

УДК 621.391.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКОЙ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ СЛАБЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ПРЕОБЛАДАЮЩИХ ПОМЕХ

Е. М. Патрушев, И. С. Наздрюхин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье дан краткий аналитический обзор основных понятий и определений теории динамического хаоса, описаны характеристики автоколебательных систем с хаотической динамикой и дальнейшие перспективы их использования в системах передачи и обработки информационных сигналов, слабых на фоне преобладающих помех

Ключевые слова: обнаружение слабых сигналов, помехи, детерминированный хаос, теория динамического хаоса.

Развитие научно-технического прогресса привело не только к загрязнению окружающей среды, но и также к созданию шумов и помех различной природы. А именно: развитие транспорта – к зашумлению звуковыми волнами в диапазоне слышимых частот, промышленного производства – инфразвуковыми волнами, развитие средств связи, вычислительной и микроволновой техники – к загрязнению радиозэфира электромагнитными волнами широкого диапазона частот. При этом измерительным приборам приходится получать измерительную информацию, активно снабженную помехами.

При использовании измерительных приборов в тяжелых условиях эксплуатации одним из важнейших вопросов является обнаружение сигналов на фоне преобладающих помех. Для решения подобных технических задач существуют разнообразные подходы, состоящие в особой обработке основного рабочего сигнала датчика. Применяется статистическая обработка, основанная на корреляционных и спектральных методах обработки сигналов, что является непростым с точки зрения практической реализации. [1]

Физическая природа помех может быть различной, однако их общей особенностью является то, что в реальных системах помехи, зачастую, носят нерегулярный апериодический характер. Данное свойство объясняется воздействием ряда случайных факторов, в связи с чем для математического описания

помех традиционно используют аппарат случайных процессов. В то же время современные исследования показывают, что нерегулярный "случайноподобный" характер могут носить процессы, сформированные с помощью простых нелинейных детерминированных систем [3]. Такое поведение детерминированных систем принято обозначать термином "хаос", а процессы, соответственно, "детерминированные хаотические". Для акцентирования особого характера данных явлений, принято использовать название: "теория динамического хаоса".

Теория динамического хаоса гласит, что сложные системы чрезвычайно зависимы от первоначальных условий, и даже крайне незначительные изменения какого-либо из ее параметров могут привести систему к непредсказуемому поведению. Несмотря на этот факт, системы с хаотическим поведением являются, как уже сказано выше, детерминированными, то есть подчиняются некоторому строгому закону, и, в некотором смысле, являются упорядоченными. [2]

На первый взгляд, кажется, будто свойство детерминированности позволяет однозначно вычислить траекторию любой точки в данной модели системы в любой момент времени абсолютно точно, но на практике это знание совершенно бесполезно, т.к. любое измерение производится с конечной точностью, то представляется возможным предсказывать траекторию на каких-то крайне не-

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКОЙ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ СЛАБЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ПРЕОБЛАДАЮЩИХ ПОМЕХ

больших промежутках времени, но на значительных промежутках невозможно точно предсказывать будущее состояние системы. И чем дольше временной промежуток, тем уменьшаются знания о поведении системы.

Первые работы по динамическому хаосу в нелинейных динамических системах были опубликованы в середине 60-х годов, положив начало теоретическим и экспериментальным исследованиям данного явления в различных областях науки и техники. В результате проведенных исследований к концу 80-х годов теория хаоса сформировалась как отдельная область исследований. [4]

После открытия явления динамического хаоса многие физические процессы, для описания которых традиционно использовался аппарат случайных процессов, стали моделировать с позиций детерминированного хаоса. Такие тенденции наблюдаются, например, в биологии, медицине, метеорологии, механике, гидродинамике и радиотехнике. Также одним из перспективных направлений исследования в данной области является разработка методов использования автоколебательных систем с хаотической динамикой для нужд измерительной техники и коммуникационных технологий. Доступность более дешевых, более мощных компьютеров крайне расширяет возможности применения теории хаоса.

Теория динамического хаоса обладает рядом свойств, которые могут быть полезны при передаче и обработке информационного сигнала, слабого на фоне преобладающих помех различной природы. Отличительные свойства хаотических сигналов:

– использование динамического хаоса дает возможность получения сложных непериодических колебаний с помощью простых по структуре устройств, при этом в одном устройстве можно реализовать большое количество различных хаотических мод;

– управление хаотическими режимами путем малых изменений параметров системы;

– увеличение скорости модуляции по отношению к модуляции регулярных сигналов за счет чувствительности хаотической системы к внешним возмущениям;

– большая информационная емкость и возможность использования разнообразных методов ввода информационного сигнала в хаотический;

– возможность самосинхронизации передатчика и приемника. [3]

Рассмотренные свойства систем с хаотической динамикой являются потенциально привлекательными для использования их в системах передачи и обработки информационных сигналов, слабых на фоне преобладающих помех, и измерительных приборов в тяжелых условиях эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патрушева Т.В. Способ контроля уровня жидкости на основе генератора хаотических колебаний / Т.В. Патрушева, Е.М.Патрушев // Ползуновский вестник. 2012. № 3/2. С. 149-152.

2. Рюэль Д. Случайности и хаос [Текст] / Давид Рюэль; пер с англ.; под ред. А. Борисова. – М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2001. – 192 с.

3. Шустер Г. Детерминированный хаос: введение [Текст] / пер с англ.; под ред. А.В. Гапонова-Грехова, М.И. Рабиновича. М: Мир, 1988, 240 с.

4 Historical Notes: History of chaos theory [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://www.wolframscience.com/reference/notes/971> с. – Загл. с экрана.

Патрушев Егор Михайлович – к.т.н., доцент АлтГТУ, e-mail: attractor@list.ru;

Наздрюхин Илья Сергеевич – студент АлтГТУ, e-mail: m.nabiv@gmail.com.