

# Особенности построения системы передачи данных с использованием оптических солитонных импульсов

М.А. Шевченко<sup>1</sup>, Е.И. Андреева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Большевикова, 22, корп. 1, Санкт-Петербург, Россия, 193232

## Аннотация

Проведен анализ параметров высокоскоростной системы передачи информации с использованием солитонов с управлением дисперсией. Показано, что качество передачи информации может быть повышено выбором точки ввода-вывода символьной последовательности на дисперсионной карте.

## Ключевые слова

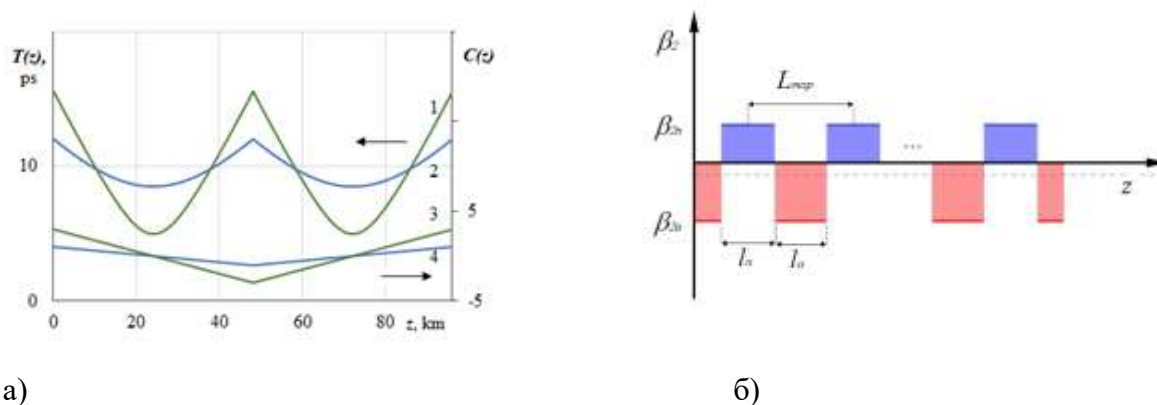
Волоконно-оптические линии связи, оптические солитоны, дисперсия, нелинейные эффекты

## 1. Введение

Солитонные системы передачи информации отличаются высокой надежностью передачи информации. Однако в реальных световодах удается реализовать солитонный режим при определенных приближениях. В зависимости от конкретной задачи используются различные варианты солитоноподобного режима. Классический режим фундаментального солитона обеспечивает высокую скорость в канале передачи, однако требует сравнительно высокой пиковой мощности символьных импульсов. Применение спектрального уплотнения затруднено эффектом взаимодействия солитонов. Солитонный режим с управлением потерями подходит для систем с большой длиной пролета, но имеет ограничения на длительности символьных импульсов. Для высокоскоростных систем со спектральным уплотнением целесообразно использовать солитонный режим с управлением дисперсией. Отличительной особенностью этого режима является низкий пороговый уровень формирования солитонов в волоконном световоде, что гарантирует низкий уровень межканальных помех. Солитон формируется как усредненный по большой длине проявления нелинейности. Для реализации этого режима используется топология дисперсионной карты (рисунок 1б) с чередующимися сегментами с дисперсией  $\beta_2$  противоположных знаков. На длине сегмента параметры солитонного импульса, такие, как длительность импульса  $T(z)$ , частотный чирп  $C(z)$ , испытывают периодические изменения, сохраняя свои значения  $T_0$  и  $C_0$  на границе сегментов (рисунок 1а).

Параметры дисперсионной карты в значительной степени определяют скорость передачи данных. Однако, при заданных параметрах дисперсионной карты можно подобрать параметры символьного импульса (рисунок 2), обеспечивающие более высокую скорость и надежность в системе. Для этого используется дифференциальная дисперсионная карта, дающая возможность ввода-вывода данных в средней точке сегмента, так называемой точке нулевого чирпа, где длительность импульса принимает минимальное значение.

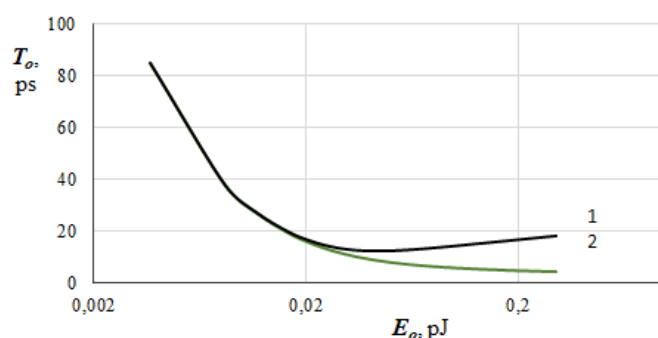
Как показало численное моделирование в программе OptiSystem, при начальном значении  $C_0 = 1$  и вводе в середину сегмента с аномальной дисперсией  $\beta_2$  величина Q-параметра увеличивается в 3 раза. Величина Q-параметра в свою очередь определяет отношение сигнал-шум на выходе линии:  $SNR \sim Q^2$ . Повышение начальной энергии  $E_0$  импульса и соответственно увеличение  $C_0 = 3$  дополнительно повышает Q-параметр. Однако дальнейшее повышение этих значений уже приводит к снижению величины Q-параметра, так как значительно увеличивается длительность импульсов на границе сегментов и взаимодействие солитонов.



а)

б)

**Рисунок 1:** Пространственная динамика изменения длительности  $T(z)$  (1-2) солитонного импульса и чирпа  $C(z)$  (3-4) при  $C_0 = 1$  (1, 3) и  $C_0 = 3$  (2, 4) (а) на периоде дисперсионной карты  $l_o=l_n=48$ км, с дисперсией  $|\beta_2| \cong 3$  пс<sup>2</sup>/км (б)



**Рисунок 2:** Зависимость длительности импульса  $T_o$  на границе сегментов разной дисперсии (1) и длительности  $T_{min}$  (2) в середине сегмента от начальной энергии  $E_o$  солитонного импульса

## 2. Заключение

Проведено численное моделирование волоконно-оптической системы передачи данных с помощью оптических солитонов. Показано, что при построении системы с дисперсионной картой, предполагающей ввод-вывод спектрально-ограниченных импульсов, качество передачи данных повышается. Можно выбрать оптимальные параметры такой системы.

## 3. Литература

- [1] Kivshar, Y.S. Optical Solitons. From fibers to Photonic Crystals / Y.S. Kivshar, G.P. Agrawal // The Institute of Optics University of Rochester. – New York, USA: Academic Press, 2003.
- [2] Andreeva, E.I. Properties of temporary optical solitons in optical fibers and the possibility of their use in telecommunications. Part. 1 / E.I. Andreeva, M.S. Bylina, S.F. Glagolev, P. Chaimardanov // Proceedings of Telecommunication Universities. – 2018. – Vol. 4(1). – P. 5-12.
- [3] Shcherbakov, A.S. Performance Data of Lengthy-Span Soliton Transmission System / A.S. Shcherbakov, E.I. Andreeva // Optical Fiber Technology. – 1996. – Vol. 2. – P. 127.
- [4] Tarasenko, M.Yu. Features of use direct and external modulation in fiber optical simulators of a false target for testing radar station / M.Yu. Tarasenko, V.A. Lenets, K.Yu. Malanin, N.V. Akulich, V.V. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 1038(1). – P. 012035.