

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Физтех-школа электроники, фотоники и молекулярной физики

Лабораторные работы 4.6.1, 4.6.2
Интерференция электромагнитных волн
миллиметрового диапазона. Туннелирование
миллиметровых радиоволн

Салтыкова Дарья

Б04-105

1 Введение

Цель работы:

4.6.1: Изучение интерференции электромагнитных волн миллиметрового диапазона с применением двух оптических интерференционных схем, экспериментальное определение длины волны излучения.

4.6.2: экспериментальное исследование эффекта проникновения электромагнитных волн — туннелирования — через воздушный зазор между диэлектрическими призмами при полном внутреннем отражении на границе диэлектрик-воздух.

2 Экспериментальная установка 4.6.1

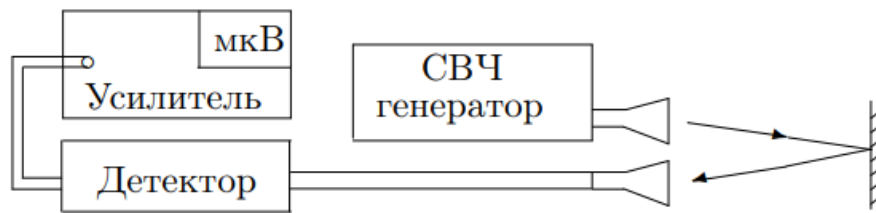


Рис. 1: Приёмно-передающая система СВЧ-диапазона

Применяемый в настоящей работе передатчик излучает линейно поляризованную волну, электрический вектор \mathbf{E} которой перпендикулярен широкой стенке волновода. Приемник также может принимать только линейно поляризованную волну. Для установления связи в системе, изображенной на рис. 1, необходимо, чтобы широкие стенки волноводов передатчика и приемника были параллельны друг другу.

Если одну из антенн повернуть относительно луча на некоторый угол α , интенсивность принимаемого сигнала будет изменяться по *закону Малюса*

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

2.1 Интерференция радиоволн, отражённых от зеркала и решётки

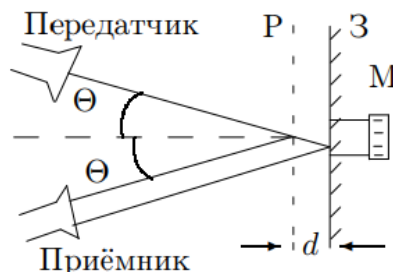


Рис. 2: Интерференция волн СВЧ в плоскопараллельной пластине

Между волнами, отраженными от решетки и от зеркала, возникает разность хода, равная

$$\Delta = 2d \cos \theta.$$

3 Ход работы 4.6.1

1. Закрепим на фиксаторах перед зеркалом металлическую решётку, убедимся, что при перемещении зеркала уровень сигнала в точке приёма изменяется.
2. Снимем зависимость интенсивности I от координаты x подвижного зеркала. Построим график зависимости $I(x)$

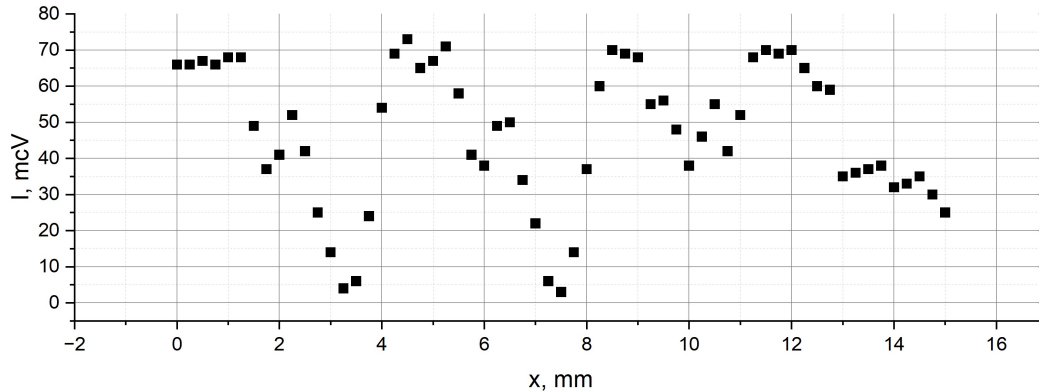


Рис. 3: График зависимости интенсивности сигнала от координаты подвижного зеркала

Длина волны, определённая по графику: $\lambda_{\text{гр}} = (8.3 \pm 0.1)$ мм.

