

Эквализация оптического сигнала в дисперсионной оптической линии связи с помощью синтетической фотонной решетки

А.В. Паньков^{1,*}, О.С. Сидельников¹, И.Д. Ватник¹, А.А. Сухоруков², Д.В. Чуркин¹

¹*Новосибирский государственный университет*

²*Nonlinear Physics Centre, Research School of Physics, Australian National University, Canberra, ACT 2601, Australia*

*E-mail: dabrdadub@mail.ru

DOI: 10.31868/RFL2020.132-133

На сегодняшний день наблюдается экспоненциальный рост объемов интернет-трафика, в то же время современные волоконно-оптические линии связи уже приближаются к пределу своей пропускной способности [1]. Приобретающим популярность способом увеличения пропускной способности является пост-обработка оцифрованного сигнала с помощью методов машинного обучения, в том числе с помощью искусственных нейронных сетей [2]. Основной проблемой в этих методах является увеличение скорости обработки, поскольку для применений необходимо обрабатывать сигнал в режиме реального времени. С другой стороны, реализация нейронной сети не обязательно должна быть программной – обработка информации может происходить непосредственно в оптическом диапазоне с помощью управления оптическими импульсами.

В данной работе изучается возможность эквализации сигнала в оптической линии связи с помощью полностью оптической обработки с использованием оптической нейронной сети на основе синтетической фотонной решетки (СФР) – системы, состоящей из двух оптоволоконных колец различной длины, соединенных оптоволоконным делителем. Из-за разницы в длине петель импульс, помещенный в одну из них, создает последовательность импульсов в каждой из петель, которые интерферируют при каждом обороте, тем самым создавая комплексную картину эволюции, которая управляется с помощью контроля набега фаз и введения управляемого усиления или затухания в петлях [3]. Нами было показано, что подбор параметров СФР для получения заданной эволюции сигнала можно производить методами, аналогичными методам построения искусственных нейронных сетей. При этом нейронная сеть на основе СФР работает с временной последовательностью оптических сигналов в волокне, что делает возможным использование этого вида искусственной нейронной сети для обработки телекоммуникационного сигнала.

В данной работе мы исследуем процесс компенсации дисперсионного уширения импульсов в линейном оптическом канале с затуханием и дисперсией с помощью синтетической фотонной решетки. Эквализация сигнала в таком случае производится линейным преобразованием временной последовательности импульсов. Такое преобразование может быть реализовано в оптоволоконной системе с помощью СФР при правильном подборе ее параметров.

Мы использовали линейное уравнение Шредингера для моделирования распространения сигнала с модуляцией 16-QAM в оптической линии длиной 100 км. Полученный в результате искаженный сигнал подавался на вход синтетической фотонной решетки, и производилось моделирование эволюции последовательности импульсов в процессе их циркуляции внутри СФР. При этом подбирались такие параметры синтетической фотонной решетки, чтобы после некоторого числа ее обходов на выходе из решетки воспроизводился сигнал,

наиболее близкий к исходному, т.е. сигналу в начале оптической линии. Подбор параметров производился методом градиентного спуска.

Качество восстановления сигнала определялось по диаграммам сигнальных созвездий (рис. 1) в комплексной плоскости. Пост-обработка сигнала с помощью СФР позволила видоизменить сигнальное созвездие, приблизив его к начальному прямоугольному распределению. Однако качественное восстановление сигнала не достигается. Это может быть связано особенностями реализации синтетической фотонной решетки – а именно циркулированию энергии между короткой и длинной петлей, что затрудняет подбор необходимых параметров СФР.

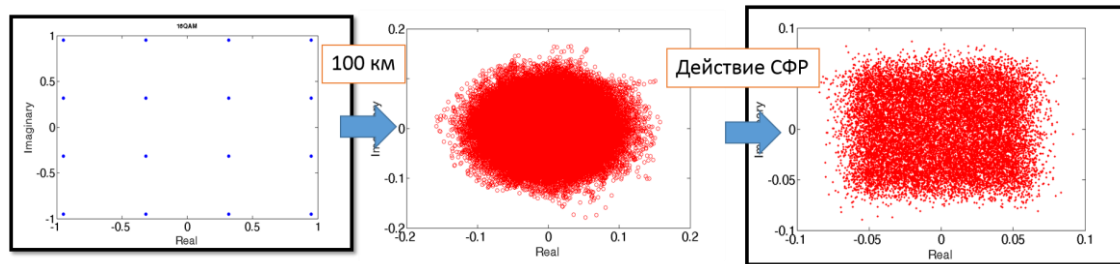


Рис. 1. Диаграммы сигнального созвездия: слева – для исходного сигнала, в центре – после прохождения дисперсионной линии с затуханием, справа – после обработки с помощью синтетической фотонной решетки.

Работа выполнена в рамках государственного задания FSUS-2020-0034.

Литература

- [1] R. Tkach, *Bell Labs Tech. J.* **14**, 3–9 (2010)
- [2] O. Sidelnikov, A. Redyuk, and S. Sygletos, *Opt. Express* **26**, 32765 (2018)
- [3] A. V. Pankov, et. al. *Sci. Rep.* **9**, 3464 (2019)