

**Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»**

Факультет фотоники и оптоинформатики

ОТЧЁТ ПО РАБОТЕ

по дисциплине:

«ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ»

«Определение диэлектрической проницаемости слоя по данным рассеяния
плоской электромагнитной волны»

Выполнили:

студенты группы V33022

Кокорина О.О.

Васильев М.Д.

Проверил:

Залипаев В.В.

Санкт-Петербург

2022 г.

Цель работы: Определить диэлектрическую проницаемость слоя по данным рассеяния плоской электромагнитной волны.

Задание: Пусть через горизонтальный слой диэлектрика из диспергирующей среды с электродинамическими параметрами $\varepsilon = \varepsilon_1(\omega) + i\varepsilon_2(\omega)$, $\mu = 1$ ($\omega = 2\pi f$ – частота), распространяется плоская электромагнитная волна вдоль оси Z снизу вверх. Пусть электрическая компонента поля направлена вдоль оси Y . Предполагается, что выше и ниже слоя находится вакуум. Пусть временной сигнал $E_{tr}(t, z)$ прошедшей волны в точке наблюдения с координатой $z > 0$ задан. Решить обратную задачу определения функции $\varepsilon(\omega)$. Для этого использовать итерационную последовательность Ньютона для восстановления коэффициента $n(\omega)$, а значит и $\varepsilon(\omega) = n^2(\omega)$.

Ход работы:

Для начала выгрузим экспериментальные данные:

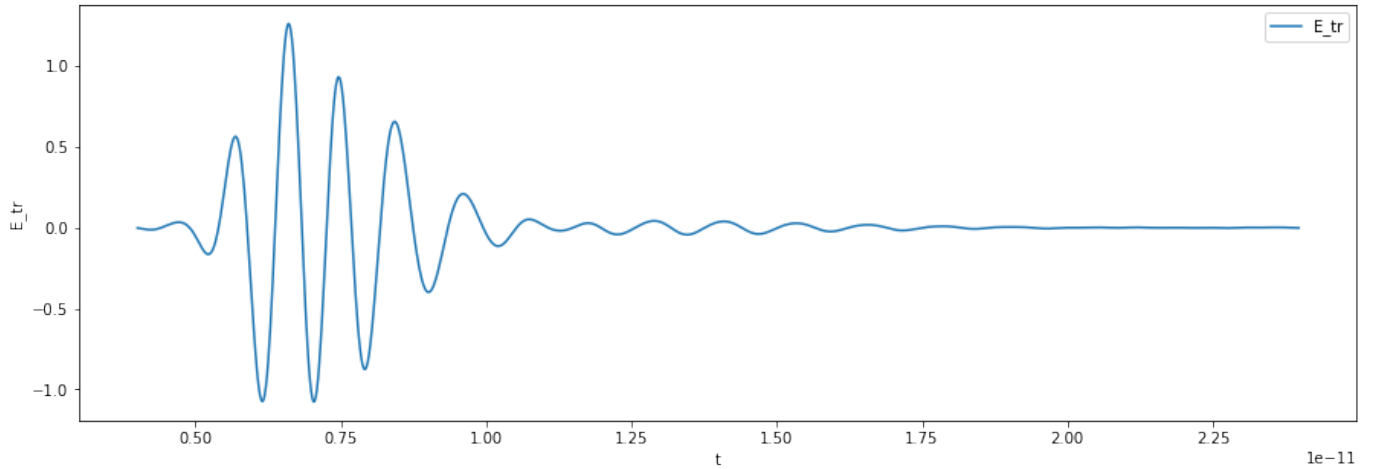


Рисунок 1 — Экспериментальные данные $E_{tr}(t)$

Далее зададим спектр падающего электромагнитного импульса как гауссову функцию по формуле (4). Результат изображен на рисунке (2).

$$F(\omega) = 2\sqrt{\pi}\tau_{\pi}e^{-(\omega-\omega_0)^2\tau_p^2} \quad (1)$$

Коэффициент прохождения $T(\omega)$ вычисляется по формуле (2) и изображен на рисунке (3).

$$T(\omega) = \frac{1}{F(\omega)} \int_{t_1}^{t_2} e^{i\omega(t-\frac{z}{c})} E_{tr}(t, z) dt \quad (2)$$

