

КУРСОВАЯ РАБОТА НА ТЕМУ: “ТЕРАГЕРЦОВАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ АНСАМБЛЕЙ ЧАСТИЦ”

Выполнил: студент 3 курса Осей А.В.

Научный руководитель: Жуков С.Н.

СОДЕРЖАНИЕ

- ▶ Введение
- ▶ Цель работы
- ▶ Взаимодействие терагерцовых импульсов с металлической частицей
- ▶ Взаимодействие терагерцовых импульсов с ансамблем металлических частиц
- ▶ Вывод
- ▶ Список литературы

ВВЕДЕНИЕ

- ▶ Терагерцовым излучением называется электромагнитное излучение в интервале частот от 0,3 до 10 ТГц, т.е. $0,3 \cdot 10^{12} - 10^{13}$ Гц с диапазоном длин волн 3-0,03 мм соответственно. Этот частотный интервал занимает часть электромагнитного спектра между инфракрасным (ИК) и микроволновым диапазонами, поэтому его часто также называют дальним ИК или субмиллиметровым диапазоном.
- ▶ В данной работе мы рассмотрим моделирование взаимодействия с электромагнитным излучением одной субволновой частицы, ансамбля субволновых частиц, а также зависимость от толщины слоя, включающего ансамбль частиц.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- ▶ Цель данной работы продемонстрировать физические механизмы, лежащие в основе ТГц излучения ансамблей металлических частиц через экспериментальные данные, полученные моделированием.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ИМПУЛЬСОВ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЕЙ

Электромагнитный отклик субволновой металлической частицы под действием терагерцового излучения определяется двумя событиями:

- ▶ 1) ТГц излучение электромагнитной волны проникает на поверхность частицы на расстояние $\delta \sim 100$ нм в металле, где вызывает движение зарядов, а, следовательно, появление поверхностной плотности тока.
- ▶ 2) Возникновение дипольного электрического поля, которое образуется в результате накопления отрицательных и положительных зарядов на противоположных сторонах поверхности частицы.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ИМПУЛЬСОВ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЕЙ

- ▶ Рассмотрим падение на частицу меди диаметром $D = 70$ мкм, расположенной в вакууме, электромагнитного импульса терагерцового диапазона частот с центральной частотой $0,6$ ТГц.
- ▶ На рис. 1 приведена серия снимков электрического распределения амплитуды поля, в разные моменты времени, в начальный (А), в момент времени равным $3,5$ пикосекунд (В), 4 пс (С), 5 пс (D)

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ИМПУЛЬСОВ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЕЙ

