

Полімерні наноструктури на торці оптоволоконна для дистанційного збору світла

Єрмаков О. Є.¹

¹Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, Україна
oe.yermakov@gmail.com

Оптичні волокна є ключовими пристроями сучасної оптоелектроніки та успішно застосовуються в різноманітних галузях, включаючи телекомунікації та медицину. Найбільш вдалою і широко поширеною геометрією є волокно зі ступінчастим профілем показника заломлення, виготовлене з кремнезему з легованою серцевиною, яка підтримує лише одну оптичну моду. Недоліком комерційного одномодового оптоволоконна є низький контраст показника заломлення між серцевиною і оболонкою, що призводить до низької числової апертури. Як наслідок, оптоволоконно може ефективно збирати світло лише в діапазоні кутів падіння до 15° [1], що суттєво обмежує численні застосування оптоволоконних пристроїв для дистанційного зондування та детектування.

У цій роботі теоретично й експериментально показано, що нанесені на торці оптоволокон полімерні наноструктури дозволяють на декілька порядків величини підвищити ефективність захвату світла, тобто перетворення падаючої плоскої хвилі у хвилеводну моду, до безпрецедентно високих рівнів. Розроблено алгоритм підбору аксіально-симетричних діелектричних наноструктур на торці оптоволоконна для посилення захвату світла. Полімерні аксіально-симетричні наноструктури були виготовлені на торці оптоволоконна за допомогою технології тривимірного нанопрінтингу (прямого лазерного друку). Різні типи періодичних та аперіодичних, аксіально-симетричних та аксіально-асиметричних наноструктур були нанесені на торці комерційних одномодових оптоволокон [1,2], зокрема багатосерцевинних оптоволокон [3].

Ця розробка може бути застосована в різноманітних передових галузях, які вимагають високоефективного збору світла в обраних кутових інтервалах, включаючи, біодетектування, ендоскопію та квантові технології.

1. O. Yermakov, M. Zeisberger, H. Schneidewind, J. Kim, A. Bogdanov, Y. Kivshar, and M. A. Schmidt, *Applied Physics Reviews*, 10(1), 011401 (2023).
2. J. Wang, O. Yermakov, Y. Gu, M. Zeisberger, B. Fischer, F. Yu, C. Yu, L. Hu, M. A. Schmidt & N. Wang, *Laser & Photonics Reviews*, 19, 2400688 (2025).
3. O. Yermakov, M. Zeisberger, H. Schneidewind, A. Lorenz, T. Wieduwilt, A. Schwuchow, M. Khosravi, T. Tiess, & M. A. Schmidt, *Nature Communications*, 16(1), 2294 (2025).