

## Поверхнево-плазмонний резонанс

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Проведено аналіз і систематизацію загальних відомостей про поверхнево-плазмонний резонанс. Детально досліджено сфери застосування, його особливості та шляхи оптимізації, роль у фізико-хімічному аналізі молекул.

**Ключові слова:** Поверхнево-плазмонний резонанс, відбиття, металева плівка, заломлення.

### Abstract

Analyzes and systematization general information about surface plasmon resonance. Detailed analysis of the application, its features and ways to optimize the role of physico-chemical analysis of molecules.

**Key words:** surface-plasmon resonance, reflection, metal film, refraction.

Ефект поверхневого-плазмонного резонансу (ППР) привертає увагу дослідників протягом останніх 2-3 десятиліть. Значний інтерес до цього явища обумовлений можливістю досить простими засобами підвищити на кілька порядків амплітуду електромагнітної хвилі на межі розділу двох середовищ, що робить ППР надзвичайно чутливим до властивостей поверхні, таких, як шорсткість, наявність абсорбованої речовини і оптичних властивостей середовища біля кордону розділу.

Фізичні та математичні основи цього ефекту були з'ясовані досить давно, але вагомі практичні застосування даного явища почали з'являтися лише протягом останніх десяти - п'ятнадцяти років.

Зокрема, явище поверхневого-плазмонного резонансу останнім часом активно використовується для створення сенсорів хімічних і біологічних речовин, потреба в яких неухильно зростає з розвитком індустрії і мікробіології. Це обумовлено якісним переходом біологічної науки від дослідження біологічних структур до вивчення безпосередньої взаємодії біомолекул.

Поверхнево-плазмонний резонанс виникає за умови рівності імпульсів поверхневих плазмонів і компоненти вектора імпульсу фотона, паралельній площині плівки. Імпульс плазмона залежить від процесів, що протікають на поверхні плівки, наприклад адсорбції на ньому різних біомолекул. Імпульс фотона у свою чергу залежить від кута падіння і його енергії, тобто довжини хвилі.

Поверхневі плазмони – це хвилі змінної щільності електричного заряду, які можуть виникати і поширюватися в електронній плазмі металу уздовж його поверхні або уздовж тонкої металевої плівки. Поверхневі плазмони можуть порушуватися під впливом поляризованого світла, якщо проекція хвильового вектора фотонів на площину металевої плівки дорівнює хвильовому вектору поверхневого плазмона. При цьому значна частина енергії світла перетворюється на енергію плазмонів, через що інтенсивність відбитого світла різко падає. Це явище називають поверхнево-плазмонним резонансом. Якщо металева плівка досить тонка, то значна частина затухаючої в металі електромагнітної хвилі досягає протилежної поверхні металу. І тоді ППР стає чутливим до властивостей того середовища, яке контактує з металом з протилежного боку плівки. Від електричної поляризації цього середовища, зокрема від її діелектричної постійної залежить положення мінімуму кривої ППР. Вимірюючи положення або зрушення мінімуму, можна з великою точністю визначити зміни цієї діелектричної постійної або показника заломлення середовища.

Властивості локалізованих плазмонів критично залежать від форми наночастинок, що дозволяє налаштувати систему їх резонансів на ефективну взаємодію зі світлом або елементарними квантовими системами.

В даний час явище поверхневого плазмонного резонансу широко застосовується при створенні хімічних і біологічних сенсорів (біосенсорів). При контакті з біооб'єктами (ДНК, віруси, антитіла) плазмонів ефекти дозволяють більш ніж на порядок збільшити інтенсивність сигналів флуоресценції, тобто значно розширюють можливості виявлення, ідентифікації та діагностики біологічних об'єктів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кочергин А.Е. Фазовые свойства поверхностно - плазмонного резонанса с точки зрения сенсорных применений / Кочергин А.Е., Белоглазов А.А., Валейко М.В., Никитин П.И. // Квантовая электроника. – 1998. – Т. 25. – №5. – С. 457 – 461.
2. Волновая Оптика. Интерференция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.college.ru/waveoptics/content/chapter1/section1/paragraph1/theory.html>.
3. Никитин П.И. Усовершенствованные методы поверхностно-плазмонного резонанса и биологические и химические сенсорные системы на их основе / П.И. Никитин // Сенсорные системы, 1998. – Т12. – №1.
4. Крылов И.Р. Методическое пособие по курсу оптики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.phys.spbu.ru/library/studentlectures/krylov/krylov/>.

**Рябов Олексій Дмитрович**, студент групи ІСІ-13б, Факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail [worner2008@gmail.com](mailto:worner2008@gmail.com)

Науковий керівник: **Довгалець Сергій Михайлович**, к.т.н., доцент каф. Автоматики та інформаційно вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет.

**Alex Ryabov D.** student group 1SI-13b, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail [worner2008@gmail.com](mailto:worner2008@gmail.com)

Supervisor: **Dovgalets Sergey**, Ph.D., Associate Professor Department. Automatics and information measuring equipment, Vinnytsia National Technical University.