

УДК 621.373.826:539.122

## МОДЕЛЮВАННЯ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНОГО ХВИЛЕВОДУ

Кульбашник М.О.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є.М.  
Харківський національний університет радіоелектроніки каф. ФОЕТ,  
м. Харків, Україна

e-mail: [mykyta.kulbashnyk@nure.ua](mailto:mykyta.kulbashnyk@nure.ua)

The purpose of this work is to explain the principles and methodologies for numerical modeling of photonic crystal waveguides. It explores the fundamental properties, design considerations, and modeling techniques needed to understand and optimize the behavior of light in these nanostructured waveguides and different waveguide bends. Operation characteristics of the photonic crystal waveguide bend have been numerically calculated within the framework of two-dimensional model.

Фотонні кристали та структури на їхній основі є важливим об'єктом досліджень у сучасній оптиці та фотоніці. Вони відкривають нові можливості для створення різноманітних функціональних пристроїв завдяки унікальним фізичним властивостям [1-2].

Одним з базових пристроїв, що будуються на основі фотонних кристалів, є фотонно-кристалічні хвилеводи [3-5]. Вони мають численні переваги порівняно зі звичайними оптичними хвилеводами, такими, як діелектричні хвилеводи та різноманітні оптичні волокна. Зокрема, фотонно-кристалічні хвилеводи дозволяють реалізувати різкі вигини без значних втрат потужності сигналів. Це відкриває шлях до розробки компактних інтегрованих оптичних пристроїв.

Однак дослідження фотонно-кристалічних хвилеводів переважно проводиться чисельними методами через їхню доволі складну структуру та певні фізичні властивості. Тому важливою задачею є розробка достовірних моделей, які дозволять визначати експлуатаційні характеристики цих пристроїв. Розвиток таких моделей є ключовим для розуміння та оптимізації властивостей фотонно-кристалічних хвилеводів та для їхнього успішного впровадження в різноманітні застосування в області оптики та фотоніки.

У даній роботі розроблена двовимірною комп'ютерна модель фотонно-кристалічного хвилеводу з вигином. Структура оболонки хвилеводу складається з фотонного кристалу з квадратною коміркою періодичності. На рис. 1 представлена конфігурація структури, де показано напрямок подачі сигналу. Фотонний кристал складається з діелектричних циліндрів, розташованих у вакуумі.

Використовуваний пакет дозволяє створювати фотонні кристали з різноманітною конфігурацією, що дає можливість моделювати волноводні структури та визначати їхні властивості з урахуванням вигинів та неоднорідностей. Розроблена модель дозволяє отримувати основні

експлуатаційні характеристики різноманітних конфігурацій фотонно-кристалічних хвилеводів.

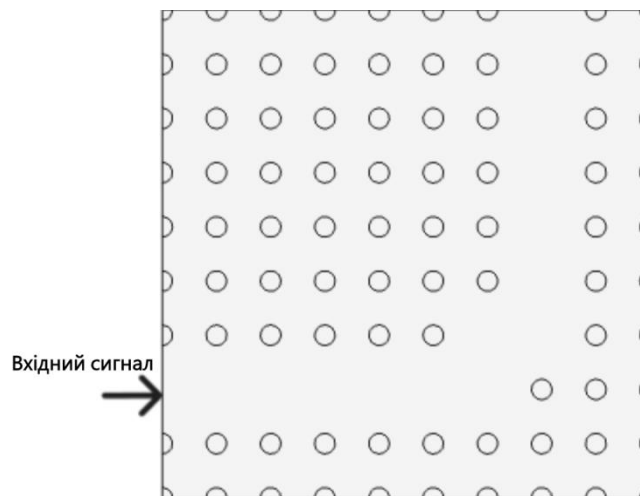


Рисунок 1. – Модель фотонно-кристалічного волноводу з вигином

Проведено чисельне моделювання проходження електромагнітної хвилі через вигин фотонно-кристалічного хвилеводу. Отримано просторовий розподіл поля та частотну залежність коефіцієнту проходження хвилі через вигин хвилеводу. Отримані результати демонструють можливість застосування таких конфігурацій для формування довільних вигинів каналів оптичних хвилеводів.

Чисельні розрахунки підтверджують можливість успішного використання різноманітних фотонно-кристалічних хвилеводних структур для створення різноманітних вигинів каналів без значних втрат енергії сигналу.

#### Список використаних джерел:

1. Johnson S. G., Joannopoulos J. D. Photonic crystals: The road from theory to practice. Springer Science & Business Media, 2002. 288 p.
2. Yablonovitch E. Inhibited spontaneous emission in solid-state physics and electronics. Physical Review Letters. 1987. Vol. 58, No 20. P. 2059–2062.
3. Notomi M. Manipulating light with strongly modulated photonic crystals. Reports on Progress in Physics. 2010. Vol. 73, No 9. P. 096501.
4. Odarenko E. N., Sashkova Y. V., Shmat'ko A. A. Surface and Bulk Wave Modes of Two Dimensional Photonic Crystal Waveguide. Proc. of UkrCon'2019, July 2-6, 2019. Lviv, Ukraine, 2019. pp. 700–703.
5. Joannopoulos J. D., Johnson S. G., Winn J. N., Meade R. D. Photonic crystals: Molding the flow of light. 2nd edition. Princeton University Press, 2008. 286 p.