

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАОТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ ФУНКЦИИ

Нгуен Минь Хуеп.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Половения С.И. – канд. техни. наук., доцент

Доклад посвящён исследованию использования кусочно-линейной функции в системах передачи информации на основе динамического хаоса. Оценивается эффективность данной функции по сравнению с другими математическими моделями. Приводятся перспективы применения хаотических сигналов в системах связи.

Одним из перспективных направлений в области информационной безопасности является использование хаотических систем для шифрования и передачи данных. Динамический хаос, представляющий собой сложное и нелинейное поведение систем, обладает уникальными свойствами, такими как чувствительность к начальным условиям и непредсказуемость. Эти характеристики делают хаос мощным инструментом для создания защищённых каналов связи.

Моделирование сигнала осуществляется в соответствии с динамическим законом. Это процесс генерации последовательности сигнала, в котором каждое следующее значение вычисляется на основе предыдущих, согласно определённой математической функции. Эта функция описывает динамику системы во времени.

Анализ результатов разработанной модели моделирования приложением *Mathlab* хаотических сигналов при воздействии помех с математической кусочно-линейной функции [1].

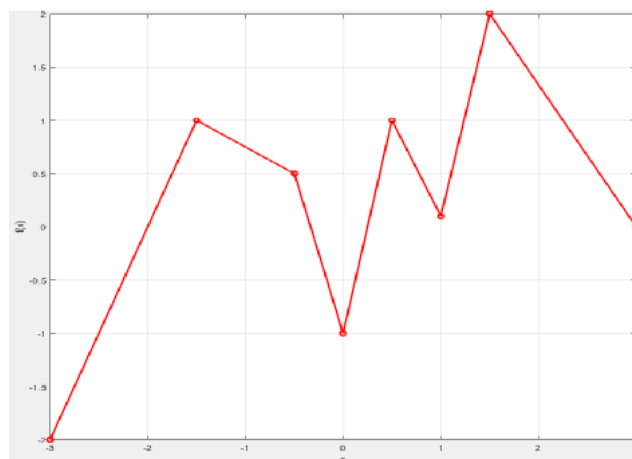


Рисунок 1 – График кусочно-линейной функции

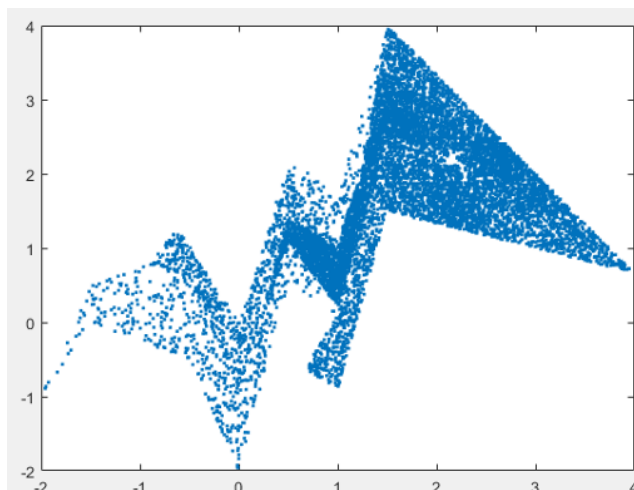


Рисунок 2 – 2D-графика хаотического сигнала

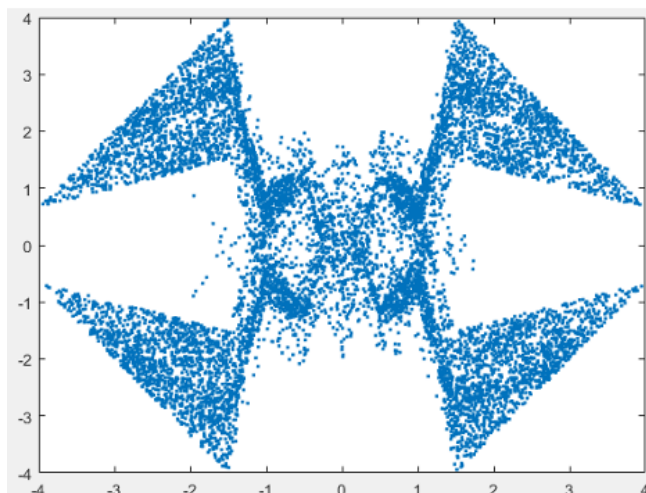


Рисунок 3 – Графика модулированного хаотического сигнала

Анализ результатов разработанной модели моделирования хаотических сигналов при воздействии помех с математической функций $fun1 = \sin(b \cdot \pi \cdot x) + \sin(\frac{b}{2} \cdot \pi \cdot y)$.

