

## СПОСОБЫ СКРЫТОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ХАОТИЧЕСКОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

О.И. МОСКАЛЕНКО<sup>1,2</sup>, А.А. КОРОНОВСКИЙ<sup>1,2</sup>, А.С. ПАВЛОВ<sup>1</sup>,  
Н.С. ФРОЛОВ<sup>1</sup>, А.Е. ХРАМОВ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»  
ул. Астраханская, 83, г. Саратов, 410012, Российская Федерация  
o.i.moskalenko@gmail.com

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
ул. Политехническая, 77, г. Саратов, 410054, Российская Федерация  
hramovae@gmail.com

Представлен обзор результатов по использованию хаотической синхронизации для скрытой передачи информации. Рассмотрены способы скрытой передачи данных на основе различных типов синхронного поведения (полной, фазовой, обобщенной синхронизации и т.д.) и обсуждены их достоинства и недостатки по сравнению друг с другом. Намечены пути дальнейшего совершенствования этих способов передачи информации с целью устранения имеющихся недостатков.

*Ключевые слова:* динамический хаос, хаотическая синхронизация, скрытая передача информации, обобщенная синхронизация, генератор хаоса, шум.

Одним из наиболее важных практических приложений хаотической синхронизации является ее применение для скрытой передачи информации [1,2]. Эта проблема берет свое начало еще с 1992 года и остается актуальной до сих пор, свидетельством чего служит непрерывный рост числа научных публикаций по данной тематике. Интерес к этой проблеме обусловлен, прежде всего, тем, что все известные до настоящего времени способы и устройства скрытой коммуникации обладают рядом принципиальных недостатков и трудностей при технической реализации, основными из которых являются низкая устойчивость к шумам, требование высокой степени идентичности к генераторам, располагающимся на различных сторонах канала связи, проблемы конфиденциальности (более детально см. обзор [2]). В последнее время появились попытки разработки способов скрытой передачи информации, лишенных в той или иной мере всех вышеперечисленных недостатков. В то же самое время, совершенствование этих способов продолжается и по сей день.

В настоящем докладе представлен обзор последних работ, посвященных использованию хаотической синхронизации для скрытой передачи информации. Рассмотрены способы скрытой передачи данных на основе полной [1], фазовой [3] и обобщенной [4,5] синхронизации, а также использующие несколько типов синхронного поведения одновременно [4,6]. Путем численного моделирования проведен сравнительный анализ вышеперечисленных способов скрытой коммуникации. Показано, что среди рассмотренных способов наиболее эффективным оказывается способ передачи информации на основе обобщенной синхронизации [5], а также его возможные модификации [7,8], направленные на повышение конфиденциальности передачи данных путем изменения характеристик передаваемого сигнала при помощи дополнительного генератора шума. В то же самое время, и эти способы не свободны от недостатков. В частности, все они по-прежнему характеризуются нестабильностью работы при неидентичности параметров генераторов, однако в отличие от других известных способов передачи информации

изначально идентичные хаотические генераторы в них располагаются на одной стороне канала связи, что позволяет осуществлять их юстировку.

Юстировка генераторов хаотических колебаний оказывается не всегда возможной. Более того, эта проблема усугубляется в процессе длительной эксплуатации устройств, что делает способы [5,7,8] неработоспособными в долгосрочной перспективе. В то же самое время, режим обобщенной синхронизации может наблюдаться не только в случае воздействия хаотического сигнала на хаотические генераторы, но и при воздействии того же хаотического сигнала на генераторы периодических колебаний [9]. Разработка идентичных генераторов периодических колебаний является менее сложной задачей, чем реализация хаотических генераторов. Более того, в данном случае нестабильность работы генераторов при неидентичности параметров выражена намного меньше, чем в случае использования генераторов хаоса, что сделает подобную схему стабильной и работоспособной в течение длительного времени. При этом качество передачи информации будет более высоким.

На основании вышесказанных аргументов предложена модификация способа передачи информации на основе обобщенной синхронизации путем замены хаотических генераторов принимающего устройства на аналогичные генераторы периодических колебаний. Эффективность способа проверена путем численного моделирования при использовании систем Ресслера и низковольтных виркаторов в качестве генераторов передающего и принимающего устройств. Показано, что в обоих случаях способ работает эффективно, при этом его устойчивость к шумам оказывается выше, чем при использовании генераторов хаоса в принимающем устройстве.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-02-33071) и Совета по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук (МД-345.2013.2).

#### Список литературы

1. *Дмитриев А.С., Панас А.Н.* Динамический хаос. Новые носители информации для систем связи. М.: Физматлит, 2002.
2. *Короновский А.А., Москаленко О.И., Храмов А.Е.* // Успехи физических наук. 2009. Т. 179, № 12. С. 1281-1310.
3. *Chen J.Y., Wong K.W., Cheng L.M. et al.* // CHAOS. 2003. V. 13, № 2. P. 508-514.
4. *Terry J.R., VanWiggeren G.D.* // Chaos, Solitons and Fractals. 2001. V. 12. P. 145-152.
5. *Короновский А.А., Москаленко О.И., Попов П.В., Храмов А.Е.* // Изв. РАН. Сер. физическая. 2008. Т. 72, № 1. С. 143-147.
6. *Murali K., Lakshmanan M.* // Phys. Lett. A. 1998. V. 241. P. 303-310.
7. *Moskalenko O.I., Koronovskii A.A., Hramov A.E.* // Phys. Lett. A. 2010. V. 374. P. 2925-2931.
8. *Короновский А.А., Москаленко О.И., Храмов А.Е.* // Журнал технической физики. 2010. Т. 80, № 4. С. 1-8.
9. *Короновский А.А., Москаленко О.И., Павлов А.С., Фролов Н.С., Храмов А.Е.* // Журнал технической физики. 2014. Т. 84, № 5. С. 1-8.