
Исследование Дифракции Электромагнитных Волн

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3

Выполнил:
Студент факультета №5
Группы 5025 кафедры 52
Соколовский Роман Александрович

1. Цель Работы

- (1) Изучить основные понятия, характеризующие явление дифракции.
- (2) Изучить метод строгого решения дифракционной задачи на бесконечном идеально проводящем цилиндре.
- (3) Изучить метод приближенного решения дифракционной задачи — метод волновой оптики — на примере отверстия в плоском проводящем экране бесконечных размеров.
- (4) Изучить метод приближенного решения дифракционной задачи — метод геометрической оптики — на примере бесконечного идеально проводящего цилиндра.
- (5) Построить математическую модель процесса дифракции плоской волны на цилиндре и отверстии в экране и разработать программу расчёта дифрагированных полей.
- (6) Изучить методы измерения дифрагированных полей.
- (7) Исследовать явления дифракции электромагнитных волн на цилиндре и отверстии.

2. Схема экспериментальной установки

Исследование явления дифракции на отверстии в плоском идеально проводящем экране и проводящих цилиндрах проводилось на установке, схема которой приведена на Рисунке 1.

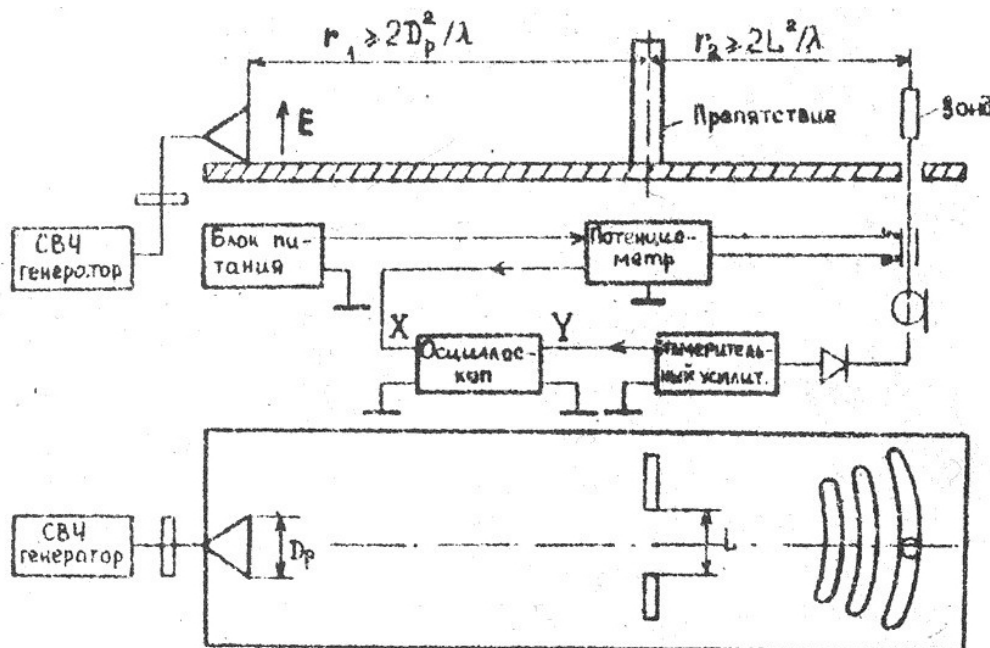


Рис. 1. Схема лабораторной установки

3. Результаты измерений и вычислений

3.1. Таблицы результатов измерений и вычислений. Исходные данные и результаты их обработки сведены в таблицы 1, 2 и 3.1.

Данные расчёта углов половинной мощности приведены ниже.

$$\text{Цилиндр} \begin{cases} d/\lambda = 0.25 \Rightarrow \theta_{0.5} = 0.84 \\ d/\lambda = 0.50 \Rightarrow \theta_{0.5} = 1.00 \\ d/\lambda = 1.00 \Rightarrow \theta_{0.5} = 0.89 \end{cases} \quad \text{Щель} \begin{cases} d/\lambda = 1.00 \Rightarrow \theta_{0.5} = 1.00 \\ d/\lambda = 2.00 \Rightarrow \theta_{0.5} = 0.51 \\ d/\lambda = 3.12 \Rightarrow \theta_{0.5} = 0.32 \end{cases}$$

Диаметр цилиндра	$l(100)$	$l(150)$	$l(200)$
0	50	36	22
8	30	22	13
16	21	14	12
32	12	10	9

ТАБЛИЦА 1. Величина напряженности электрического поля, дифрагированного в область геометрической тени цилиндра.

θ°	$\alpha = 32\text{mm}$	$\alpha = 64\text{mm}$	$\alpha = 100\text{mm}$
0	4	23	24
5	5	25	21
10	6	28	15
15	6	29	6
20	7	14	3
25	9	11	3
30	6	4	3
35	5	2	4
40	3	1	2
45	2	1	1

ТАБЛИЦА 2. Дифракция ЭМВ на щели.

