

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ОШИБОК В КОДАХ ПОЛИНОМИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КЛАССОВ ВЫЧЕТОВ

Резеньков Д.Н.

Ставропольский военный институт связи Ракетных войск  
Ставрополь, Россия

Проблема обеспечения надежного функционирования сложного вычислительно-го устройства цифровой обработки сигналов в настоящее время приобретает первостепенное значение. Применение избыточного модулярного кодирования является одним из перспективных направлений обеспечения устойчивости к отказам, поскольку позволяют обнаружить и исправить ошибки, вызванные неисправностями оборудования.

Проведенные исследования показали, что наличие двух контрольных оснований, удовлетворяющих

$$\text{ordp}_{k+1}(z)\text{ordp}_{k+2}(z) \geq \text{ordp}_k(z)\text{ordp}_{k-1}(z), \quad (1)$$

позволяет однозначно исправить однократную ошибку по любому основанию ПСКВ.

Исходя из условия, что техническое выполнение процедур поиска и коррекции ошибок в модулярном коде тесно связано с устойчивостью функционирования СП класса вычетов, очевидно, что устройство определения и локализация ошибки, состоящее из меньшего количества комплектующих элементов, оказывает меньшее воздействие на снижение надежности функционирования СП СПКВ. Данное положение полностью согласуется с экспоненциальной моделью надежности, в которой интенсивность отказов вычислительного устройства пропорционально суммарному числу элементов, из которых оно состоит [2].

Тогда математическая установка задачи выбора нейросетевой реализации процедуры поиска и коррекции ошибок в модулярном коде имеет вид

$$\begin{aligned} V_{кор}(U, D, N) &\rightarrow \min \\ K^{ош}(U, D, N) &\geq K_{доп}^{ош} \quad , \\ T^{ош}(U, D, N) &\leq T_{ПСКВ-ПСС} \end{aligned}$$

где  $V_{кор}$  – схемные затраты;  $U$  – алгоритм обнаружения и коррекции ошибок в модулярных кодах;  $D$  – пространственно-временное распределение алгоритма в нейросетевом базисе;  $N$  – набор модулей полиномиальной системы классов вычетов;  $K^{ош}$  – количество парируемых ошибок выбранным алгоритмом;  $K_{доп}^{ош}$  – минимально допустимое количество обнаруженных и исправленных ошибок;  $T^{ош}$  – временные затраты необходимые на реализацию процедуры поиска и коррекции ошибки;  $T_{пскв-псс}$  – временные затраты на обратное преобразование из модулярного кода в позиционный код.

В таблице 1 представлены исходные данные, необходимые для решения поставленной задачи для СП ПСКВ, функционирующих в  $GF(2^3)$ ,  $GF(2^4)$ ,  $GF(2^5)$ .

**Таблица 1 – Исходные данные для выбора алгоритма коррекции ошибок**

№ п/п	Алгоритм поиска и исправления ошибок	Кратность ошибки	Затраты на реализацию алгоритма			временные (кол-во итераций)
			$GF(2^3)$	$GF(2^4)$	$GF(2^5)$	
1	Параллельная нулевизация	1	15	40	85	1
2	Интервальный номер	1	14	42	109	1
3	Коэффициенты ОПС	1	14	67	197	1
4	Синдром ошибки	1	18	41	87	1

Анализ таблицы 1 показывает, что оптимальным способом реализации немодульной процедуры определения, локализации и исправления ошибки для конвейерной структуры СП ПСКВ с двумя контрольными основаниями является алгоритм определения нормированного следа полинома. Данный алгоритм реализуется на основе двухслойной нейронной сети прямого распространения, требуя при этом минимальных аппаратных и временных затрат.

Однако, если учитывать то обстоятельство, что коэффициенты ОПС используются при выполнении процедур перевода непозиционного кода ПСКВ в позиционную систему счисления, то при проведении сравнительного анализа необходимо учитывать и схемные затраты необходимые для обратного преобразования на основе КТО. Тогда получаем, что для реализации процедуры поиска и локализации ошибки при переводе кода ПСКВ в ПСС на основе позиционной характеристики – нормированный след полинома потребуется:

- для поля  $GF(2^3)$  - 49 нейронов;
- для поля  $GF(2^4)$  – 137 нейронов;
- для поля  $GF(2^5)$  – 400 нейронов.

Результаты решения задачи выбора алгоритма поиска, локализации и исправления ошибки для СП ПСКВ приведены в таблице 2.

**Таблица 2- Результаты решения задачи выбора алгоритма поиска, локализации и исправления ошибки для СП ПСКВ**

№ п/п	Разрядность СП ПСКВ, бит	Алгоритм реализации процедур
1	7	коэффициенты ОПС
2	15	коэффициенты ОПС
3	31	коэффициенты ОПС

Анализ таблицы показывает, что для СП класса вычетов с двумя контрольными

основаниями алгоритм вычисления коэффициентов обобщенной полиадической системы является оптимальным [3]. При этом при дальнейшем увеличении разрядной сетки СП ПСКВ с параллельно-конвейерной организацией вычислений эффективность применения данного алгоритма возрастает.

Таким образом, благодаря отмеченному обстоятельству, применение нейросетевых устройств для локализации и коррекции ошибок, базирующихся на вычислении коэффициентов смешанной системы, является наиболее целесообразным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Элементы применения компьютерной математики и нейроинформатики/Н.И. Червяков, И.А. Калмыков, В.А. Галкина, Ю.О. Щелкунова, А.А Шилов; Под редакцией Н.И. Червякова.-М.: ФИЗМАТЛИТ,2003.-216с.
2. Долгов А.М. Диагностика устройств, функционирующих в системе остаточных классов.-М.:Радио и связь,1982.-64с.
3. Калмыков И.А., Червяков Н.И., Щелкунова Ю.О., Бережной В.В. Архитектура отказоустойчивой нейронной сети для цифровой обработки сигналов/Нейрокомпьютеры: разработка и применение. №12, 2004, с.51-60.