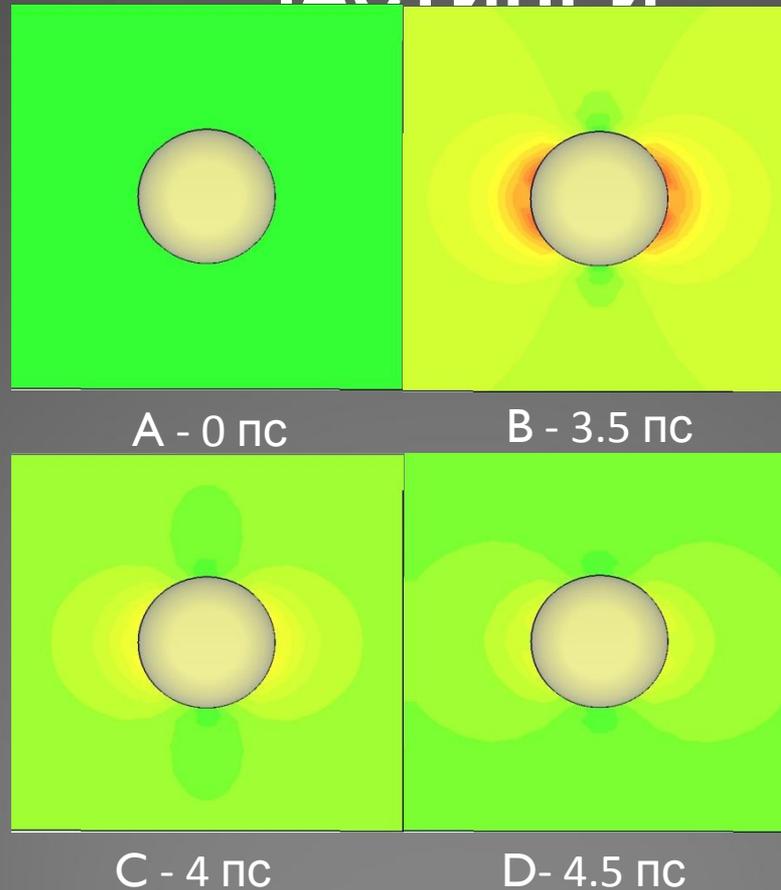


Рис. 1. Серия снимков электрического распределения амплитуды поля.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ИМПУЛЬСОВ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЕЙ

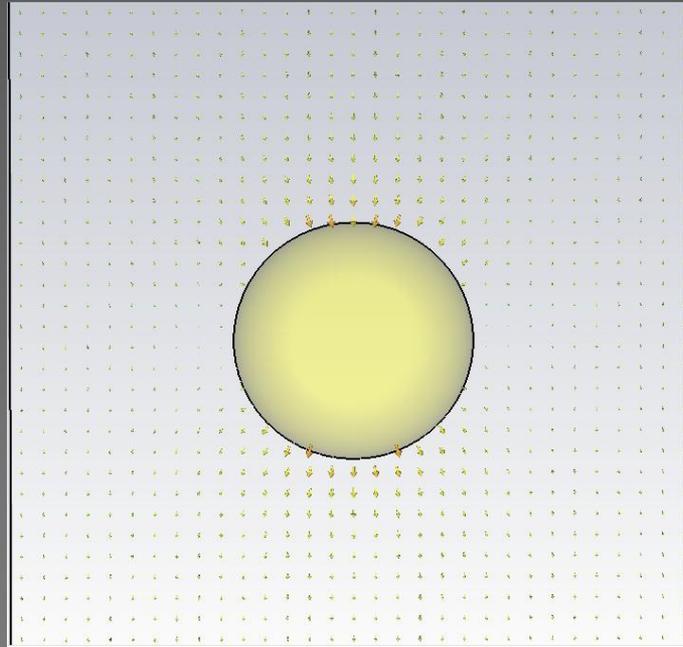


Рис. 2. Вектора электрического поля в непосредственной близости от частицы меди.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ИМПУЛЬСОВ С АНСАМБЛЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

- ▶ На рис.3. приведена серия снимков распределения амплитуды поля металлического ансамбля частиц меди размером 2 на 2 мм, диаметр каждой из частиц $D=70$ мкм.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ИМПУЛЬСОВ С АНСАМБЛЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

