

## НАНОФОТОННІ СЕНСОРИ В МЕДИЦИНІ ТА ЕКОЛОГІЇ

Сніжко Д.В., Рожицький М.М., Бих А.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки,

Лабораторія аналітичної оптикоелектроніки,

61166, Україна, м. Харків, пр. Леніна, 14, e-mail: [sn@kture.kharkov.ua](mailto:sn@kture.kharkov.ua), [rzh@kture.kharkov.ua](mailto:rzh@kture.kharkov.ua)

The work contains review of existing nanophotonic sensors that includes analysis of existing fabrication techniques, nanomaterials and application areas in medicine and ecology. The prospects of application of quantum dots, Langmuir-Blodgett technique and electrogenerated chemiluminescence effect for development of nanophotonic sensors intended for liquid media assay in medicine and ecology are considered.

Сенсорні елементи займають важливе місце у сучасній електроніці, що пов'язано з необхідністю розширення функціональних можливостей сучасної техніки, зв'язків з зовнішніми об'єктами для здійснення контролю, та керування, тобто інтерфейсними функціями. Успішність багатьох проектів залежить від використання відповідних сенсорних елементів – перетворювачів першого рівня, що зумовлено залежністю ефективності використання певного явища та економічної адекватності та конструкторської раціональності вирішення технічного завдання.

Одним із зручних та практичних явищ, що використовується у сучасній електроніці, є різноманітні оптичні інтерфейси. Вони використовуються не тільки як інтерфейс з зовнішнім світом, так і швидкісні внутрішньосистемні канал зв'язку. Отже достатньо практичним є використання у системах різноманітних оптичних перетворювачів. В багатьох аналітичних застосуваннях потрібно досліджувати та контролювати хімічний склад об'єкту. Хімічні сенсорні є важливим напрямком сучасної електроніки серед яких можна виділити новий напрямок розвитку – нанофотонні сенсорні [1-3]. Цей термін описує групу пристроїв, що поєднують оптичні явища з різноманітними нанотехнологічними феноменами та технологіями. Різноманітність технологічних прийомів та способів використання зумовило велику кількість наявних нанофотонних сенсорів, що можуть використовуватися у сучасній електроніці для побудови вимірювальних комплексів та систем для вирішення задач екології та медицини.

Метою роботи є дослідження перспективності використання нанофотонних сенсорів у таких областях народного господарства, як медицина та екологія. Для цього в роботі вирішено наступні задачі: проведено огляд та класифікація сучасних методів побудови сенсорних елементів, явищ, що використовуються для виявлення речовин, принципи побудови аналітичних систем на базі нанофотонних сенсорів. Окрему увагу приділено напрямку побудови оптичних сенсорів за допомогою методу Лангмюра-Блоджетт з використанням квантових часток та явища електрогенерованої хемілюмінесценції (ЕХЛ).

Серед нанофотонних сенсорів можна виділити наступні явища, що знайшли використання:

- хвилі, що зникають;
- поверхневий плазмонний резонанс;
- кооперативні явища (адсорбції, випромінювання);
- флуоресцентне резонансне перенесення енергії;
- ближньопольові взаємодії;
- вплив нанорозмірів на властивості матеріалів.

Для будови багатьох сенсорів використовуються наступні технології поверхонь та формування покриттів:

- самоскладання,
- структуровані покриття за технологією Лангмюра-Блоджетт,
- пошарова самоорганізація Layer-by-layer.

Ці методи організації нанопокриттів можна виділити поміж інших як найбільш технологічні та перспективні для використання у промисловості при масовому виготовленні. Слід зауважити, що самоорганізація найбільш привабливий та зручний спосіб, але не завжди матеріал має властивості до самоорганізації. Тому більш ефективним є метод Лангмюра-Блоджетт, який дозволяє маніпулювати безпосередньо з речовинами, що мають поверхневоактивні властивості та дозволяють включати необхідні речовини до матриці носія. Це значно розширює діапазон речовин, що можуть наноситися на поверхню сенсорів.

Іншим важливим моментом у розробці сенсора є розробка та використання нових матеріалів, наприклад, так званих, квантових точок. До квантових точок відноситься ціла група матеріалів, що характеризуються перш за все нанорозмірами частинок. Останнє призводить до виникнення у

такому матеріалі різноманітних квантових ефектів. Властивості цих структур можуть контролюватися зміною діаметру частки, що є дуже зручним у процесі відбору матеріалу для конкретного використання. Також ці структури відзначаються високими квантовим виходом люмінесценції та реакційною здатністю, вузьким спектром випромінювання (на відміну від органічних люмінофорів) та іншим. Отже квантові структури надзвичайно привабливі для використання у сенсоріці для побудови робочих поверхонь сенсорів.

Для визначення речовин у нанофотонному сенсорі можливо використання такого унікального явища як електрогенерована хемілюмінесценція– надтеплове випромінювання світла у результаті рекомбінації електрогенерованих радикалів. Завдяки тому, що це явище має електричний канал збудження, стає можливим керування їм, що відрізняє його від звичайної хемілюмінесценції. А можливість проводити розділення речовин за потенціалами електролізу додає селективність методу.

Зазначені технології гарно поєднуються у нанофотонному сенсорі, який може використовуватися для визначення біологічно важливих органічних сполук у рідких середовищах. Наприклад, речовин-маркерів різноманітних захворювань таких, як грип, гепатит, туберкульоз. Використовуватися для визначення небезпечних токсичних речовин у екосистемах. Можливість проводити зміни властивостей квантових точок шляхом зміни геометричних розмірів квантових точок дозволяє змінювати речовину, що аналізується без зміни технології та концепції виготовлення сенсора. Це є важливим у розробці сенсорів на різні речовини та дозволяє на одному чипі розміщувати декілька сенсорних шарів, організуючи, таким чином сенсорну матрицю для аналізу декількох речовин на одному сенсорі-чипі.

Проведений огляд існуючих технологічних рішень відбиває актуальність робіт з розробки нанофотонних сенсорних пристроїв, що поєднують у собі такі технології, як метод нанесення мономолекулярних впорядкованих шарів Ленгмюра-Блоджетт, квантові точки та електрогенеровану хемілюмінесценцію. Перспективність їх використання обумовлена новими унікальними властивостями, що поєднуються у одному пристрої – нанофотонному сенсорі.

Робота проведена при підтримці проектів УНТЦ №4180, №4495 (керівник – проф. Рожицький М.М.).

#### **Список літератури**

1. Paras N. Prasad, Nanophotonics. – New Jersey: A John Wiley & Sons, 2004., – 415 p.
2. Paras N. Prasad, Introduction to biophotonics. – New Jersey: A John Wiley & Sons, 2003. – 593 p.
3. *Zholudov Y., Snizhko D., Kukoba A., Bilash H., Rozhitskii M.* Aqueous electrochemiluminescence of polycyclic aromatic hydrocarbons immobilized into Langmuir-Blodgett film at the electrode // *Electrochimica Acta*. 2008. Vol. 54, Iss. 2, 2008, P. 360-363.