

вую роль в формировании синхронного хаотического отклика при синхронизации хаотических систем.

3.2. Синхронизация лабиринтных систем. Один из довольно эффективных способов синхронизации лабиринтных систем был предложен в [4]. Рассмотренный там способ основывался на возможности запоминания и последующего учета в «ведомой» системе временных интервалов, при изменении (манипуляции) параметров лабиринтной системы $b = b(S, t)$.

Сами же способы реализации генераторов лабиринтного хаоса Томаса ограничиваются сегодня не только такой элементной базой, как вышеупомянутые ПЛИС класса FPGA (по крайней мере, до тех пор, пока речь не заходит о жестких требованиях по возможности прецизионного исполнения генераторов). Так, в частности, в работе (3) была показана возможность построения генератора лабиринтного хаоса на базе микроконтроллера STM32F107. Судя по представленным там результатам эксперимента, характеристики построенного авторами генератора полностью удовлетворяют возможности использования последнего в качестве стабильного (в известном [1] смысле) генератора несущего хаотического сигнала, а значит удовлетворяют и для реализации методов CLM-модуляции.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

В докладе изложен ряд теоретических и практических аспектов, касающихся разработки и исследования новых методов хаотической модуляции – CLM-модуляции. В первой части доклада рассмотрены общие вопросы хаотической модуляции сигналов. Особое внимание уделено принципиальным различиям между прямыми и косвенными методами хаотической модуляции сигналов. Показано, что в первом случае (прямые методы) речь идет о воздействии на параметры хаотических осцилляторов в традиционном смысле, а во втором (косвенные методы) реализуется аддитивное подмешивание полезного информационного сигнала в несущий хаотический сигнал. Во второй (основной) части доклада рассмотрены ключевые проблемные вопросы, связанные с различными способами построения радиофизических систем обмена информацией, использующих методы CLM-модуляции. Основной акцент сделан на создание прецизионных генераторов «лабиринтного» хаоса Томаса, без которых не возможно достичь качественных способов передачи и приема информации с использованием методов CLM-модуляции.

Продолжается разработка и исследование модифицированных моделей осциллятора Томаса, обладающих улучшенными спектральными характеристиками по сравнению с классической моделью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дмитриев А.С., Ефремова Е.В., Максимов Н.А., Панас А.И.* Генерация хаоса / Под общ. ред. Дмитриева А.С. – М.: Техносфера, 2012. – 424 с.
2. *Спротт Дж. К.* Элегантный хаос: алгебраически простые хаотические потоки. – М.: Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. – 328 с.
3. *Gotthans T., Petrzela J.* Experimental Study of the Sampled Labyrinth Chaos. *Radioengineering*, Vol. 20, No. 4, 2011. pp. 873-879.
4. *Ke Ding, Qing-Long Han.* Chaotic synchronization of labyrinth systems. 49th IEEE Conference on Decision and Control. December 15-17, Atlanta, GA, USA, 2010. pp. 7712-7717.
5. *Peitgen H.-O., Jürgens H., Saupe D.* Chaos and Fractals. *New Frontiers of Science*. Springer-Verlag New York, 2004. – P. 864.
6. *Savkin L.V.* Analysis of the methods of implementation of the precision chaos generators. Dynamics, Bifurcation, and Chaos 2016 (DBC III). International Conference-School of Lobachevsky University. July 18 – 22, 2016. Book of abstracts. Nizhny Novgorod, 2016. pp. 36.
7. *Sprott J.C., Chlouverakis K.S.* Labyrinth Chaos. *International Journal of Bifurcation and Chaos, Appl. Sci. Eng.*, Vol. 17, No. 6, 2007. pp. 2097-2108.