

СПОСОБЫ ГЕНЕРАЦИИ ХАОТИЧЕСКОГО СИГНАЛА

М. П. Батура, Л. Ю. Шилин, Д. П. Кукин, Н. С. Жилач
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь
E-mail: kukin@bsuir.by, nickzhylach@gmail.com

В докладе рассмотрены способы генерирования широкополосного хаотического сигнала устройствами, созданными на основе систем фазовой синхронизации.

ВВЕДЕНИЕ

Хаотические сигналы, генерируемые в радиотехнических системах, обладают свойствами шумоподобных сигналов, благодаря чему они представляют большой интерес с точки зрения использования в качестве несущих в системах связи и радиолокации [1, 2]. В настоящее время проблема переходит из области научных исследований в область конкретных инженерных разработок. Одной из важных задач в направлении прикладного использования динамического хаоса является создание эффективных генераторов хаотических колебаний широкого частотного диапазона.

В настоящее время принципы фазового управления находят широкое применение в различных областях современной техники. Система фазовой синхронизации (СФС) представляет собой схему, которая эффективно отслеживает разность фаз входного и опорного сигналов [3]. Если разность фаз между входным и подстраиваемым сигналами системы постоянна, то СФС засинхронизирована. Если происходит изменение фазы (частоты) входного или подстраиваемого сигналов, то фазовый детектор в СФС будет вырабатывать сигнал ошибки, пропорциональный величине и полярности изменения фазы. Этот сигнал ошибки вызовет изменение фазы (частоты) опорного сигнала, так что состояние синхронизации вновь восстанавливается. СФС используются для синхронизации генераторов различных частотных диапазонов, включая сверхвысокочастотный диапазон, таким образом, представляется возможным использование хаотических режимов в таких системах для генерации широкополосных сигналов.

I. АНАЛИЗ СПОСОБОВ ГЕНЕРАЦИИ ХАОТИЧЕСКОГО СИГНАЛА

Широко известны разнообразные способы генерации широкополосных хаотических сигналов:

- ансамбль двух каскадно связанных фазовых систем [4];
- ансамбль трех каскадно связанных фазовых систем [5].

Данные методы позволяют генерировать хаотические колебания в широких и однородных областях параметров. Управление хаотическими

режимами с различными спектральными и корреляционными свойствами может осуществляться с помощью изменения величин связей без изменения внутренних параметров элементов ансамбля. Показано, что сигнал, соответствующий режиму хаотических биений, может обладать более равномерным и широким спектром, более резко спадающей автокорреляционной функцией в сравнении с сигналом, который соответствует квазисинхронному хаотическому режиму. Следовательно, режим хаотических биений также может представлять интерес для приложений, например, для использования в качестве несущих в широкополосных системах связи с некогерентным приемом.

Однако, основным недостатком этих способов является их техническая сложность: для генерации широкополосного хаотического сигнала необходимо иметь несколько усилительных каскадов и один ограничительный каскад. Таким образом, устройство, основанное на данных способах, является многокомпонентным, причем на каждый компонент накладываются свои ограничения и условия работы, что увеличивает риск выхода из строя всего устройства при выходе из строя одного из его компонентов.

Известны также способы генерации широкополосных хаотических сигналов, созданных на основе систем фазовой синхронизации, например:

- способ генерирования широкополосных СВЧ хаотических сигналов, заключающийся в том, что осуществляют последовательное усиление сигнала по меньшей мере двумя усилительными каскадами; ограничивают сигнал после усиления; подают сигнал после ограничения на первый из упомянутых усилительных каскадов, отличающийся тем, что упомянутое усиление сигнала осуществляют упомянутыми усилительными каскадами так, что первый из них работает в режиме усиления малого сигнала, а второй - в режиме нелинейного усиления сигнала; упомянутое ограничение сигнала осуществляют в третьем усилительном каскаде, который работает в режиме ограничения сигнала и образует вместе с упомянутыми первым и вторым усилительными каскадами усилительный тракт; отводят часть сигнала после ограничения в нагрузку; на упомянутый первый из усилительных

каскадов подают оставшуюся после ответвления часть сигнала [6];

