

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
“Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.”  
Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА  
НА ТЕМУ:  
ОТРАЖЕНИЕ И ПРЕЛОМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ  
ВОЛН НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА СРЕД

**Выполнил:**  
**ИнЭТМ**  
**ИКТСзс-2**  
**Сундетова А.П.**  
**Вариант 38**



Цель работы: Изучение процессов распространения электромагнитных волн на границе раздела сред.

## ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На границе раздела разнородных сред происходит отражение, преломление и поглощение электромагнитных волн. Будем рассматривать плоские волны, падающие на бесконечных размеров плоскую поверхность, а электромагнитные волны в этом случае представлять в виде лучей. Тогда возникают две задачи:

угловые – это законы для углов отражения;

динамические – законы напряженностей отраженной и преломленной волн, изменения фазы и поляризации.

По поводу угловых законов сошлемся на известные из физики положения:

закон отражения: угол отражения равен углу падения;

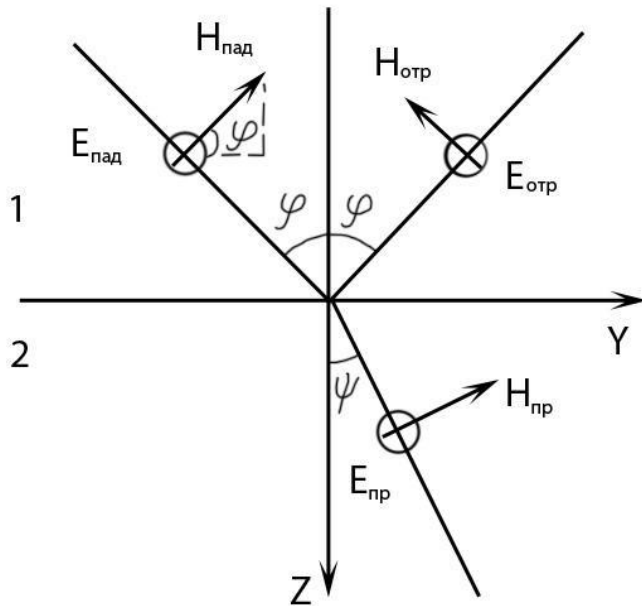
закон преломления: отношение синусов углов преломления и падения равно отношению комплексных коэффициентов распространения в первой и второй средах (рис. 3), т.е.

$$\frac{\sin \theta}{\sin \varphi} = \frac{\kappa_1}{\kappa_2} = \frac{\kappa_{1\alpha} + i \kappa_{1\beta}}{\kappa_{2\alpha} + i \kappa_{2\beta}}$$



# ФОРМУЛЫ ФРЕНЕЛЯ

Угол падения ( $\varphi$ ) , угол преломления ( $\psi$ )



$$R_{\perp} = \frac{Z_{c2} \cos \varphi - Z_{c1} \cos \psi}{Z_{c2} \cos \varphi + Z_{c1} \cos \psi}$$

$$T_{\perp} = \frac{2Z_{c2} \cos \varphi}{Z_{c2} \cos \varphi + Z_{c1} \cos \psi}$$

Рис.1- перпендикулярная поляризация



**Параллельная поляризация характеризуется тем, что векторы всех трех волн – падающей, отраженной и преломленной – параллельны плоскости падения**

$$R_{//} = \frac{Z_{c2} \cos \psi - Z_{c1} \cos \varphi}{Z_{c2} \cos \psi + Z_{c1} \cos \varphi}$$