Длина волны по частоте: $\lambda_{\text{част}} = 8.174$ мм ($\nu = 36.7$ ГГц).

4 Экспериментальная установка 4.6.2

Генерирующий при выбранной настройке клистрон возбуждает в прямоугольном металлическом волноводе сечением $7,2 \times 3,4$ мм² электромагнитную волну, которая распространяется вдоль волновода и с помощью рупорной антенны A_1 излучается в пространство. Задача антенны заключается в том, чтобы сделать излучение более направленным. Электрический вектор волны, бегущей вдоль волновода и излучаемый антенной, перпендикулярен широкой стенке волновода. На пути радиоволн устанавливаются две одинаковые прямые призмы Π_1 и Π_2 с почти прямоугольным равнобедренным треугольником в основании. Уменьшение угла при вершине треугольника на 16° сделано для устранения обратных отражений. Призмы изготовлены из фторопласта, обладающего малыми потерями на высоких радиочастотах. Узкие грани призм ограничивают воздушную прослойку, ширина которой может изменяться с помощью микрометрических винтов M_1 и M_2 .

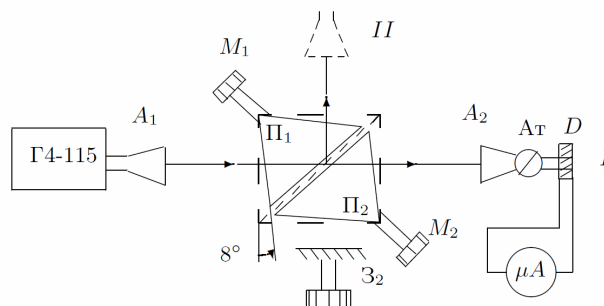


Рис. 4: Установка для исследования туннельного эффекта

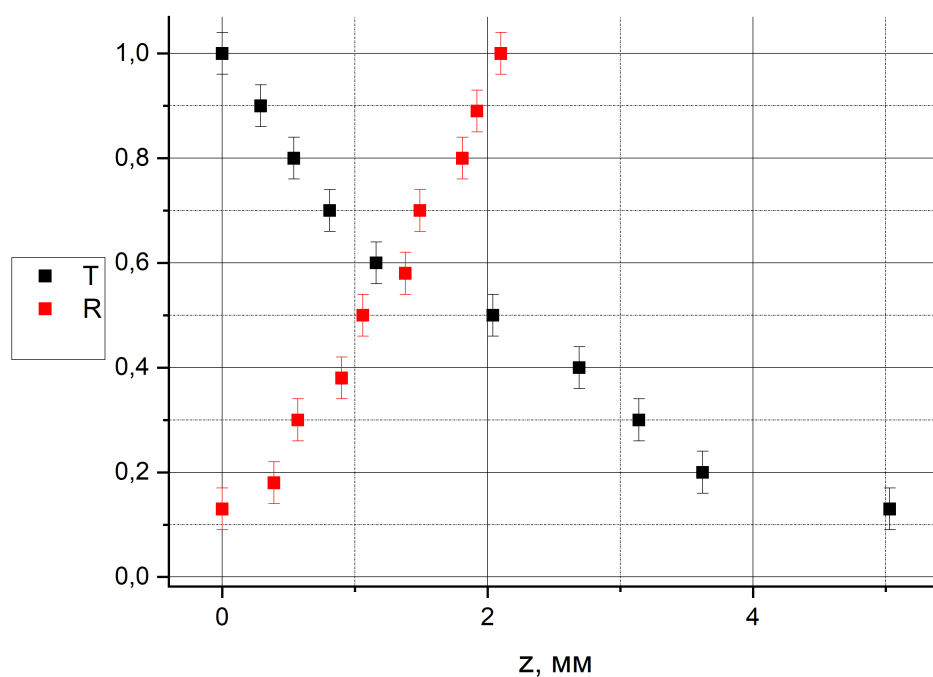
5 Ход работы 4.6.2

1. Снимем зависимость интенсивности прошедшей волны от величины воздушного зазора. Результаты занесем в таблицу.

