

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ПЛАЗМОННОЙ МЕТАЛИНЗЫ НА ОСНОВЕ МЕТААТОМОВ ИЗ СЕРЕБРА: МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЛАЗМОННЫХ ЧАСТИЦ СО СВЕТОМ

И.А. Шалимов, МБОУ Новосильская СОШ, г. Новосиль.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., с.н.с., К.В. Барышникова, Университет ИТМО,
г. Санкт-Петербург.

Постановка задачи. Создать компьютерную модель растяжимой плазмонной металинзы на основе метаатомов из серебра для анализа ее свойств

Цель работы. Анализ свойств растяжимой плазмонной металинзы на основе метаатомов из серебра.

Актуальность. Нанотехнологии в электронике позволили перейти от простых электронных девайсов к современным тонким смартфонам благодаря уменьшению электронных компонентов.

То же самое возможно осуществить и в оптическом диапазоне. Вместо системы линз, возможно использовать плоские линзы, дающие изображения, сравнимые по качеству с более крупными оптическими системами.

С развитием технологий, человечество научилось создавать метаматериалы – удивительные материалы, со свойствами, зачастую, не встречающимися в природе. Метаповерхности это двумерные структуры, представляющие собой массивы метаатомов, искусственно созданных объектов располагающихся друг от друга на субволновых расстояния. Металинза, являющаяся одним из частных случаев метаповерхностей, вытесняет классические выпуклые линзы из нашей жизни, позволяет миниатюризировать громоздкие оптические конструкции, структурами из металинз.

Использование металинзы не ограничивается видимым диапазоном. Рассчитав необходимые характеристики можно создать металинзу, работающую на других частотах электромагнитного излучения.

В настоящее время, активно продолжается развитие металинз. Каждый год получается придумывать всё новые применения, достигать всё лучших результатов по показателям эффективности, создавая металинзы из новых материалов, с различной поляризацией и свойствами. Концепция металинзы подходит не только для электромагнитных, но и для акустических волн. Существуют металинзы фокусирующие ультразвуковые частоты. Поэтому сейчас, тема металинз особенно актуальна и востребована.

Ход работы. Процесс создания компьютерной модели металинзы, как и моделирование большинства сложных структур, включает в себя множество различных этапов и подзадач, выполнив только все из них, можно добиться намеченной цели и определённого результата.

Разработка программы для создания модели растяжимых плазмонных металинз, началась с выбора оптимального и удобного языка программирования, основываясь на особенностях конкретных языков программирования и моих личных возможностей. Таким языком был выбран широко используемый язык программирования – «C++».

Средой разработки была выбрана программа «Visual Studio 2017». Выбор этой среды обусловлен возможностью писать и исполнять в ней программы на языке «C++», а также, наличием графической библиотеки, требуемой для отображения результатов в доступной и понятной форме.

В ходе работы была изучена формула для построения электромагнитного поля одного диполя (формула 1). Так как метаатомы – металлические наночастицы – в некотором диапазоне длин волн могут вести себя как диполи, моделирование отдельного диполя показывает, как будет вести себя единичный метаатом. По формуле была написана программа, с помощью которой была разработана модель точечного диполя, построено его

поле в дальней, средней, ближней зонах (рисунок 1). Затем, проанализировав резонансные свойства дипольного момента серебряной наночастицы, была построена модель, в которой частица рассеивает падающий свет в дипольном приближении (рисунок 2).

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \omega^2 \mu \mu_0 \vec{\mathbf{G}}(\mathbf{r}, \mathbf{r}_0) \boldsymbol{\mu} \quad (1)$$

Формула 1 – формула для построения электромагнитного поля диполя, где \mathbf{r} – радиус-вектор точки наблюдения, \mathbf{r}_0 – радиус-вектор положения точечного диполя, $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ – электрическое поле диполя, ω – циклическая частота, μ – магнитная проницаемость, μ_0 – магнитная постоянная, $\boldsymbol{\mu}$ – электрический дипольный момент (вектор), $\vec{\mathbf{G}}(\mathbf{r}, \mathbf{r}_0)$ – тензор функции Грина диполя в свободном пространстве.

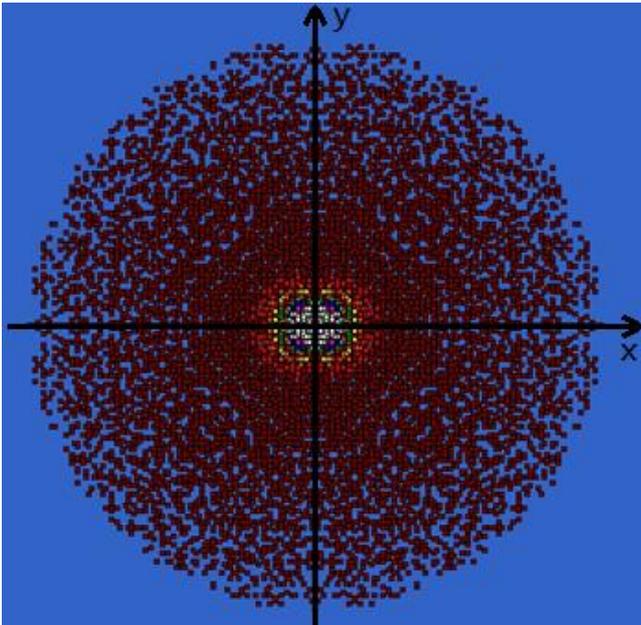


Рисунок 1 – индуцированное поле диполя

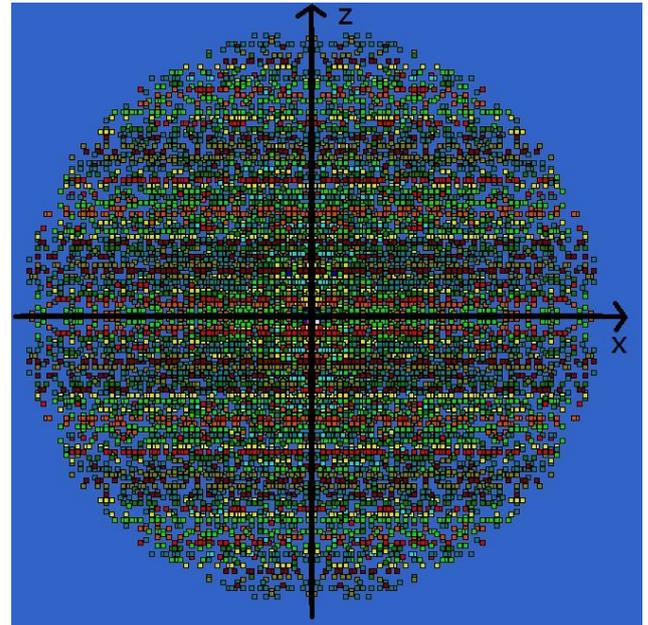


Рисунок 2 – результат интерференции падающей волны и индуцированного частицей поля