$$T_{//} = \frac{2Z_{c2} \cos \varphi}{Z_{c2} \cos \psi + Z_{c1} \cos \varphi}$$

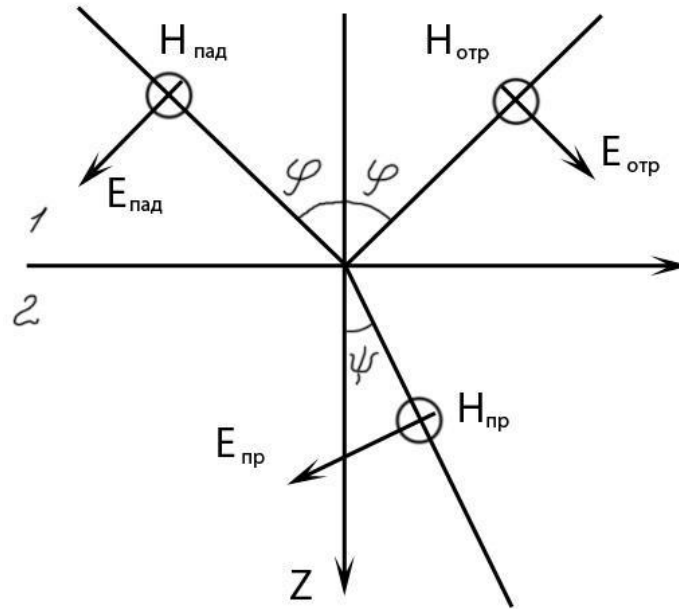


Рис.2. Параллельная поляризация



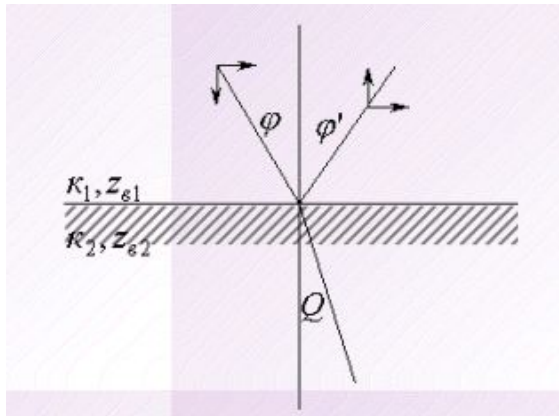


Рис.3- Прохождение ЭМ волны через диэлектрическую пластину

Отсюда следует, что в общем случае эта величина носит комплексный характер, но если ограничиться диэлектриками с малыми потерями, то можно записать:

$$\frac{\sin \theta}{\sin \varphi} = \frac{\kappa_{1\beta}}{\kappa_{2\beta}} = \frac{\mathcal{I}_{\varphi 2}}{\mathcal{I}_{\varphi 1}} = \frac{n_1}{n_2}$$