2. Переставим приёмник для измерения отраженного сигнала и снимем зависимость интенсивности отраженной волны от величины воздушного зазора.

пройденная			отраженная		
z , мм	$I_{\text{пр}}$, мкА	T	z , мм	$I_{\text{пр}}$, мкА	R
0,00	100	1	2,1	100	1
0,29	90	0,9	1,92	89	0,89
0,54	80	0,8	1,81	80	0,8
0,81	70	0,7	1,49	70	0,7
1,16	60	0,6	1,38	58	0,58
2,04	50	0,5	1,06	50	0,5
2,69	40	0,4	0,9	38	0,38
3,14	30	0,3	0,57	30	0,3
3,62	20	0,2	0,39	18	0,18
5,03	13	0,13	0	13	0,13

3. Построим график зависимости коэффициентов T и R от величины воздушного зазора и убедимся, что $T + R = 1$.



4. Построим график зависимости $\ln(T)$ от показаний микрометра z .

Из наклона прямой получили значение длины затухания: $\Lambda = 2,5 \pm 0,1$ мм.

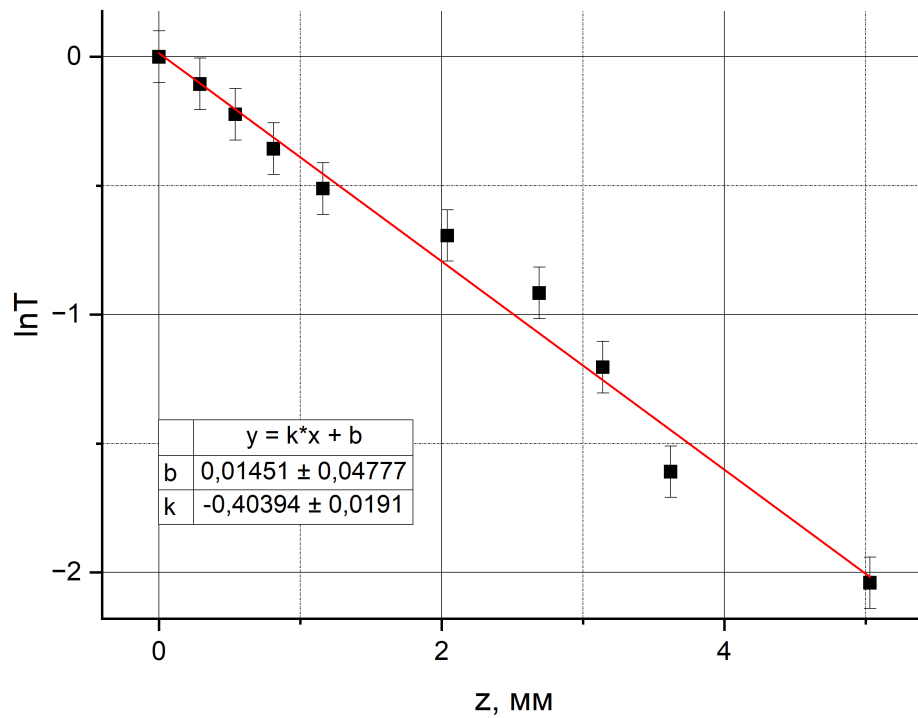


Рис. 5: Зависимость $\ln(T)$ от показаний z

Расчитаем показатель преломления фторопласта (частота генератора 36,5 ГГц): $n = 1,4 \pm 0,2$.

6 Вывод

В ходе работы:

- Двумя способами определена длина волны, отраженной от зеркала и решетки. По графику: $\lambda_{\text{гр}} = (8.3 \pm 0,1)$ мм, по частоте: $\lambda_{\text{част}} = 8.174$ мм.

- При исследовании туннелирования радиоволн получено значение длины затухания: $\Lambda = (2,5 \pm 0,1)$ мм и рассчитан показатель преломления фторопласта: $n = 1,4 \pm 0,2$.