

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра лазерной физики и спектроскопии

БЕЛАШ
Кирилл Владимирович

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ
МОДУЛЯТОРОВ В ВОЛОКОННЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Дипломная работа

Научный руководитель:
доктор физико-математических наук,
доцент А.В. Новицкий

Допущена к защите
" ____ " _____ 2019 г.

Зав. кафедрой
лазерной физики и спектроскопии
профессор

_____ А.Л. Толстик

Минск, 2019

Реферат

Общий объем работы 47 страниц, 19 рисунков, 1 таблица, 8 источников. ПОЛНОСТЬЮ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ, ОПТИЧЕСКИЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ, ТЕРМООПТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА, ВОЛНОВОДЫ, УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ, КОНЕЧНО-РАЗНОСТНЫЕ МЕТОДЫ.

Объектом исследования в данной работе являются термооптические модуляторы.

Целью работы является разработка инструмента для численного анализа и оптимизации термооптических модуляторов и переключателей в волоконных системах связи.

На языке программирования Python разработано расширение программного пакета VPIModeDesigner, позволяющего проводить численный анализ мод волноводных структур. Добавлены тепловые характеристики материалов: коэффициент теплопроводности и линейный термооптический коэффициент. Добавлена возможность создания нагревателей и теплоотводов. Реализован алгоритм решения уравнения теплопроводности в композитных материалах с анизотропными компонентами.

Разработанное расширение позволяет создавать волноводные структуры в поперечном сечении с произвольной конфигурацией нагревателей, рассчитывать статическое распределение температуры в устройстве, тепловые скачки фаз, постоянных распространения и эффективных показателей преломления мод. На примере фазового модулятора для термооптического переключателя на интерферометре Маха-Цендера показана возможность решения задач оптимизации с заданными устройствами. Исследовано влияние термооптического эффекта на TE-моду направленного ответвителя, являющуюся суперпозицией первых двух фундаментальных мод.

Полученный инструмент может быть применен для моделирования и оптимизации волоконных систем связи с защитными каналами в исследовательских целях, а также с целью уменьшения стоимости разработки реальных оптических сетей.

Литература

- [1] F. Testa, Optical Switching in next Generation Data Centers. New York, NY: Springer Science + Business Media, 2017.
- [2] T. S. El-Bawab, Optical Switching. New York, London: Springer, 2005.
- [3] J. Nagel, Solving the Generalized Poisson Equation Using the Finite Difference Method (FDM), Lecture Notes, Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Utah, 2011.
- [4] A. Yariv, P. Yeh Optical Waves in Crystals: Propagation and Control of Laser Radiation. Wiley Series in Pure and Applied Optics, 2002.
- [5] Pereda, Jose A., Angel Vegas, and Andres Prieto. “An Improved Compact 2D Full-Wave FDFD Method for General Guided Wave Structures.” *Microwave and Optical Technology Letters* 38, no. 4 (August 20, 2003): 331–35.
- [6] Soldano, L.B., and E.C.M. Pennings. “Optical Multi-Mode Interference Devices Based on Self-Imaging: Principles and Applications.” *Journal of Lightwave Technology* 13, no. 4 (April 1995): 615–27.
- [7] Pisal, Amit, and Rabinder Henry. “Thermo-Optic Switch: Device Structure and Design.” In 2016 2nd International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB), 292–95. Chennai, India: IEEE, 2016.
- [8] Song, Junfeng, Xianshu Luo, Xiaoguang Tu, Lianxi Jia, Qing Fang, Tsung-Yang Liow, Mingbin Yu, and Guo-Qiang Lo. “On-Chip Quasi-Digital

Optical Switch Using Silicon Microring Resonator-Coupled Mach-Zehnder Interferometer.” *Optics Express* 21, no. 10 (May 20, 2013): 12767.