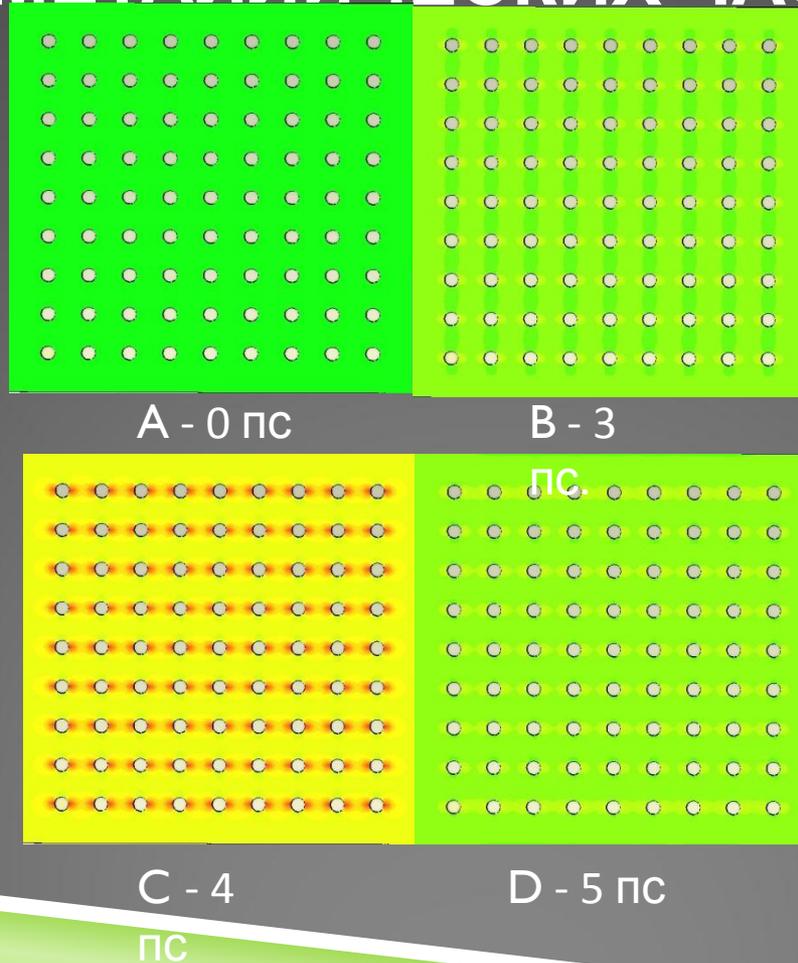


Рис. 3. Серия снимков электрического распределения амплитуды поля ансамбля металлических частиц

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ИМПУЛЬСОВ С АНСАМБЛЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

- ▶ Далее рассмотрим зависимость электрического поля от толщины ансамбля металлических частиц L . На графиках (1-3) представлена данная зависимость при различных L , $L=0,6$ mm(График1), $L=1,2$ mm(График2), $L=1,8$ mm(График3):

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ИМПУЛЬСОВ С АНСАМБЛЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