- способ передачи информации с помощью хаотических сигналов, заключающийся в том, что на передающей стороне формируют широкополосный носитель информации в заранее заданной полосе частот передачи информации; модулируют носитель информации информационным сигналом; передают промодулированный носитель информации по каналу связи с передающей стороны на приемную сторону; на приемной стороне демодулируют принятый носитель информации для извлечения информационного сигнала, отличающийся тем, что упомянутое формирование широкополосного носителя информации осуществляют с помощью хаотической динамической системы, структуру которой предварительно синтезируют по заранее заданным характеристикам упомянутого широкополосного носителя информации; при синтезировании упомянутой хаотической динамической системы выявляют области ее параметров, обеспечивающих однотипное поведение упомянутой хаотической динамической системы; на основе упомянутых выявленных областей параметров выбирают для данной хаотической динамической системы значения параметров, обеспечивающие формирование упомянутого широкополосного носителя информации в виде хаотического носителя информации с требуемыми по меньшей мере спектральными характеристиками; упомянутую модуляцию осуществляют путем формирования в соответствии с информационным сигналом хаотических радио- или оптических импульсов заданной длительности с заданными временными интервалами между этими импульсами, после чего и передают промодулированный носитель информации по каналу связи; упомянутые прием и демодуляцию на приемной стороне осуществляют с помощью динамической системы, согласованной по своему поведению с упомянутой хаотической динамической системой передающей стороны [7].

Их существенным недостатком является статичность параметров генератора, что в значительной степени сужает область применения, а также конфиденциальность реализуемых на их основе методов помехоустойчивой передачи информации. В рамках настоящей работы авторами решается задача преодоления вышеупомянутых недостатков и обеспечение достижения дополнительных преимуществ за счет создания способа генерации широкополосного хаотического сигнала на базе СФС с переключаемыми параметрами.

II. СПОСОБ ГЕНЕРАЦИИ ХАОСА В СФС

Поставленная задача решается способом генерации широкополосного хаотического сигнала, включающим выявление разности фаз между входным и подстраиваемым колебаниями системы, выработку сигнала ошибки, пропорцио-

нальное сигналу ошибки изменение управляющего воздействия на объект управления, кроме этого предусматривается возможность динамического изменения параметров генерирующего устройства путем воздействия на его характеристики. Переменные параметры должны принадлежать заранее рассчитанной области, предусматривающей возникновение в СФС режима колебательно-вращательного хаоса. Указанный режим является предпочтительным для функционирования генератора, так как колебательно-вращательный хаос является наиболее подходящим для использования в широкополосных и сверхширокополосных системах связи на основе хаотических радиоимпульсов, потому что он позволяет получить колебания на выходе объекта управления (например, генератора, управляемого напряжением) с хаотической фазой и равномерной спектральной плотностью, что подтверждается исследованиями [8].

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В докладе предложен способ для генерации широкополосного хаотического сигнала на базе СФС. В результате применения предложенного способа генерации хаотического сигнала достигается увеличение конфиденциальности реализуемых на базе универсального генератора хаотического сигнала методов помехоустойчивой передачи информации. Предлагаемый способ основан на применении решающего устройства, позволяющего устанавливать один из возможных хаотических режимов работы системы путем воздействия на параметры блока фильтров нижних частот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев А.С., Панас А.И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. М.: ФМЛ, 2002. 252 с.
2. Залогин Н.Н., Кислов В.В. Широкополосные хаотические сигналы в радиотехнических и информационных системах. М.: Радиотехника. 2006. 208 с.
3. Шахгильдян В.В., Ляховкин А.А. Системы фазовой автоподстройки частоты, М.: Связь, 1972.
4. Мишагин К.Г., Матросов В.В., Шалфеев В.Д., Шохнин В.В. Генерация хаотических колебаний в экспериментальной схеме двух каскадно связанных фазовых систем // Письма в ЖТФ, 2005, том 31, вып. 24.
5. Мишагин К.Г., Шалфеев В.Д., Матросов В.В., Шохнин В.В. Генерация хаотических колебаний в экспериментальной схеме трех каскадно связанных фазовых систем // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2007. № 2.
6. «Способ генерирования широкополосных свч хаотических сигналов и генератор широкополосных свч хаотических сигналов», Н03В29/00, 12.04.2005, пат. RU 2327278 С2.
7. «Способ передачи информации с помощью хаотических сигналов», Н04К1/00, Н04Л9/00, Н04В1/02, 06.10.2000, пат. RU 2185032 С2.
8. Дмитриев А.С., Широков М.Е. "Выбор генератора для прямохаотической системы связи Радиотехника и электроника, 2004, т. 49, №7, с. 840-849.