

2. Дмитриев, А.С., Панас, А.И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. /А. С. Дмитриев, А. И. Панас. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002. – 252 с

3. Буткевич Ю.Р., Афанасьев В.В. Математическое моделирование управляемой дискретно-нелинейной системы Ван-дер-Поля. /Динамика нелинейных дискретных электротехнических и электронных систем: материалы 13-й Всерос. науч.-техн. конф. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2019.- С. 37-39.

Ю. Р. Буткевич, студент, В. В. Афанасьев, науч. рук. проф. каф. ЭКСПИ, д.т.н. Казанский национальный исследовательский технический университет им. Туполева (КНИТУ-КАИ), Казань

УДК- 519.6

ВЛИЯНИЕ ПОМЕХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДУФФИНГА-ХОЛМСА

Ю. Р. Буткевич, В. В. Афанасьев
КНИТУ им. А.Н. Туполева - КАИ, г. Казань

Один из перспективных способов конфиденциальной передачи сообщений с шифрованием является применение новых носителей информации на основе динамического хаоса [1]. Для выделения сигналов из шумов широко применяется корреляционные алгоритмы. Особенности воздействия шумов и помех на эффективность корреляционной обработки хаотических сигналов нелинейных динамических систем Дуффинга-Холмса исследованы недостаточно подробно.

Цель работы – сравнительная оценка влияния эффективности корреляционной обработки сигналов систем Дуффинга-Холмса при вариации параметров шумов и продолжительности корреляционного накопления.

Разработаны средства моделирования в математической среде Mathcad численного решения системы нелинейных уравнений Дуффинга-Холмса

$$\begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = \frac{1}{2}F(x) - by + a \cdot \sin \omega t \end{cases} \quad (1)$$

где $F(x) = x - x^3$ [1].

Решение данной системы получено методом Рунге-Кутта 4-го порядка применением функции «rkfixed» при следующих параметрах системы: $b=0.15, a=0.15, w=0.8$, выбранных по рекомендациям, полученным в [2].

При моделировании, для формирования реализаций помех использована функция «rnd».

В качестве критерия возможности приёма хаотического сигнала моделируемой системы Дуффинга-Холмса при действии шума оценивается отношение корреляционного накопления в двух случаях аддитивной смеси и шума в зависимости от продолжительности интервала корреляционной обработки (p).

$$\frac{\sum_{n=0}^p (S_x(n) + N_{ш}(n)) * S_x(p)}{\sum_{n=0}^p N_{ш}(n) * S_x(n)} \approx Q, \quad (2)$$

где $S_x(n)$ – исходный хаотический сигнал, $N_{ш}(n)$ - шум, нормируемый к величине СКО хаотического сигнала.

Результаты сравнительной оценки влияния эффективности корреляционной обработки при разных значениях Q для аддитивной смеси сигнала и шума, представлены в таблице 1, в которой интервал корреляции нормирован к квазипериоду колебаний моделируемой нелинейной динамической системы Дуффинга-Холмса с динамическим хаосом.

Таблица 1-Эффективность корреляционной обработки при ВЧ и НЧ шумах

Сигнал/шум	-1 дБ	-2дБ	-3дБ	-4дБ	-5дБ	-6дБ	-7дБ
Минимальный интервал при ВЧ шумах	7.5	7.7	9.8	10.1	11.8	13.5	17.2
Минимальный интервал при НЧ шумах	0.067	0.07	0.085	0.091	0.103	0.12	0.168

Таким образом, эффективность корреляционной обработки сигналов моделируемой нелинейной динамической системы Дуффинга-Холмса падает при уменьшении отношения сигнал/шум, при достижении -5дБ и ниже, возрастает минимально требуемая продолжительность интервала корреляционного накопления, что увеличивает время обработки сигнала и снижает быстродействие систем передачи информации с псевдослучайными сигналами, генерируемыми на основе динамической системы Дуффинга-Холмса.

Список используемых источников

1. Дмитриев, А.С., Панас, А.И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. /А. С. Дмитриев, А. И. Панас. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002. – 252 с.
2. Буткевич Ю.Р., Афанасьев В.В. Математическое моделирование управляемой дискретно-нелинейной системы Ван-дер-Поля. / Динамика нелинейных дискретных электротехнических и электронных систем: материалы 13-й Всерос. науч.-техн. конф. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2019.- С. 37-39.