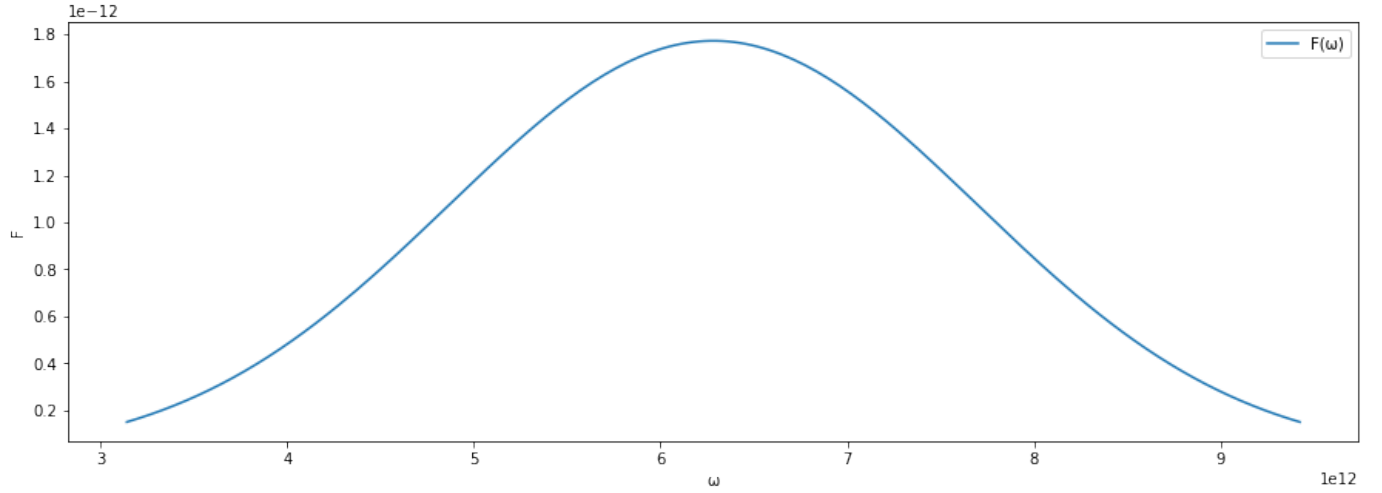


Рисунок 2 — Спектр падающего электромагнитного импульса $F(\omega)$

Дальше используем итерационную последовательность Ньютона:

$$n^{(m+1)} = n^{(m)} - \frac{\Phi(n^{(m)})}{\Phi'(n^{(m)})} \quad (3)$$

для уравнения

$$\Phi(n) = \frac{4n}{(n+1)^2 e^{-ik_0 n d} - (n-1)^2 e^{ik_0 n d}} - T(\omega) = 0 \quad (4)$$

После восстановления $n(\omega)$ можем получить $\varepsilon(\omega)$ по формуле:

$$\varepsilon(\omega) = n^2(\omega) \quad (5)$$

Полученная диэлектрическая проницаемость ε имеет реальную и мнимую части

$$\varepsilon(\omega) = \varepsilon_1(\omega) + i\varepsilon_2(\omega), \quad (6)$$

которые изображены на рисунке (4).

