

Сверх- и гиперширокополосная относительная передача информации на основе хаотических радиоимпульсов

А. С. Дмитриев¹, Т. И. Мохсени¹, К. М. Сьерра-Теран²

¹Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН

Россия, 125009 Москва, ул. Моховая, 11, стр. 7

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Россия, 141700 Долгопрудный Московской обл., Институтский пер., 9

E-mail: chaos@cplire.ru, mokhseni@gmail.com, serra@phystech.edu

Поступила в редакцию 2.08.2018; принята к публикации 17.08.2018

Тема и цель исследования. Схема с относительной передачей информации, использующая в качестве носителя хаотические сигналы - DCSK (Differential Chaos Shift Keying) была предложена как альтернатива системам с применением хаотической синхронизации. Она устойчива к шумам и возмущениям на уровне классических систем передачи с регулярными сигналами. Однако практическая реализация беспроводных систем связи на ее основе осложняется необходимостью использования линий задержек большой длительности. В работе рассмотрена схема относительной передачи данных, использующая в качестве носителя информации хаотические импульсы. Схема содержит элементы задержки только с малой длительностью, что упрощает практическую реализацию схемы в микроволновом диапазоне частот по сравнению с известными аналогами.

Методы. Проведено компьютерное моделирование предложенной схемы в среде Matlab.

Модель описывается системой дифференциально-разностных уравнений. Переменные системы уравнений представляют собой сигнал в различных точках схемы при передаче информации. Даны аналитические оценки помехоустойчивости в каналах с белым шумом и ее зависимость от базы несущего сигнала. **Результаты.** Показано, что при малых базах сигнала схема подвержена воздействию собственных шумов, которые затрудняют ее работу даже при отсутствии внешних шумов. Однако ее эффективность резко возрастает при использовании сверхширокополосных и гиперширокополосных хаотических сигналов с большой базой вплоть до 106. При таких значениях базы устойчивый прием передаваемых импульсов может быть обеспечен из-под шумов даже при отношении сигнал/шум порядка -20 dB. **Обсуждение.** Анализ полученных результатов показывает, что в предложенной относительной схеме передачи с использованием в качестве носителя информации хаотических радиоимпульсов отсутствует проблема с необходимостью использования задержек большой длительности, которая является критической для схемы DCSK. В рассмотренной схеме используются задержки только с малой длительностью. Это обстоятельство радикально упрощает практическую реализацию схемы в микроволновом диапазоне частот.

Ключевые слова: система связи, хаотический радиоимпульс, сверхширокополосный сигнал, гиперширокополосный сигнал, относительный прием, корреляция.

<https://doi.org/10.18500/0869-6632-2018-26-4-59-74>

Образец цитирования: Дмитриев А.С., Мохсени Т.И., Сьерра-Теран К.М. Сверх- и гипер-широкополосная относительная передача информации на основе хаотических радиоимпульсов // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2018. Т. 26, No 4. С. 59–74. <https://doi.org/10.18500/0869-6632-2018-26-4-59-74>

**Differentially coherent information transmission
based on chaotic radio pulses**

A.S. Dmitriev¹, T.I. Mokhseni¹, C.M. Sierra-Teran²

¹Kotelnikov Institute of Radioengineering and Electronics of RAS
11–7, Mokhovaya, 125009 Moscow, Russia

²Moscow Institute of Physics and Technology
9, Institutskiy pereulok, 141700 Dolgoprudny, Moscow Region, Russia
E-mail: chaos@cplire.ru, mokhseni@gmail.com, serra@phystech.edu

Received 2.08.2018; accepted for publication 17.08.2018

Subject of the study. Differentially coherent information transmission scheme using chaotic signals as carriers - DCSK (Differential Chaos Shift Keying) was proposed as an alternative to communication systems based on chaotic synchronization. It is resistant to noise and other disturbances at the same level as classic transmission systems based on regular signals. However the requirement of using long time delay lines makes difficult practical implementation of wireless communication systems based on DCSK. A differentially coherent data transmission scheme using chaotic signals as information carriers is considered in the given paper. The scheme includes delay elements only with short duration, which simplifies its practical implementation in microwave frequency ranges in comparison with known analogs. **Methods.** Computer based simulation of the transmission process was carried out in Matlab environment. Simulation model is described by a system of differential-difference equations. The variables of the system of equations represent the signal at various points of the circuit during the transmission of information. Analytical estimation of noise immunity for channels with white noise and of noise immunity as the function of processing gain are given. **Results.** It is shown that for small values of processing gain the scheme is affected by its own noise, which complicates its operation even in the absence of external noise. However, its efficiency dramatically increases with the use of ultra-wideband and hyper-wideband signals with big processing gain up-to 106. At such processing gain values stable reception of transmitted pulses can be provided from under noise even with signal-to-noise ratio around -20 dB. **Discussion.** An analysis of the results shows that in the proposed differentially-coherent transmission scheme based on chaotic radio pulses as

information carriers there is no problem with the requirement of using long-duration delays, which is critical for DCSK-based scheme. In the considered scheme only short durations delays are used. This radically simplifies practical realization of the scheme in microwave frequency ranges.

Keywords: communication system, chaotic radio pulse, ultra-wideband signal, hyper-wideband signal, differentially coherent detection, correlation.

<https://doi.org/10.18500/0869-6632-2018-26-4-59-74>

Reference: Dmitriev A.S., Mokhseni T.I., Sierra-Teran C.M. Differentially coherent information transmission based on chaotic radio pulses. *Izvestiya VUZ, Applied Nonlinear Dynamics*, 2018, vol. 26, iss. 4, pp. 59–74.

<https://doi.org/10.18500/0869-6632-2018-26-4-59-74>