



УДК 519.6

СРЕДСТВА ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ГЕНЕРАТОРОВ СИГНАЛОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ДИСКРЕТНО-НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ЛОРЕНЦА

В.А. Лобов, dobropozhalovat1@mail.ru, В.В. Афанасьев, ivans8585@mail.ru

Казанский Национальный Исследовательский Технический Университет (КНИТУ)

имени А.Н. Туполева - КАИ, г. Казань

В докладе рассматривается моделирование радиоэлектронной дискретно-нелинейной системы Лоренца для оперативной диагностики генераторов сигналов системы. Работа имеет большое практическое значение, потому что целью моделирования является исследование поведения системы при варьировании базовых параметров. Исходя из базовых пакетов программы MATLAB была смоделирована дискретно-нелинейная система Лоренца, позволяющая изменять базовые параметры системы, строить, оценивать фазовые портреты и реализации псевдослучайных сигналов, исследовать статистические характеристики сигналов системы Лоренца. Получены оценки значения математических ожиданий, дисперсий и среднеквадратических отклонений сигналов при варьировании базовых параметров системы. Выработаны рекомендации для оперативной диагностики и устойчивого функционирования генераторов сигналов системы Лоренца.

OPERATIONAL DIAGNOSTICS OF RADIO-ELECTRONIC SIGNAL GENERATORS DISCRETE-NONLINEAR LORENZ SYSTEM

Lobov V.A., V.V. Afanasyev,

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev (KNRTU-KAI
named after A.N. Tupolev), Kazan

The modeling of radio-electronic discrete-nonlinear Lorentz system for operational diagnostics of system signal generators is considered in the report. The work is of great practical importance, because study the behavior of the system with varying basic parameters the purpose of modeling. The discrete-nonlinear Lorentz system was modeled, which allows to change the basic parameters of the system, to construct, evaluate phase portraits and implementations pseudorandom signals, to study the statistical characteristics of the Lorentz system signals based on the basic MATLAB software packages. Value of mathematical expectations, variances and standard deviations of signals in the variation basic parameters of system are obtained. Recommendations for operational diagnostics and sustainable operation of the signal generators of the Lorenz system are developed.

Дискретно - нелинейные системы с динамическим хаосом служат эффективным средством формирования псевдослучайных сигналов[1]. Оперативная диагностика устройств и систем с хаотической динамикой с прогнозированием возникающих в них отказов является важной задачей, выдвигаемой инженерной практикой.

Цель работы - диагностика генераторов сигналов радиоэлектронной дискретно-нелинейной системы Лоренца по параметрам и характеристикам формируемых псевдослучайных сигналов.

Проведено моделирование генератора сигналов дискретно – нелинейной системы Лоренца. На основе пакетов программы MATLAB была смоделирована дискретно-нелинейная система Лоренца, позволяющая изменять базовые параметры системы, исследовать статистические характеристики сигналов системы Лоренца.

Полученные характерные реализации сигналов дискретно – нелинейной системы Лоренца приведены на рис.1.

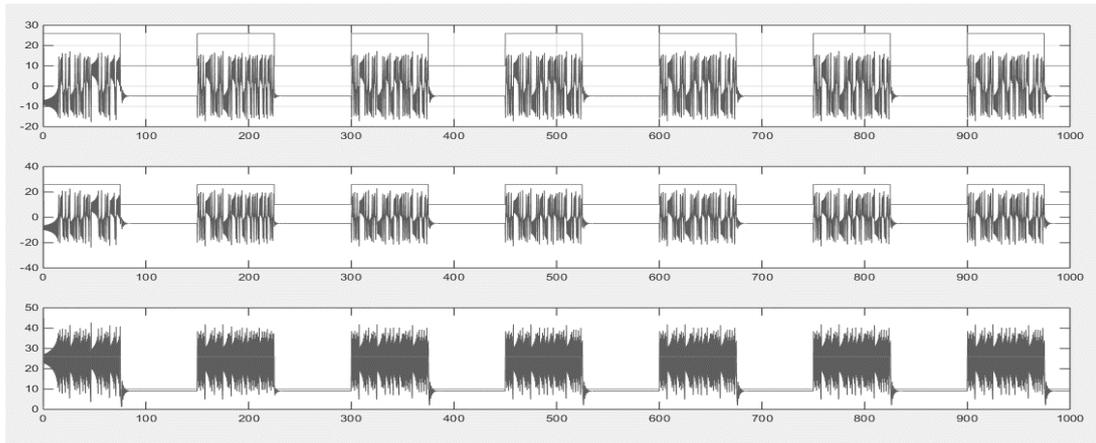


Рис. 1 – Реализации сигналов x, y, z

Оперативная диагностика нелинейных радиоэлектронных систем с динамическим хаосом и прогнозирование возникающих в них отказов проводится по виду, текущим параметрам и изменениям гармонических спектров анализируемых сигналов систем. Традиционный гармонический спектральный анализ базируется на преобразованиях Фурье [2]. На рисунке 2 представлены полученные характерные спектры сигналов X, Y дискретно – нелинейной системы Лоренца.

