

# АНАЛІЗ СПЕКТРАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СОЛІТОННИХ ЕФЕКТИВНОСТІ СОЛІТОННИХ ВОЛЗ НА ОСНОВІ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНИХ ВОЛОКОН

Абіх І.В.

Науковий керівник – к. т. н., доц. Колтун Ю.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. «Інформаційно-мережна інженерія»,  
тел. (057) 702-14-29; e-mail: [iryana.abikh@nure.ua](mailto:iryana.abikh@nure.ua))

The most important factors that affect throughput and communication range in modern fiber optic lines are the presence of nonlinear effects the fibers. One method of reducing the effects of nonlinear effects, and namely: increasing the ratio of the data transfer rate to the width spectral channel with an increase in signal power or spectral efficiency, is the use of solitons as pulses, carrying information. This report is devoted to the analysis of spectral the efficiency of soliton fiber based on photonic crystal fibers, what is the actual task.

Сьогодні основною тенденцією розвитку телекомунікацій є постійне збільшення обсягів інформації, що передається. Це викликане постійно зростаючою кількістю додатків і послуг, які задовольняють концепції «Triple-Play Services». Ця концепція відображає обмін інформацією, що подається в трьох видах: мова, дані і відео, а надання такого роду послуг вимагає високої якості, великої пропускної здатності і дальності зв'язку. Виконання цих вимог можуть забезпечити волоконно-оптичні лінії зв'язку (ВОЛЗ).

У цьому аспекті важливо розуміти фізичні процеси і закономірності, що виникають у процесі поширення сигналів в оптичному волокні (ОВ). Зокрема факторами, що впливають на пропускну здатність і дальність зв'язку в сучасних ВОЛЗ є наявність лінійних і нелінійних ефектів у ОВ. Якщо для зменшення лінійних спотворень в ОВ, що викликані оптичними втратами і дисперсійними впливами, вже існують практичні методи на основі ербійових підсилювачів і компенсаторів дисперсії, то для зменшення нелінійних ефектів таких методів немає, а їх створення і дослідження є актуальною задачею [1].

Одним з методів зменшення впливу нелінійних ефектів, а саме: підвищення параметра відношення швидкості передачі даних до ширини спектрального каналу у разі зростання потужності сигналу або спектральної ефективності є використання солітонів, в якості імпульсів, що переносять інформацію [2]. Такий імпульс утворюється за рахунок взаємної компенсації дисперсії і нелінійності, що робить його більш стійким для передачі інформації у нелінійному середовищі ОВ.

У доповіді аналізується спектральна ефективність солітонних ВОЛЗ на основі фотонно-кристалічних волокон (ФКВ). Такі ОВ являють собою мікроструктурні або дірчасті волокна, в яких головною складовою є

фотонні кристали (ФК) – неоднорідні діелектрики з періодичною варіацією коефіцієнта рефракції. Особливістю ФК є наявність фотонної забороненої зони, тобто діапазону частот, в межах якого світло не може проникати крізь його структуру [3].

Для опису поширення електромагнітної хвилі по ФКВ було використане узагальнене нелінійне рівняння Шредінгера [1, 2]:

$$\frac{\partial A}{\partial z} = -\frac{\beta_2}{2} \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} + i\gamma |A|^2 A + iN(z,t),$$

де  $A(z, t)$  – комплексна обвідна амплітуди поля;  $t$  – час;  $z$  – відстань уздовж ОВ;  $\beta_2$  - параметр хроматичної дисперсії,  $\gamma$  – параметр нелінійності. Член рівняння  $N(z, t)$  описує генерацію шуму, що виникає внаслідок оптично підсиленої спонтанної емісії [2].

Проведений аналіз показав, що в області високих значень відношення сигнал/шум (SNR) солітонні ВОЛЗ, що використовують ФКВ, мають велике значення спектральної ефективності. Зазначено, що при одному і тому ж значенні спектральної ефективності можлива передача сигналу на великі відстані в порівнянні з передачею по ВОЛЗ, які організовані на стандартному ОВ.

Також були проаналізовані основні ефекти, які обмежують зростання спектральної ефективності солітонних ВОЛЗ, такі як ефекти Гордона-Хауса і Гордона-Молленауера, що проявляються у випадковому відхиленні положення центру імпульсу і його фази відповідно від початкового значення.

Таким чином, в доповіді наведені принципові можливості солітонних ВОЛЗ, проведене їх порівняння з традиційними оптичними лініями, проаналізовані причини зменшення спектральної ефективності у разі зростання відношення сигнал/шум.

Список джерел

1. Юшко О.В. Солитонные линии связи на основе спектрально-эффективных форматов модуляции / О.В. Юшко, А.А. Редюк // «Квантовая электроника». – 2014. – №6. – С. 606 – 611.

2. Юшко О.В. Математическое моделирование солитонных волоконно-оптических линий связи / О.В. Юшко, А.А. Редюк, М.П. Федорук, С.К. Турицын // Материалы Российского семинара по волоконным лазерам. – 2014. – С. 107 - 108

3. Абдурахман А. Использование фотонно-кристаллического волокна в телекоммуникационных системах / А. Абдурахман // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – № 3/2 (29). – С. 62 – 67.