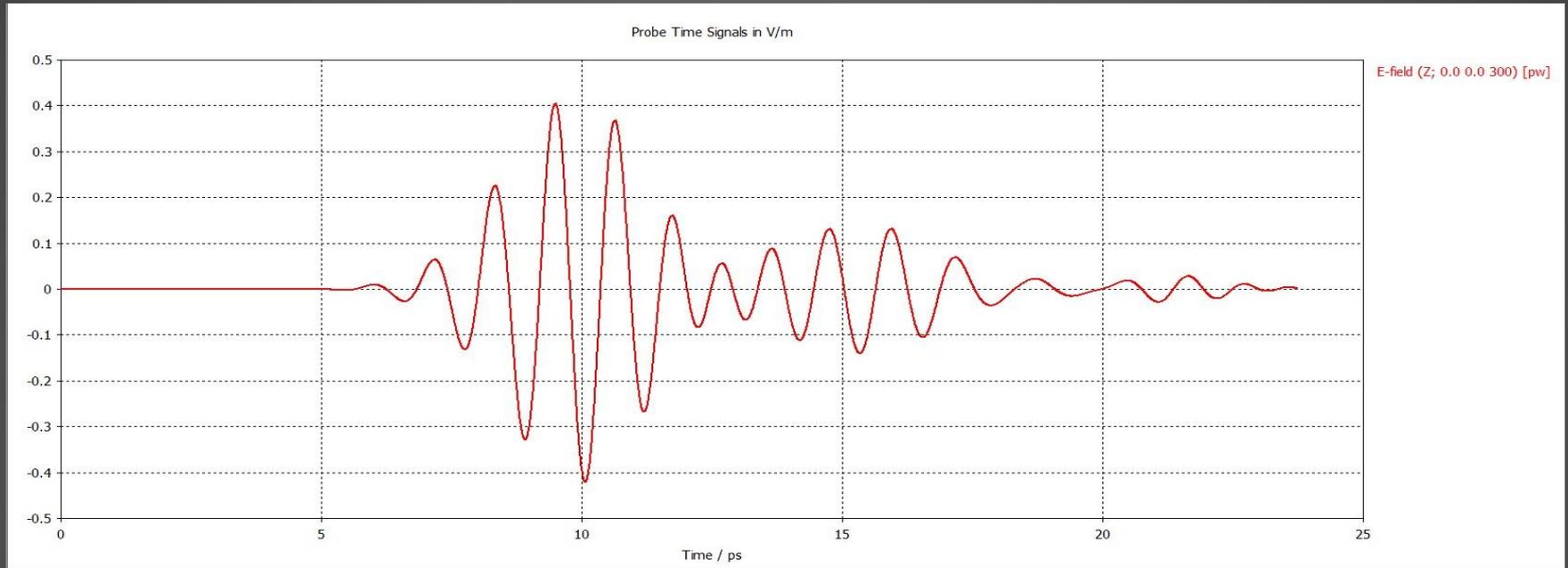


График1 , L=0,6
mm

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ИМПУЛЬСОВ С АНСАМБЛЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

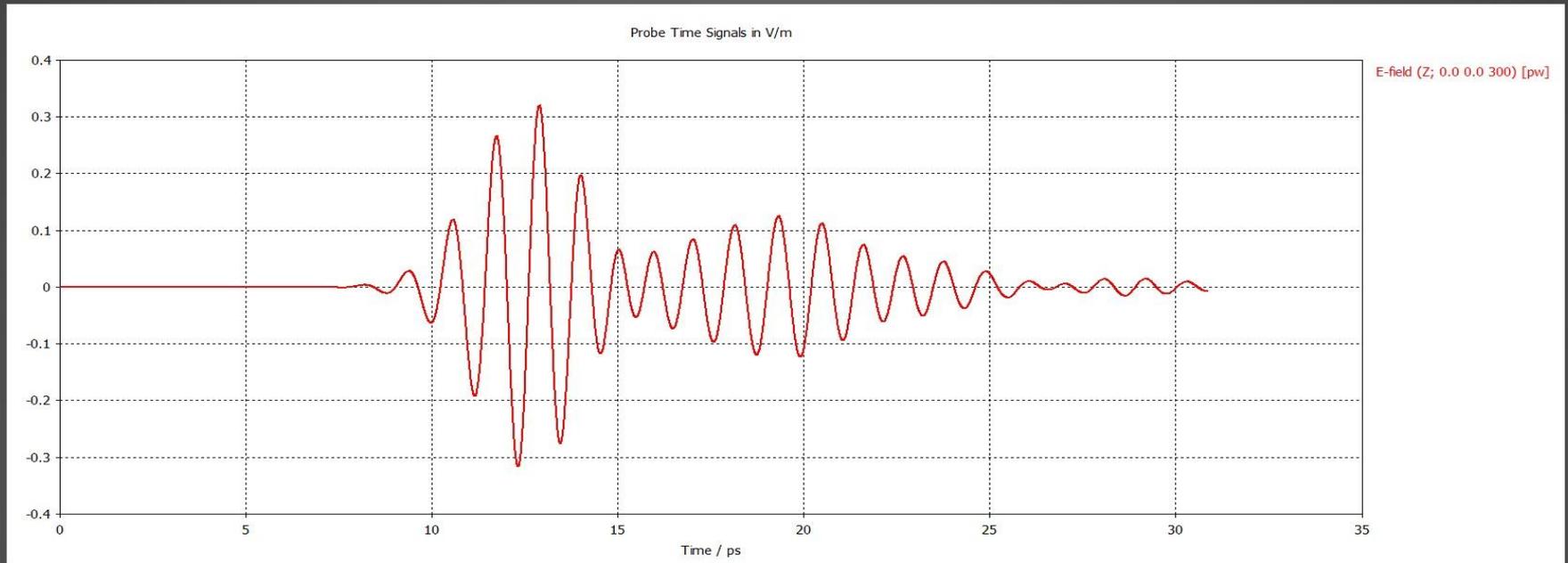


График2 , L=1,2
mm

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ИМПУЛЬСОВ С АНСАМБЛЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