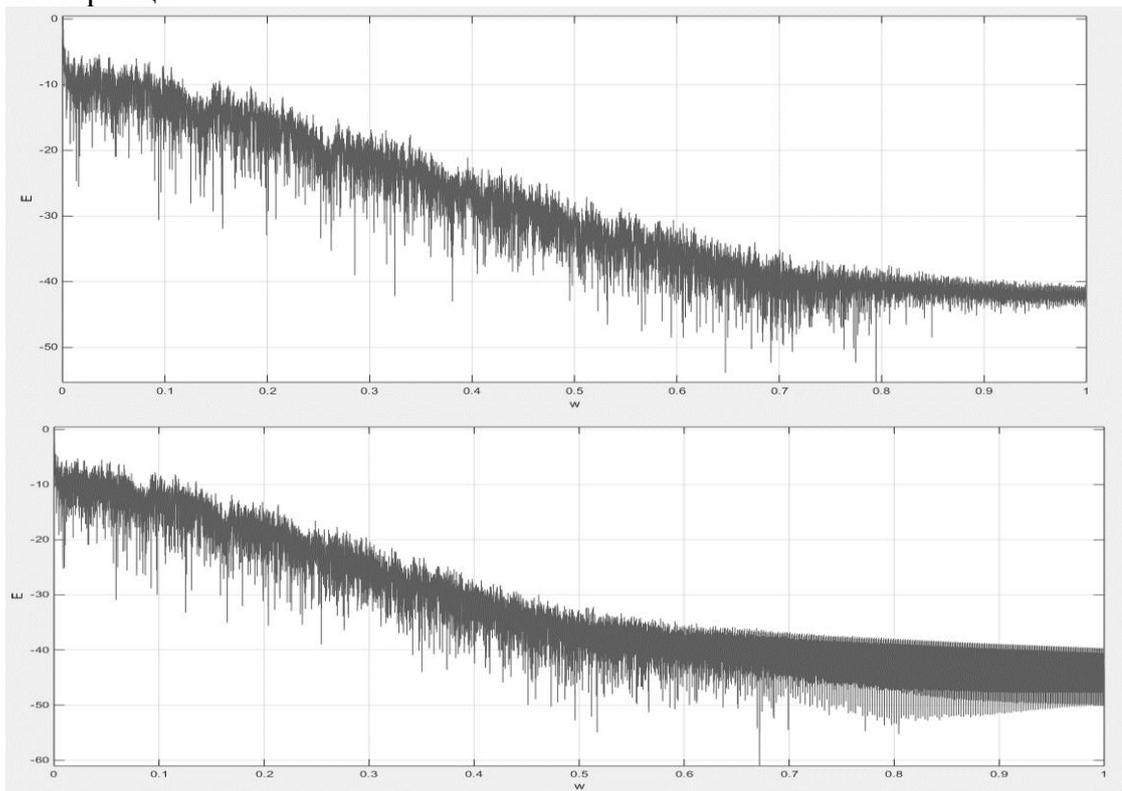


Рис. 2 – Спектры компонент X, Y при $r=25, b=8\sqrt{3}, sig=10$

Выполнено исследование поведения системы при варьировании базовых параметров. Полученные в результате моделирования системы Лоренца дисперсии (d), математические ожидания (m) и среднеквадратические отклонения ($ско$) генерируемых сигналов представлены в таблице 1 для набора значений параметра r в диапазоне от 21 до 40.

Таблица 1

**Значения дисперсий, математических ожиданий и статистических характеристик при варьировании базового параметра r**

Сигнал/ r	$r=21$	$r=26$	$r=31$	$r=40$
x	$d(x)=29.97$ $m(x)=-1.06$ $cko(x)=5.47$	$d(x)=36.07$ $m(x)=-2.39$ $cko(x)=6.01$	$d(x)=54.13$ $m(x)=1.06$ $cko(x)=8.36$	$d(x)=91.55$ $m(x)=1.98$ $cko(x)=9.55$
y	$d(y)=32.55$ $m(y)=-1.06$ $cko(y)=5.7$	$d(y)=44.66$ $m(y)=-2.39$ $cko(y)=6.68$	$d(y)=65.81$ $m(y)=1.06$ $cko(y)=9.11$	$d(y)=127.98$ $m(y)=1.96$ $cko(y)=11.31$
z	$d(z)=66.59$ $m(z)=11.66$ $cko(z)=8.16$	$d(z)=76.62$ $m(z)=15.64$ $cko(z)=8.75$	$d(z)=83.74$ $m(z)=20.69$ $cko(z)=9.85$	$d(z)=109.26$ $m(z)=35.56$ $cko(z)=10.45$

Таким образом, из таблицы 1 видно, что при варьировании базовых параметров наблюдается изменение статистических характеристик генерируемых сигналов дискретно-нелинейной системы Лоренца.

На основе выполненного моделирования и полученных статистических характеристик, выработаны инженерные рекомендации по выбору параметра r для нелинейной динамической системы Лоренца. Традиционный гармонический спектральный анализ Фурье, не всегда обладает информативностью, позволяющей различать сигналы разных компонент нелинейных систем с динамическим хаосом. Поэтому гармонический спектральный анализ не обеспечивает различения сигналов x , y по форме спектра, что делает актуальным применение методов обобщенного спектрального анализа сигналов. Негармонические спектры анализируемых сигналов в базисах физически обоснованных функций имеют значимые различия, позволяющие значительно повысить достоверность диагностики [3]. Разработанные средства моделирования могут быть использованы для исследования и оптимизации систем передачи информации с эффектами хаотической динамики на базе нелинейной динамической системы Лоренца.

Список цитируемой литературы

1. Ю.В. Андреев, Стратегии использования динамического хаоса в коммуникационных системах и компьютерных сетях. Разделение хаотического кодера и кодера канала // Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники. – 2000. – № 11. – С. 4–26.
2. В.В. Афанасьев, С.С. Логинов, А.А. Ценцевичкий. Дробно-степенные спектры сигналов систем с хаотической динамикой // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. – 2008. – Вып. 4 (52). – С. 42–47
3. В.В. Афанасьев, С.С. Логинов. Диагностика электронных динамических систем на основе негармонических дробно-степенных спектров // Флуктуации и шумы в сложных системах живой и неживой природы – Казань: Изд-во Мин-ва образования и науки РТ, 2008. – С. 311–334.