

Данная экспериментальная установка позволила успешно передать данные с 2-х термодатчиков DS18S20, подключенных по шине 1-wire. Каждый термодатчик имеет свой индивидуальный адрес, что позволяет подключать несколько датчиков, используя всего один вход контроллера. Датчик измеряет температуру в диапазоне от  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ . [2].

Основными преимуществами данной экспериментальной установки являются: использование беспроводной связи, мобильность, небольшие размеры, низкое энергопотребление, возможность расширения функционала (наличие резервных входов для подключения датчиков влажности, освещенности и т.д.), низкая цена.

#### Список использованных источников

1. ESP32 Series Datasheet Version 3.3 Espressif Systems  
[http://www.gamma.spb.ru/images/pdf/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](http://www.gamma.spb.ru/images/pdf/esp32_datasheet_en.pdf).

2. DS18S20 High-Precision 1-Wire Digital Thermometer Datasheet  
<https://static.chipdip.ru/lib/073/DOC000073557.pdf>.

Омельченко Сергей Дмитриевич, студент кафедры Автоматизированный электропривод. E-mail: sergei.omel.97@gmail.com.

Берестин Амиржан Ахматжанович, студент кафедры Электрические станции, сети и системы электроснабжения. E-mail: berestinov.ru@mail.ru.

УДК 519.6

## **ГЕНЕРАТОРЫ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ МНОГОЛЕПЕСТКОВОЙ СИСТЕМЫ С ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКОЙ ДЛЯ АППАРАТУРЫ ЦИФРОВОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

Р.Р. Раупов, В. В. Афанасьев

Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. Туполева (КНИТУ-КАИ), Казань

**Ключевые слова:** динамический хаос, многолепестковая система.

Многолепестковые системы с хаотической динамикой в отличие от типовых радиоэлектронных систем с динамическим хаосом обладают более высокой степенью сложности [1]. Эффективно построение генераторов псевдослучайных сигналов на основе многолепестковых систем с хаотической динамикой по схеме Jerk [2].

Цель работы - исследование влияния параметров многолепестковой системы с хаотической динамикой по схеме Jerk на характеристики генерируемых сигналов.

Численное решение нелинейной дифференциальной системы, описывающей динамику схемы Jerk, проводилось методом Эйлера. Величина относительного шага временной дискретизации: 0.09.

Исследовано влияние вариации параметров многолепестковой системы по схеме Jerk на фазовые портреты. Полученный для аттрактора с 4-мя спиральями характерный фазовый портрет при базовом параметре  $a = 0.7$  представлен на рис. 1.

При выбранном значении коэффициента  $a$  наблюдается хаос. В результате проведенного моделирования установлено, что хаотический режим наблюдается, когда  $a$  выбирается в диапазоне от 0.3 до 1.1.

В работе исследованы статистические характеристики сигналов, формируемых на основе многолепестковой системы с хаотической динамикой по схеме Jerk. Полученная оценка корреляционной функции сигнала  $Y$  при  $a = 0.7$  представлена на рис.2.

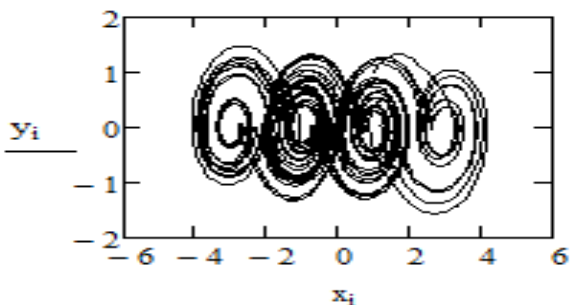


Рисунок 1 – Фазовый портрет при  $a = 0.7$

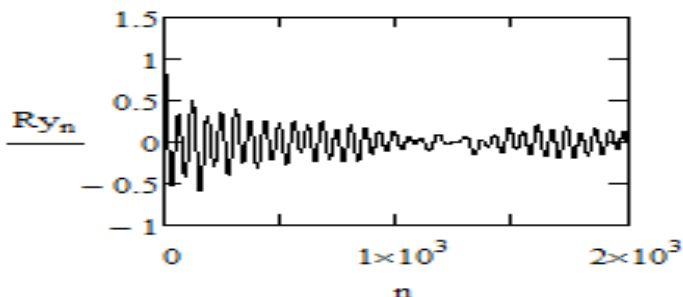


Рисунок 2 – Корреляционная функция сигнала  $Y$  при  $a = 0.7$

Полученные оценки значений математического ожидания  $m$ , дисперсии  $D$  и СКО  $\sigma$  сигналов многолепестковой системы по схеме Jerk при различных значениях  $a$  приведены в таблице 1.

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: 89172662137rgr@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.