

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ
XXV МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКА
ТА МОЛОДЬ
У ХХІ СТОЛІТТІ



Том 7/10

Харків 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ 25-го МІЖНАРОДНОГО
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА І МОЛОДЬ
У ХХІ СТОЛІТТІ»**

20-22 квітня 2021 р.
том 7,10

**КОНФЕРЕНЦІЯ
«СУЧАСНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ»**

**КОНФЕРЕНЦІЯ
«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ
КІБЕРНЕТИКИ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ»**

Харків 2021

УДК 004.932+330.46+005.934](06)

25-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 7, 10. Харків: ХНУРЕ. 2021. 208 с.

В збірник включені матеріали 25-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті».

Видання підготовлено
факультетом інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту
Харківського національного університету радіоелектроніки

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14
тел.: (057) 7021397
факс: (057) 7021515

E-mail: mref21@nure.ua

© Харківський
національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ), 2021

ИЗУЧЕНИЕ ПЛАЗМОННЫХ РЕЗОНАНСОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО НАНОПРОВОДА С ДВОЙНЫМ СЛОЕМ (КОНЦЕНТРИЧЕСКОЙ НАНООБОЛОЧКИ)

Шпилькин А.Р.

Научный руководитель – к. ф.-м. н., доц. Стогний Н.П.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. высшей математики,
тел. (057) 702-13-72, e-mail: nadiia.stohnii@nure.ua

Typical problem of electrodynamics that based on effective analytical-numerical investigation of stationary fields in systems of two-dimensional structure has been solved. Isolated metal nanowire with double shell were studied. All the possible plasmons of configuration of «nanomatyoshka» (or concentric nanoshell) has been described and classified. Corresponding equations for determining the complex eigenvalues has been obtained. Field distributions in the near-field, their frequency and quality factor (Q) has been considered.

Приставка «нано», означающая одну миллиардную часть, а вместе с ней и термины «наночастицы», «наноструктуры», «нанотехнологии» появились в научной литературе сравнительно недавно. Тем не менее, многие из давно используемых человечеством материалов имеют свойства, определяемые их структурной организацией на наноуровне. Оптические свойства металлических наноструктур связаны с их плазмонным откликом, который сильно зависит от геометрии структуры и окружающей среды. Металлодиэлектрическая комбинация ядро-оболочка представляет собой уникальную геометрию, позволяющую систематически настраивать плазмонный резонанс наноструктуры. Это достигается за счет изменения относительных размеров слоев ядра и оболочки [1, 2].

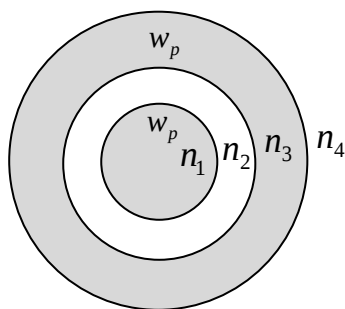


Рисунок 1 –
Геометрия задачи

В этой работе основное внимание уделяется изучению нанопровода с двухслойными concentric shell (слоями). Мы используем численно-аналитический метод, который предоставляет возможность создания эффективных вычислительных алгоритмов и облегчает интерпретацию полученных результатов.

Рассмотрены поверхностные плазмоны нанопровода с двойным слоем («наноматрешки»). Моделью провода служит круговой цилиндр радиуса a_1 бесконечной протяженности, диэлектрическая проницаемость внутренней среды которого описывается моделью Друде $\epsilon_1 = 1 - \omega_p^2 / (\omega(\omega - i\gamma))$, где ω_p –

плазменная частота, γ – коэффициент поглощения. Внешняя среда – диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ε_4 , для первого слоя – ε_2 , для второго слоя – ε_3 . Все среды предполагаются немагнитными, зависимость от времени задается в виде $e^{i\omega t}$. Исходными уравнениями являются уравнения Максвелла, дополненные материальными уравнениями и граничными условиями. Исследованы собственные состояния поля (плазмонные моды), существующие в отсутствии источников, и колебания, возбуждаемые сторонними полями.

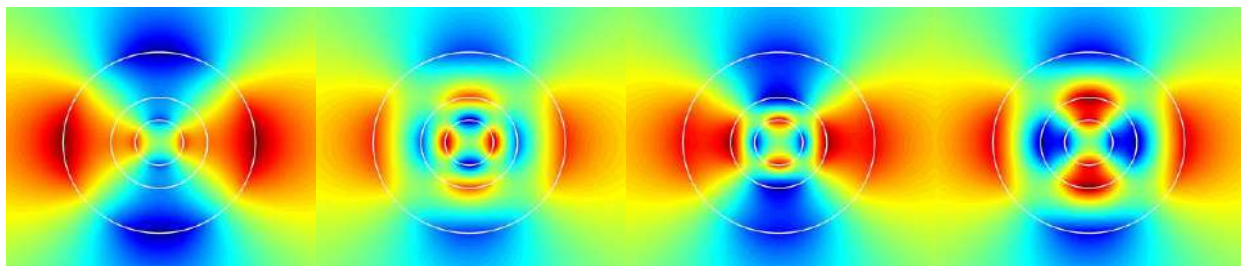


Рисунок 2 – Распределение ближнего поля поверхностных плазмонов нанопровода с двойным слоем («наноматрешки») ($s = 2$)

Основное внимание сконцентрировано на изучение поверхностных плазмонов, существующих в зоне непрозрачности металла и только в H -поляризации. Были исследованы комплексные собственные частоты, добротности и распределения полей поверхностных плазмонов нанопровода радиуса a_1 с двумя concentric оболочками a_2 и a_3 . Установлено, что в отличие от сплошного провода, дисперсионное уравнение для «наноматрешки» при каждом фиксированном s (s - число вариаций поля по угловой переменной) имеет не одно, а четыре различных решений. Существуют плазмоны, магнитное поле которых на внутренней и внешней стороне каждого слоя (оболочки) имеет один и тот же знак (четные плазмоны) или разные знаки (нечетные плазмоны) (рис. 2).

Установлено, что эта слоистая геометрия нанопровода имеет плазмонный резонанс, зависящий от взаимодействия между плазмонами внутренней и внешней оболочек. Исследовано существенное увеличение добротностей плазмонных резонансов для нанопровода с двойным слоем по сравнению с проводом.

Список использованных источников:

1. Стогний Н.П., Бутенко Н.С. Плазмонные резонансы уединенной металлической нити и трубки. Радиотехника, Вып. 201, С. 112-119, 2020.
2. Ahmadvand A., Sinha R., Pala N. Resonance coupling in plasmonic nanomatrix homom- and heterodimers. AIP Advances, Vol. 6, Pp. 065102, 2016.