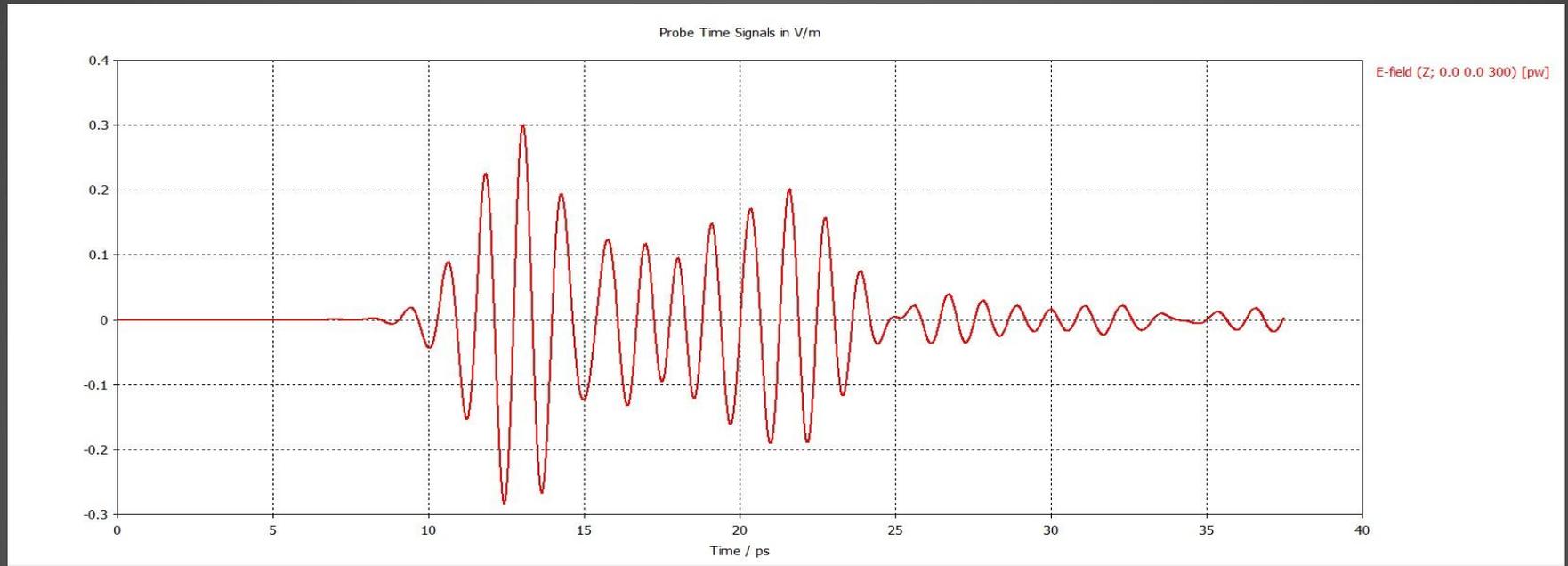


График3 , $L=1,8$
mm

ВЫВОД

- ▶ В данной работе было исследовано терагерцовая спектроскопия металлической частицы, ансамбля, состоящего из металлических частиц, а также была рассмотрена зависимость электрического поля от толщины ансамбля металлических частиц. Для моделирования процессов был использован FDTD метод для решения уравнения Максвелла в двух измерениях. Для визуализации использовалась программа CST Studio Suite 2011.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ▶ [1] C. F. Bohren and D. R. Huffman. Поглощение и рассеивание света малыми частицами. JohnWiley & Sons, 1983.
- ▶ [2] U. Kreibig and M. Vollmer. Оптические свойства металлических кластеров. Springer-Verlag, 1995.
- ▶ [3] K. J. Chau, G. D. Dice, and A.Y. Elezzabi. Прохождение когерентных терагерцовых излучений через ансамбли частиц. Phys. Rev. Lett., 94:173904, 2005.