# ЗАДАНИЕ НА РАСЧЕТ

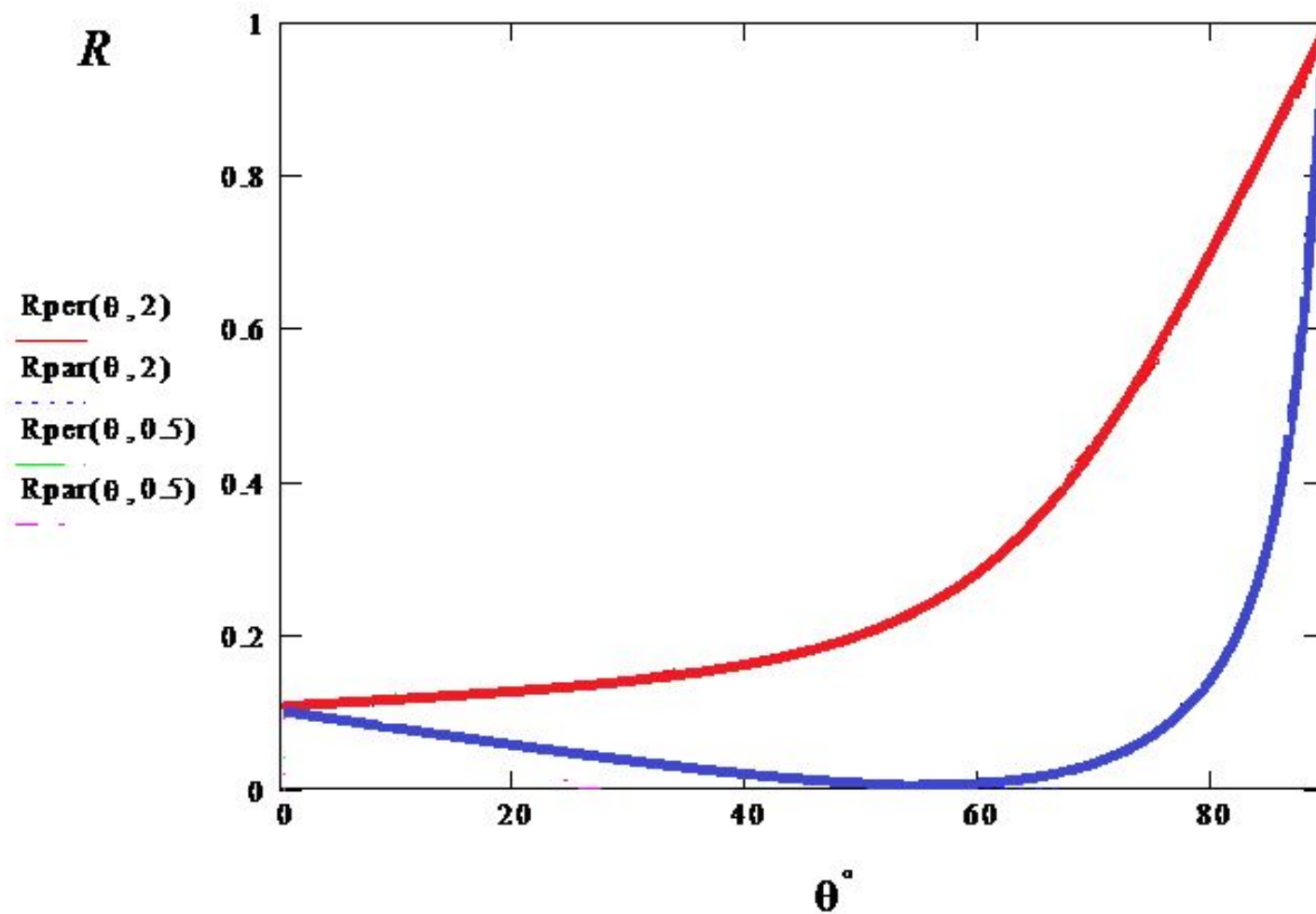
Используя соотношения (11) – (15) составить программу расчета модуля коэффициента отражения в зависимости от угла падения электромагнитной волны  $0 \leq \varphi \leq 0.5\pi$  для различных значений диэлектрической проницаемости пластины ( $\varepsilon'$ ), ее толщины ( $t$ ), частоты ( $f$ ) и ее поляризации.

Построить зависимость модуля коэффициент отражения от угла падения волны в соответствии с вариантом задания. Варианты заданий даны в табл.1.

№	$\varepsilon'$	$t$ , мм	$f$ , ГГц
38	2	6	13,5



Результаты расчета по формулам (11) – (15) представлены на диаграмме.



## Вывод

В ходе выполнения работы мною был составлен алгоритм расчета модуля коэффициента отражения в зависимости от угла падения электромагнитной волны  $0 \leq \varphi \leq 0.5\pi$  для значений диэлектрической проницаемости пластины ( $\epsilon' = 2$ ), ее толщины ( $t = 6$  мм), частоты ( $f = 13,5$  ГГц) и ее поляризации. Так же была построена зависимость модуля коэффициент отражения от угла падения волны.





## Список литературы:

1. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов: учебное пособие для приборостроительных вузов. -- 2-е издание, перераб. и доп.—Спб.: Машиностроение,2003 -- 696 с.
2. Порфирьев Л.Ф. Теория оптико-электронных приборов и систем: учебное пособие.— Спб.: Машиностроение,2003 -- 272 с.
3. Кноль М., Эйхмейер И. Техническая электроника, т. Физические основы электроники. Вакуумная техника.—М.: Энергия, 2001.

