

2. А. Дж. Мак Коннел Введение в тензорный анализ /А. Дж. Мак Коннел – М., Физматгиз, 1963 г.

3. С.А. Маркелов, Тензорный анализ электромагнитной обстановки //сб. материалов Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций» г. Самара, 13-15 мая 2015 Самара: ООО «Офорт», 2015.

УДК 621.396.41

## АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК В ЦИФРОВОМ КАНАЛЕ СВЯЗИ

Н.С. Левенец, В.А. Глазунов

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.Королева», г.Самара

При разработке цифровых систем передачи информации (ЦСПИ) необходимо знать не только основы построения этих систем, их принципы работы и основные характеристики, но и решать задачи оптимального проектирования, которые включают в себя такие вопросы как:

- 1) назначение наиболее важных показателей качества проектируемой ЦСПИ,
- 2) методы оптимального проектирования и примеры конкретного расчета ЦСПИ,
- 3) экспериментальное исследование основных показателей цифровых систем связи.

Анализ проведенных исследований [1] показывает, что эффективность проектируемой ЦСПИ необходимо проводить на основе основного – главного показателя: результирующей погрешности на выходе системы. В настоящем докладе рассмотрен один из основных факторов, существенно влияющего на результирующую погрешность, или точность воспроизведения цифрового сообщения на выходе системы – корректирующее кодирование. При использовании дополнительных разрядов, вводимых при передаче цифровых данных, требуется дополнительно расширять полосу частот канала связи, но за счет дополнительной обработки информации в приемнике можно снизить погрешность на выходе ЦСПИ.

В результате проведенного анализа сформулирована задача оптимального проектирования, сводящаяся к решению итоговой задачи векторного или скалярного синтеза, т.е. требуется:  
найти

$$\mathbf{X}_0 = (x_1 \dots x_n), \text{ обеспечивающий } \max (\min) W(\mathbf{X}) = W(x_1 \dots x_n), \quad (1)$$

при  $V_i(x_1 \dots x_n) \leq 0, \quad i = \mathbf{1, I.}$

Число ограничений  $I$  и  $J$  в задаче (1) не связано с числом « $n$ » параметров  $X$ . Эти ограничения определяют область допустимых систем, из которых по экстремуму критерия эффективности  $W$  необходимо выбрать одну оптимальную ЦСПИ.

В докладе рассматривается один из вариантов построения системы, связанный с введением избыточного кодирования.

На рисунке 1 приведен алгоритм обнаружения и исправления ошибок, возникающих в канале связи при действии шумовых помех.

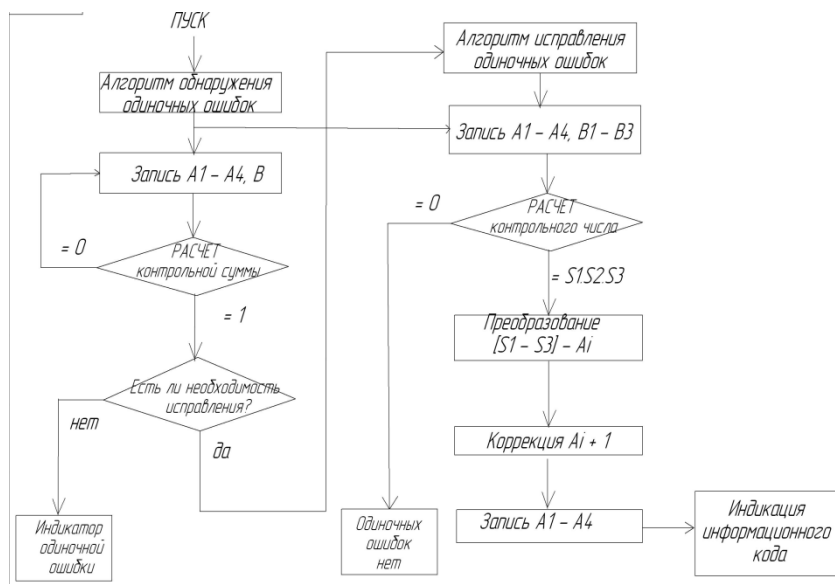


Рисунок 1 – Алгоритм обнаружения и исправления одиночных ошибок

Разработанный алгоритм предполагает при передаче к 4-м информационным символам  $A1..A4$  добавление 3-х контрольных  $B1..B3$ . В микроконтроллере приемника происходит вычисление  $S1..S3$  разрядов контрольного числа  $S$ , который и указывает место, в котором произошла ошибка. Для исправления к ошибочно переданному символу добавляется единица.

В заключении доклада рассмотрена практическая реализация ЦСПИ, с помощью которой экспериментально определяются зависимости вероятности ошибочного приема символа от отношения сигнала к шуму при введении коррекции и без неё для различных методов ВЧ-манипуляции [2].

## Список использованных источников

1. Глазунов, В.А. Оптимизация радиосистем [Текст]: учеб. пособие для ВУЗов / В.А. Глазунов. - Самара: СГАУ, 1997.- 56 с.

УДК 621.389

# СЕЛЕКТИВНОЕ ПОДАВЛЕНИЕ МАСКИРУЮЩИХ СИГНАЛОВ ДИСКРЕТНО-НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЧУА С ДИНАМИЧЕСКИМ ХАОСОМ

С.С. Герасимов, В.В. Афанасьев  
КНИТУ им. А.Н. Туполева - КАИ, г. Казань

Селективное подавления маскирующих сигналов по принципу двухканальности теории инвариантности, применяется для избирательного подавления маскирующих сигналов, формируемых нелинейными системами с хаотической динамикой [1]. Одной из систем получившей широкое распространение в системе связи является дискретно-нелинейная система Чуа.

Целью работы является оценка эффективности селективного подавления маскирующих сигналов дискретно-нелинейная системы Чуа при изменении параметров временной дискретизации сигналов.

Моделирование маскирующих сигналов системы Чуа в работе моделировалось при помощи программного пакета Mathcad [2]. Исследование селективного подавления проводится путем оценки получения значения коэффициента подавления  $K_p$ , в зависимости от нормированного числа отчетов  $N$  для  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  переменных системы Чуа при передаче фазоманипулированного (ФМн) сигнала с разностью фаз равной  $\pi$ .

На основании полученных зависимостей, представленных на рис. 1 возможны численные оценки зависимости  $K_p$  от нормированного числа отчетов  $N$ .

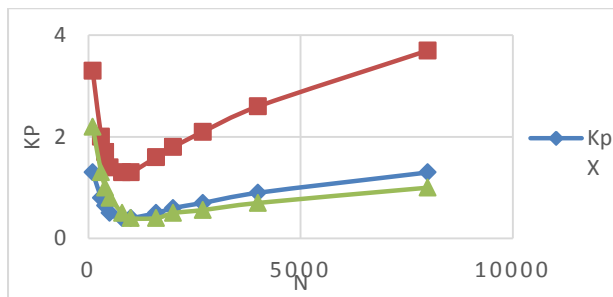


Рисунок 1 – Зависимость  $K_p$  от  $N$  при изменении шага дискретизации