

УДК 621.372.8:681.586.5

## ОПТИЧНІ ДАТЧИКИ НА ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНОМУ ВОЛОКНІ

Солонько В.Я.

e-mail: vladyslav.solonko@nure.ua

Науковий керівник – д.т.н., проф. Курський Ю. С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ФОЕТ  
м. Харків, Україна

Photonic crystal fiber (PCF) structure containing a solid core and periodic air-hole cladding for optical sensing is considered. Python packages (matplotlib, numpy) are used for modeling the structure and investigation of spectral characteristics of the photonic crystal fiber system. Resonances in spectral characteristics that appear when the refractive index of the analyte changes are considered. High sensitivity of the system to external parameters (refractive index, temperature, pressure) inherent in the photonic crystal fiber sensor is studied for different values of the system parameters.

Фотонно-кристалічні волокна (ФКВ) – це тип оптичних волокон, який працює зі світлом на мікро- та нанорозмірному рівні. Вони базуються на унікальних властивостях штучних матеріалів із періодичною мікроструктурою повітряних отворів уздовж довжини волокна і називаються фотонними кристалами [1]. Завдяки цим властивостям такі пристрої здатні ефективно керувати електромагнітними хвилями, що відкриває широкі можливості для розвитку сучасної оптоелектроніки та сенсорики.

Функціональні пристрої на основі фотонно-кристалічних волокон відіграють важливу роль у сучасній науці та техніці, оскільки дозволяють створювати нові ефективні оптичні датчики. Вони знаходять застосування в оптиці, фотоніці, біомедицині, хімічному аналізі та в різних високотехнологічних галузях. Зокрема, їх використовують у телекомунікаціях, екологічному моніторингу та медичній діагностиці, де вони сприяють підвищенню чутливості та точності вимірювань.

На основі фотонно-кристалічних волокон будуються датчики показника заломлення, температури, тиску, хімічного складу та багато інших компонентів, які можуть бути інтегровані в сучасні оптичні та електронні системи [2, 3].

В даній роботі розглядається двовимірна фотонно-кристалічна структура на основі фотонно-кристалічного волокна з гексагональною решіткою повітряних отворів для оптичного датчика (рис. 1). Ця структура складається з гексагональної решітки повітряних отворів ( $n = 1$ ) у кварцовому склі ( $\text{SiO}_2$ ,  $n \approx 1.45$ ). Хвилевідний канал сформований шляхом видалення центрального отвору (солідний core). Для сенсорного режиму отвори cladding можуть заповнюватися аналітами (рідина або газ). Дана

система працює в частотному діапазоні, який знаходиться в межах області пропускання або забороненої зони фотонного кристалу.

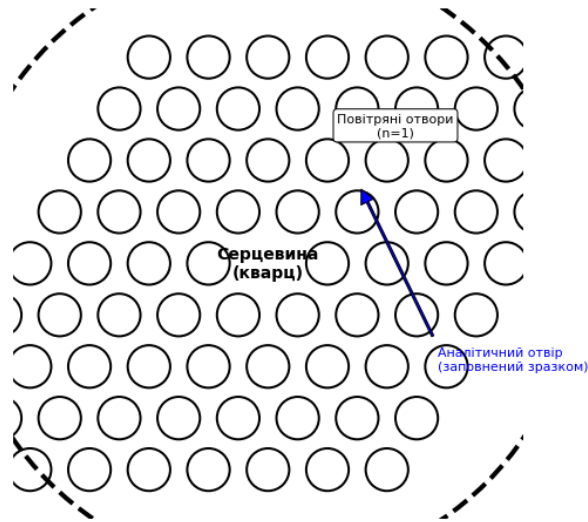


Рисунок 1 – Схема попереченого перерізу фотонно-кристалічного волокна для оптичного датчика.

Моделювання та дослідження фотонно-кристалічної структури було проведено у Python з використанням бібліотек matplotlib та numpy.

Встановлено основні закономірності проходження хвиль через досліджувану систему. Розрахована спектральна характеристика містить характерні резонанси, чутливі до зміни показника заломлення аналіту. Виявлена висока чутливість фотонно-кристалічного волокна (до декількох тисяч нм/RIU) при заповненні отворів зразком. Це свідчить про перспективність розглянутої системи для побудови високочутливих оптичних датчиків у реальному часі.

Список використаних джерел:

1. Joannopoulos J. D., Johnson S. G., Meade R. D., Winn J. N. Photonic Crystals: Molding the Flow of Light. Princeton: Princeton University Press, 2nd edition, 2008. 286 p.
2. Khalaf A. A. et al. Photonic crystal fiber sensors, literature review, challenges, and some novel trends // Menoufia Journal of Electronic Engineering. 2023. Vol. 32(2). P. 29–42.
3. Saad N. M., Rabaie E.S.M.E. A review of recent developments in photonic crystal fibers (PCFs)-based biomedical and chemical sensing applications // Journal of Electrical Systems and Information Technology. 2025. Vol.12. 71.