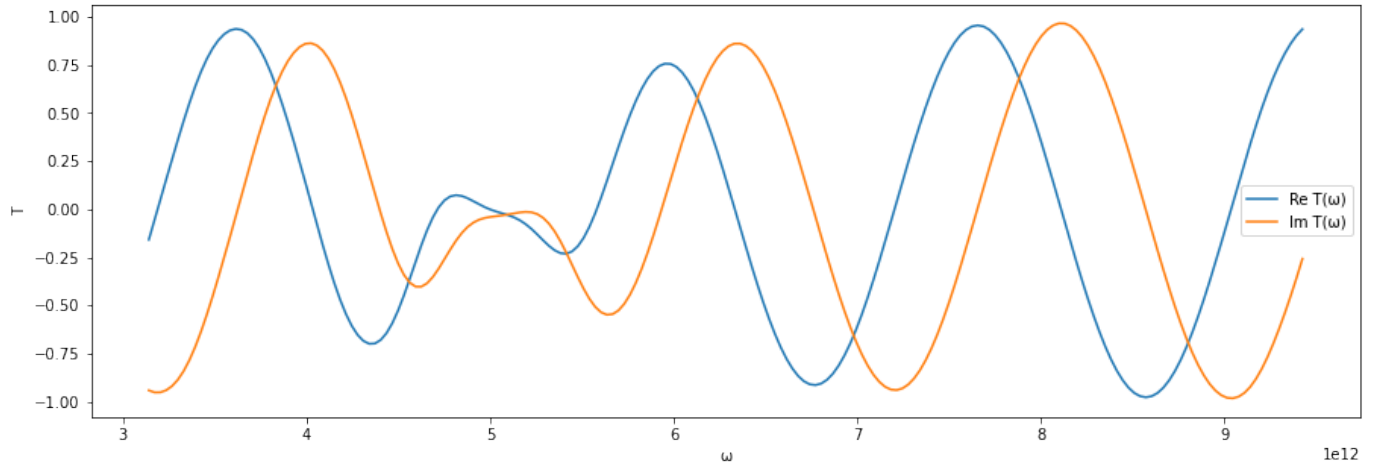


Рисунок 3 — Коэффициент прохождения $T(\omega)$

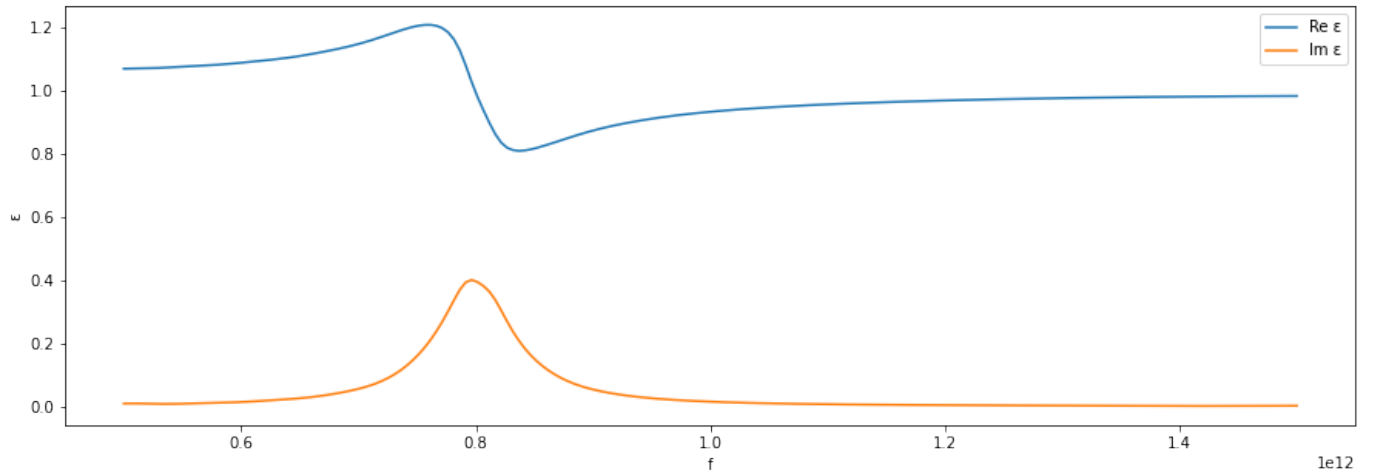


Рисунок 4 — Диэлектрическая проницаемость ϵ

Выводы:

В настоящей лабораторной работе была определена диэлектрическая проницаемость слоя по данным рассеяния плоской электромагнитной волны. Диспергирующая среда диэлектрического слоя обладала следующими электродинамическими параметрами: $\epsilon = \epsilon_1(\omega) + i\epsilon_2(\omega)$, $\mu = 1$. Предполагалось, что выше и ниже слоя находится вакуум. Временной сигнал $E_{tr}(t, z)$ наблюдался на фиксированном расстоянии $z = 10^{-3}$ м. При выполнении лабораторной работы была решена обратная задача определения функции $\epsilon(\omega)$ с помощью итерационного метода Ньютона. Было получено, что пик диэлектрической проницаемости наблюдается при $f = 0.8$ ТГц.