

0.1. Сидельников О.С., Сиглетос С., Турицын С.К., Федорук М.П., Феррейра Ф. Численное моделирование многомодовых оптоволоконных линий связи

В настоящее время разработка систем связи, основанных на многомодовых волокнах, рассматривается в качестве перспективного пути для увеличения пропускной способности. Однако при передаче данных на большие расстояния с помощью многомодового волокна возникает проблема выравнивания сигнала при его детектировании в приемнике. Сигналы, передаваемые по разным модам волокна, движутся с разными скоростями, и поэтому перед детектированием сигнала в приемнике эквалайзер должен принимать и хранить сигналы более быстрых мод, пока не придет сигнал самой медленной. Существует два подхода снижения дифференциальной групповой задержки (differential group delay, DGD) волокна для уменьшения требований к объему памяти для эквалайзера ММО. Это волокна с низким DGD и волокна с компенсированным DGD, состоящие из чередующихся сегментов с DGD противоположных знаков.

В работе рассмотрены два важных случая распространения сигнала в многомодовых волокнах, представляющие практический интерес, — режимы слабой и сильной связи. В случае слабой связи мод нелинейное распространение сигнала вдоль одной моды многомодового волокна описывается следующим уравнением Манакова [1]:

$$\frac{\partial \bar{A}_p}{\partial z} + i \langle \delta\beta_{0p} \rangle \bar{A}_p + \langle \delta\beta_{1p} \rangle \frac{\partial \bar{A}_p}{\partial t} + i \frac{\beta_{2p}}{2} \frac{\partial^2 \bar{A}_p}{\partial t^2} = i\gamma \left(f_{pppp} \frac{8}{9} |\bar{A}_p|^2 + \sum_{m \neq p} f_{mmp} \frac{4}{3} |\bar{A}_m|^2 \right) \bar{A}_p.$$

В режиме сильной связи уравнение распространения принимает следующий вид [2]:

$$\frac{\partial \mathcal{A}}{\partial z} + \frac{1}{v} \frac{\partial \mathcal{A}}{\partial t} + i \frac{\bar{\beta}_2}{2} \frac{\partial^2 \mathcal{A}}{\partial t^2} = i\gamma \kappa |\mathcal{A}|^2 \mathcal{A},$$

где

$$\kappa = \sum_{k \leq l}^M \frac{32}{2^{\delta_{kl}}} \frac{f_{kkll}}{6M(2M+1)}.$$

В работе исследуется процесс распространения электромагнитного излучения в многомодовых волокнах. Целью работы является оптимизация конфигурации систем цифровой связи, основанных на многомодовом волокне с низким DGD и волокне с компенсированным DGD, для уменьшения величины вектора ошибки в зависимости от количества распространяющихся мод, режима связи мод и типа модуляции.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (грант No. 14.578.21.0029).

Список литературы

- [1] MUMTAZ S., ESSIAMBRE R., AGRAWAL G.P. Nonlinear Propagation in Multimode and Multicore Fibers: Generalization of the Manakov Equations // J.Lightwave Technol. — 2013. — Vol. 31, No. 3, P. 398–406.
- [2] MECOZZI A., ANTONELLI C., SHTAIF M. Nonlinear propagation in multi-mode fibers in the strong coupling regime // Opt. Express. — 2012. — Vol. 20, No. 11, P. 11673–11678.