

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИЧНИХ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

*К.С. Малишко<sup>1</sup>, І.А. Бєлих<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> бакалавр кафедри біотехнології, біофізики та аналітичної хімії, НТУ «ХПІ», Харків, Україна*

*<sup>2</sup> доцент кафедри біотехнології, біофізики та аналітичної хімії, кандидат біологічних наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна*

*[Iryna.Bielykh@khpі.edu.ua](mailto:Iryna.Bielykh@khpі.edu.ua)*

Оптичні сенсорні системи є невід'ємною частиною сучасних технологій, які активно використовуються в промисловій автоматизації, хімічних технологіях, біотехнологіях, медицині, аерокосмічній галузі, транспорті та навіть побутовій електроніці. Вони дозволяють вимірювати різні фізичні параметри безконтактно, з високою точністю і швидкістю реагування. Основний принцип роботи таких систем полягає у використанні світла для взаємодії з об'єктами або середовищем, яке потім перетворюється в електричні сигнали для подальшого аналізу. Оптичні сенсорні системи можуть використовувати видиме світло, ультрафіолет або інфрачервоне випромінювання, залежно від специфічних вимог застосування [1].

Однією з ключових особливостей оптичних сенсорних систем є їх універсальність і можливість адаптації до різних умов. Ці системи здатні працювати у складних середовищах, таких як високі температури, агресивні хімічні середовища або сильні електромагнітні поля, де традиційні електричні або механічні сенсорні системи можуть не забезпечувати належну надійність [1].

Основною метою даної роботи було ознайомитись з роботою оптичних сенсорів та виділити їх переваги у порівнянні з іншими класами сенсорних систем.

Принцип роботи оптичних сенсорів базується на взаємодії світла з об'єктами або середовищем. Ця взаємодія може бути різноманітною – від відбиття і поглинання до заломлення і розсіювання світла. В залежності від специфіки застосування сенсорів, може використовуватися видиме, ультрафіолетове або інфрачервоне світло.

У більшості випадків оптичний сенсор складається з джерела світла, приймача (оптичного перетворювача) і системи обробки сигналу. Джерело світла випромінює світловий потік, який взаємодіє з об'єктом або середовищем, після чого світлові зміни фіксуються приймачем і перетворюються в електричний сигнал для подальшого аналізу [1].

Основні елементи оптичних сенсорних систем. Оптичні сенсорні системи складаються з кількох основних компонентів, кожен з яких відіграє важливу роль у функціонуванні системи. До цих компонентів належать джерела світла, оптичні перетворювачі, а також сигнальні процесори [1].

1. Оптичні перетворювачі. Основна функція оптичного перетворювача полягає в тому, щоб перетворювати світло, яке взаємодіє з об'єктом або середовищем, у вимірюваний електричний сигнал. Найбільш поширеними перетворювачами є фотодіоди і фототранзистори. Фотодіоди швидко реагують на зміну інтенсивності світла і можуть працювати в широкому спектральному діапазоні, що робить їх ефективними для загальних застосувань. Фототранзистори, зі свого боку, мають здатність до підсилення сигналу, що робить їх ідеальними для роботи в умовах слабого освітлення [1].

2. Сигнальні процесори. Сигнальний процесор відповідає за обробку отриманого від оптичного перетворювача електричного сигналу. Це може включати фільтрацію шуму,

підсилення сигналу та його подальше цифрове перетворення для зручного зчитування та аналізу [1].

У системах оптичних сенсорів, зазвичай, використовуються світлодіоди (LED), лазери або лампи. Світлодіоди є популярним вибором завдяки їх енергоефективності, довговічності та можливості працювати в широкому діапазоні довжин хвиль. Лазери, з іншого боку, забезпечують високу когерентність та інтенсивність, що робить їх незамінними для високоточних вимірювань на великих відстанях. Окрім того, у спеціалізованих системах можуть використовуватися суперлюмінесцентні діоди (SLD), які поєднують характеристики світлодіодів і лазерів, забезпечуючи високу інтенсивність без спекл-шуму [2].

Типи оптичних сенсорних систем. Оптичні сенсори поділяються на кілька основних типів залежно від методу їх роботи та взаємодії світла з об'єктом.

1. Відбивні сенсори. Ці сенсори працюють на принципі відбиття світла від об'єкта. Відбите світло фіксується приймачем і використовується для визначення відстані, кута або положення об'єкта. Відбивні сенсори широко використовуються у системах контролю якості, де важлива точність вимірювань [2].

2. Передавальні (наскрізні) сенсори. У таких сенсорах джерело світла і приймач розташовуються по різні боки від об'єкта, і світло проходить крізь нього. Такі сенсори використовуються для визначення прозорості або концентрації речовин [2].

3. Сенсори на основі поглинання світла. Цей тип сенсорів вимірює зміну інтенсивності світлового потоку після його проходження через середовище або речовину. Наприклад, у хімічному аналізі можна визначати концентрацію газів або рідин за допомогою сенсорів, які вимірюють рівень поглинання світла певної довжини хвилі [2].

4. Сенсори на основі розсіювання світла. Використовуються для аналізу частинок або нерівностей на поверхнях. Застосовуються в екологічному моніторингу, зокрема для виявлення забруднюючих часток у повітрі або воді [2].

Оптичні сенсори мають безліч практичних застосувань у різних галузях. У промисловості вони використовуються для автоматизації виробництва, контролю якості продукції та забезпечення безпеки. У медицині ці сенсори знаходять застосування у неінвазивних методах діагностики, таких як лазерна хірургія або моніторинг фізіологічних параметрів пацієнта. Вони також відіграють важливу роль у транспортній індустрії, забезпечуючи навігаційні системи та системи безпеки для автономних транспортних засобів [2].

Ще одним перспективним напрямом, є використання оптичних сенсорів у системах Інтернету речей (IoT), де вони забезпечують збір і обробку даних у реальному часі, сприяючи розвитку «розумних» технологій [2].

Оптичні сенсорні системи продовжують еволюціонувати, забезпечуючи високу точність і надійність вимірювань у найрізноманітніших галузях. Їх адаптивність до складних умов навколишнього середовища, швидкодія та здатність працювати безконтактно роблять їх незамінними у сучасній науці, техніці та медицині. З розвитком технологій, оптичні сенсори інтегруються з штучним інтелектом та системами обробки великих даних, що відкриває нові горизонти для їхнього застосування у майбутньому.

### **Список літератури:**

1. Lepore M. Optical Sensors Technology and Applications [Електронний ресурс] / M. Lepore, I. Delfino // MDPI. – 2022. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/20/7905>. – Назва з титул. екрану.

2. Kuswandi B. Optical sensing systems for microfluidic devices / B. Kuswandi, J. Huskens, W. Verboom // Analytica Chimica Acta. – 2007. – (ScienceDirect). – С. 141–155.