поэтому в состав вероятностного умножителя входит преобразователь число-вероятность.

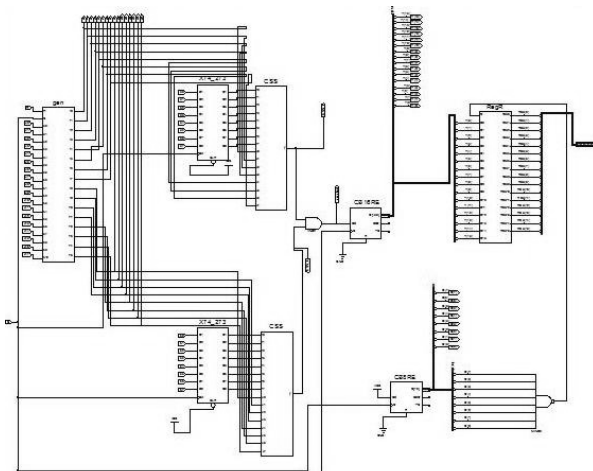


Рис. 1

Приведенная формула справедлива единичного для диапазона чисел (0; 1). В случае, если диапазон входных значений (0;  $X_{max}$ ), то при выполнении вероятностного умножения результат необходимо умно-

жить на  $X_{max}^2$ . Целесообразно выбирать  $K$  и  $X_{max}$  кратными степени двойки, чтобы операции умножения и деления производить сдвигом числа влево и вправо соответственно.

На рис. 1 показана схема вероятностного умножителя, собранная в среде *Xilinx ISE Design Suite 12.4*.

Эксперимент проводился с использованием целых чисел в диапазоне (0; 225) и количеством статистических испытаний  $K=256$ .

Результаты, полученные в ходе эксперимента, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Операнд А	Операнд Б	Результат умножения	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность, %
1	1	0	1	100
15	11	256	91	55,15
143	15	2304	159	7,4
15	143	2048	97	4,52
143	255	35328	1137	3,11
255	117	30720	885	2,97
255	255	64512	513	0,78
1	255	256	11	0,39
151	110	16640	30	0,18
255	1	255	0	0

## 3. Заключение

Из результатов моделирования видно, что погрешность выполнения операции зависит от выбранных операндов. Если значения операндов приближаются к нижней границе диапазона, то погрешность стремительно возрастает. Наименьшая погрешность отмечается у операндов из середины диапазона.

## 4. Список литературы

- [1] Сапожников Н.Е. О вероятностном преобразовании информации / Н.Е. Сапожников // Приборостроение. — 1983. — Вып.34. — С.31 — 38.
- [2] Сапожников Н.Е. Анализ и моделирование работы вероятностных умножителей / Н.Е. Сапожников, А.В. Сапожникова // Вестник СевГТУ, Информатика, электроника, связь. — 1998. — №10. — С.15 — 20.

## UNCERTAINTY ASSESSMENT OF A MULTIPLYING OPERATION ON THE STOCHASTIC DEVICE

Chuzhikova-Proskurnina O.D.

Scientific adviser: Sapozhnikov N.E.

Sevastopol National University of Nuclear Energy and Industry, Ukraine

**Abstract** — The 8-digit stochastic multiplier was considered. The simulation of a device working was carried out on Xilinx ISE Design Suite 12.4 software. The uncertainty of computing was assessed under the various input data.