

Таблица 1 - Статистические характеристики сигналов многолепестковой системы по схеме Jerk

	$a = 0.3$	$a = 0.7$	$a = 1.1$
<b>Сигнал X</b>	$m = -0.156$ $D = 3.348$ $\sigma = 1.83$	$m = -0.309$ $D = 3.367$ $\sigma = 1.835$	$m = 0.288$ $D = 2.554$ $\sigma = 1.598$
<b>Сигнал Y</b>	$m = -1.188 \cdot 10^{-3}$ $D = 0.909$ $\sigma = 0.954$	$m = -5.317 \cdot 10^{-3}$ $D = 0.325$ $\sigma = 0.57$	$m = -6.602 \cdot 10^{-3}$ $D = 0.333$ $\sigma = 0.577$
<b>Сигнал Z</b>	$m = -1.998 \cdot 10^{-3}$ $D = 0.894$ $\sigma = 0.946$	$m = -1.791 \cdot 10^{-3}$ $D = 0.308$ $\sigma = 0.555$	$m = -1.881 \cdot 10^{-3}$ $D = 0.304$ $\sigma = 0.552$

Таким образом были исследованы основные статистические характеристики псевдослучайных сигналов, формируемых многолепестковой системой с хаотической динамикой по схеме Jerk, выработаны инженерные рекомендации по выбору параметров базовой системы с динамическим хаосом. Полученные рекомендации могут быть использованы при оптимизации аппаратуры систем передачи информации на базе эффектов динамического хаоса с носителями информации, генерируемыми на основе схемы Jerk.

#### Список использованных источников

1. Xiaoyu Hu, Chongxin Liu, Ling Liu, Junkang Ni, Shilei Li. Multi-scroll hidden attractors in improved Sprott A system/ Nonlinear Dynamics Vol. 86, No. 3, 2006. – 10 p.
2. Simin Yu, Jinhua Lu, Henry Leung, Guanrong Chen. N-scroll chaotic attractors from a general Jerk circuit/ International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), Kobe, Japan, 2015. – p. 1473-1476.

Раупов Руслан Рустемович, студент, кафедра Электронных и квантовых средств передачи информации. E-mail: 89172662137rg@gmail.com

Афанасьев Вадим Владимирович, д.т.н., профессор, кафедра Электронных и квантовых средств передачи информации. E-mail: naus19\_20@mail.ru

УДК 519.6

## ВОЗМОЖНОСТИ КОРРЕЛЯЦИОННОГО ПРИЁМА СИГНАЛОВ ДИСКРЕТНО-НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ДМИТРИЕВА-КИСЛОВА

В.Г. Давыдов, В.В. Афанасьев  
КНИТУ им. А.Н. Туполева - КАИ, г. Казань

Перспективным способом передачи информации является применение хаотических сигналов [1]. Одним из широко применяемых способов обработки сигналов является корреляционная обработка. Особенности применения корреляционной обработки к хаотическим сигналам при воздействии шумов и помех исследованы недостаточно.

Цель исследования заключается в оценке эффективности применения корреляционной обработки к сигналам дискретно-нелинейной системы Дмитриева-Кислова при различных параметрах шума, а также вариации продолжительности корреляционного накопления.

Модель системы обработки сигналов была построена в пакете прикладных программ Mathcad с применением полученных рекомендаций по моделированию дискретно-нелинейной системы Дмитриева-Кислова [2]. Применена модель белого шума, полученная с помощью встроенной функции rnd. Сформированный таким образом шум представляет собой ВЧ шум, НЧ шум получен путём сглаживания ВЧ шума функцией ksmooth.

Оценивается интеграл корреляции опорного сигнала системы Дмитриева-Кислова со смесью принимаемого хаотического сигнала на входе с аддитивным шумом. Также оценивается интеграл корреляции при воздействии на вход шума при отсутствии хаотического сигнала. При этом определяется зависимость найденных интегралов от интервала корреляции, нормированного к периоду усреднённой квазирезонансной частоты хаотического сигнала, сформированного при заданном шаге интегрирования. В работе принят оценочный критерий возможности приёма хаотического сигнала системы Дмитриева-Кислова при действии шума:

$$\sum_{n=0}^{n_{max}} [(S_X(n) + N_{ш}(n)) * S_X(n)] / \sum_{n=0}^{n_{max}} [(N_{ш}(n)) * S_X(n)] \approx 10, \quad (1)$$

где  $S_X(n)$  — исходный хаотический сигнал,  $N_{ш}(n)$  — шум, нормируемый к величине хаотического сигнала. Полученные в результате моделирования результаты оценивания по (1), при нормированном шаге численного интегрирования 0.3 представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1 - Нормированное окно сглаживания 6

Отношение С/Ш	-5 дБ	-8 дБ	-10 дБ
Минимальный интервал корреляции	8,7Q	49,2Q	57,6Q
Порог сравнения	0.077	0.462	0.556

Таблица 2 - Нормированное окно сглаживания 3

Отношение С/Ш	-5 дБ	-9 дБ	-10 дБ
Минимальный интервал корреляции	8,2Q	48,6Q	50,1Q
Порог сравнения	0.071	0.452	0.465

Таблица 3 - Нормированное окно сглаживания 12

Отношение С/Ш	-5 дБ	-6 дБ	-10 дБ
Минимальный интервал корреляции	30,7Q	49,1Q	62,4Q
Порог сравнения	0.290	0.465	0.631

Величина окна сглаживания изначально выбрана такой, чтобы ширина спектра сглаженного шума равнялась ширине спектра хаотического сигнала. На основании проведенных исследования установлено, что при увеличении шага интегрирования помехоустойчивость возрастает при меньшей величине окна сглаживания.

Для снижения затрат вычислительных ресурсов при формировании псевдослучайных сигналов повышают шаг численного интегрирования. Согласно полученным результатам, рост шага интегрирования увеличивает минимально допустимый интервал корреляции. При этом возрастает предельно допустимое отношение С/Ш (до -10 дБ при относительной величине шага 0.3). Эффективность корреляционной обработки сигналов моделируемой дискретно-нелинейной системы Дмитриева-Кислова снижается при уменьшении отношения сигнал/шум. Требуемое при этом возрастание продолжительности интервала корреляционного накопления увеличивает время обработки сигнала и снижает быстродействие систем передачи информации с псевдослучайными сигналами, генерируемыми на основе дискретно-нелинейной системы Дмитриева-Кислова. Полученные в работе результаты можно использовать для выбора величины окон сглаживания при корреляционной обработке сигналов дискретно-нелинейной системы Дмитриева-Кислова.

#### Список использованных источников

1. Дмитриев А.С. Генерация хаоса /Дмитриев А.С., Ефремова Е.В., Максимов Н.А., Панас А.И. – М.: Техносфера, 2012. – 424с.

УДК 620.179.14; 621.3.014.4.

### **ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ БЕСКОНТАКТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ (ВИХРЕТОКОВЫХ) МЕТОДОВ**

Д.А. Ворох, А.И. Данилин

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

Ранее в статьях [1-3] авторами проводились исследования вихретокового преобразователя (ВТП). Однако в этих статьях не приводилась общая классификация методов контроля, и положение вихретокового метода в этой классификации.

Разработанная классификация методов, представленная в виде классификационной таблицы методов контроля параметров металла и металлических поверхностей представлена в таблице 1.