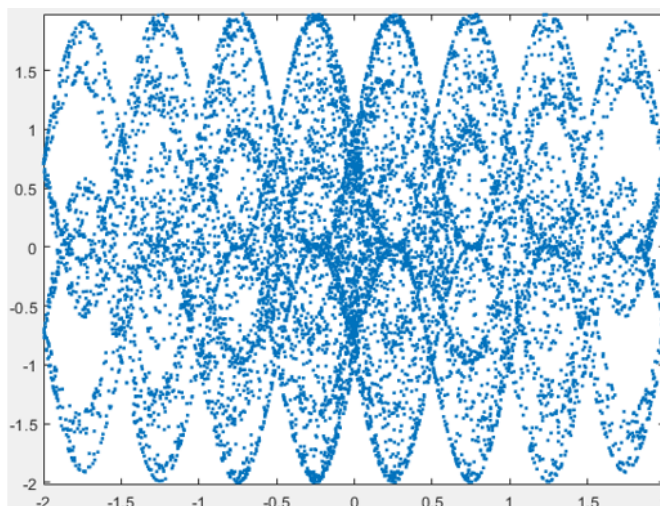


Рисунок 4 – Графика модулированного хаотического сигнала с математической функций $fun1$

На рисунке 4 показано что, если использовать синусоидальную функцию (гармонический сигнал) для модуляции хаотического сигнала, злоумышленник может заметить повторяющиеся закономерности (так как синусоида имеет регулярную структуру и легко поддается анализу). Это нарушает хаотическую природу сигнала и создает риск утечки информации.

Поэтому вместо синусоиды была предложена новая математическая функция – кусочно-нелинейная случайная функция. Эта функция создает сигнал, который не имеет периодической структуры, не повторяется и трудно предсказуем. Благодаря этому, передаваемый сигнал сохраняет свою хаотическую природу, что делает его более защищенным от перехвата и анализа.

Динамический хаос вызывает особый интерес исследователей, поскольку он может быть использован при разработке новых систем связи, радиолокационных систем, генераторов случайных чисел, источников радиочастотного освещения, а также для шифрования изображений. Главными преимуществами основанных на хаосе телекоммуникационных систем являются высокий уровень конфиденциальности и информационной емкости. В настоящее время существует множество алгоритмов применения хаоса для передачи сигналов.

Основные преимущества хаотических сигналов в системах передачи информации:

- устойчивость к перехвату и атакам. Сложная структура хаотических сигналов делает их крайне трудными для анализа и восстановления без знания параметров системы. Это повышает

устойчивость системы связи к перехвату и криптоанализу, что особенно важно в условиях возрастающих киберугроз;

- широкополосность и высокая пропускная способность. Хаотические сигналы обладают широким спектром, что позволяет использовать их в широкополосных системах связи. Это увеличивает пропускную способность канала и снижает уровень помех;

- скрытность передачи. Благодаря близости спектра хаотических сигналов к белому шуму их использование затрудняет обнаружение передаваемых данных и снижает вероятность успешного вмешательства в канал связи;

- гибкость настройки. Хаотические системы легко адаптируются к изменениям параметров канала связи, что делает их перспективными для использования в динамических и шумных средах, таких как беспроводные сети и системы интернета вещей.

Области применения:

- защищенные системы связи: Военные и правительственные коммуникации, где требуется высокий уровень конфиденциальности;

- беспроводные сети: Системы мобильной связи и Wi-Fi, где хаотические сигналы могут улучшить устойчивость к помехам и атакам;

- интернет вещей: Обеспечение безопасности данных в распределенных и низкоэнергетических устройствах;

- оптические системы связи: Передача данных с высокой скоростью в волоконно-оптических линиях;

- медицинские устройства: Безопасная передача данных в телемедицинских системах.

Таким образом, проведённое моделирование подтвердило эффективность использования кусочно-линейной функции на основе динамического хаоса в защищённых системах передачи данных и продемонстрировало перспективность дальнейших разработок в данной области.

Список использованных источников:

1. Дмитриев А. С., Панас А. И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. – М.: Физматлит, 2002. – 252 с.

2. Залогин Н. Н., Кислов В. В. Широкополосные хаотические сигналы в радиотехнических и информационных системах / Москва.: Радиотехника, 2006. – 208 с.

3. Применение детерминированного хаоса для передачи информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-determinirovannogo-haosa-dlya-peredachi-informatsii> – Дата доступа: 15.03.2025.