θ°	Поле без препятствий, l_0	l_1	$d = 8\text{mm}$		l_2	$d = 16\text{mm}$		l_3	$d = 32\text{mm}$	
			$\Delta_1 = l_0 - l_1$	Δ_{1n}		$\Delta_2 = l_0 - l_2$	Δ_{2n}		$\Delta_3 = l_0 - l_3$	Δ_{3n}
0.00	37.0	22.0	15.0	0.65	22.0	15.0	0.56	15.0	22.0	0.56
5.00	52.0	33.0	19.0	0.83	29.0	23.0	0.85	17.0	35.0	0.9
10.0	56.0	33.0	23.0	1.0	31.0	25.0	0.93	17.0	39.0	1.0
15.0	44.0	32.0	12.0	0.52	22.0	22.0	0.81	12.0	32.0	0.82
20.0	43.0	36.0	7.0	0.3	31.0	12.0	0.44	34.0	9.0	0.23
25.0	43.0	57.0	-14.0	-0.6	58.0	-15.0	-0.55	60.0	-17.0	-0.43
30.0	35.0	49.0	-14.0	-0.6	50.0	-15.0	-0.55	65.0	-30.0	-0.77
35.0	24.0	29.0	-5.0	-0.22	33.0	-9.0	-0.33	50.0	-26.0	-0.66
40.0	50.0	33.0	17.0	0.74	23.0	27.0	1.0	17.0	33.0	0.85
45.0	60.0	57.0	3.0	0.13	49.0	11.0	0.4	42.0	18.0	0.46

ТАБЛИЦА 3. Дифракция ЭМВ на цилиндре.

3.2. Графики и рисунки. Графический анализ экспериментальных данных представлен на рисунках 2-6.

Рисунок 2 отражает зависимость энергии дифрагированной волны от удалённости точки наблюдения при различных физических размерах препятствия (в д.сл. цилиндра). Из рисунка видно, что с увеличением диаметра цилиндра поле в области геометрической тени становится менее значительным, а изменение поля — менее динамичным.

Рисунок 3 визуализирует полученную на основе таблицы (3.1) экспериментальную зависимость поля дифрагированной на цилиндре волны от величины отклонения измерительного прибора при фиксированном расстоянии измерителя до цилиндра при различных диаметрах последнего. Наглядно продемонстрирован высокий коэффициент корреляции нормированных величин. Форма результирующих кривых подтверждает явление интерференции дифрагированных ЭМВ.

Рисунок 4 является демонстрацией аналогичных явлений при дифракции на щели. Характерной особенностью интерференционной картины на щели является смещение максимумов поля для различных диаметров препятствия. Наиболее релевантным подтверждением явления дифракции и последующей интерференции на щели является кривая, соответствующая ширине щели, равной половине длины ЭМВ.

Рисунки 5, 6 иллюстрируют зависимость угла половинной мощности для различных размеров препятствия, выраженных в длинах волны источника, где препятствиями являются цилиндр и щель соответственно. Характер поведения сглаженных кривых, формально, знак второй производной, различается для разных типов препятствий.

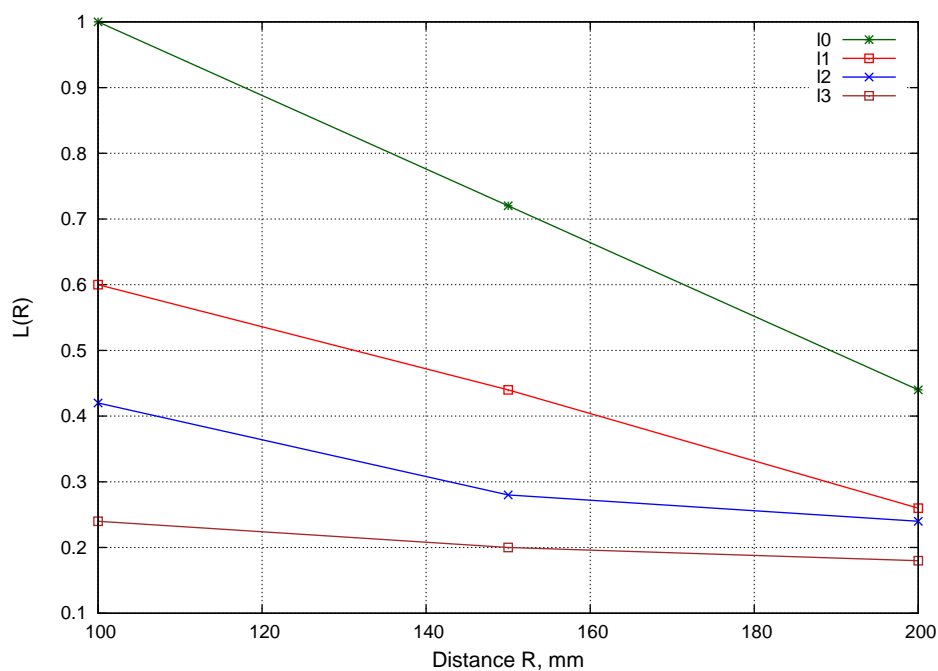


Рис. 2. График зависимости величины ЭМП в области геометрической тени от расстояния до цилиндра.

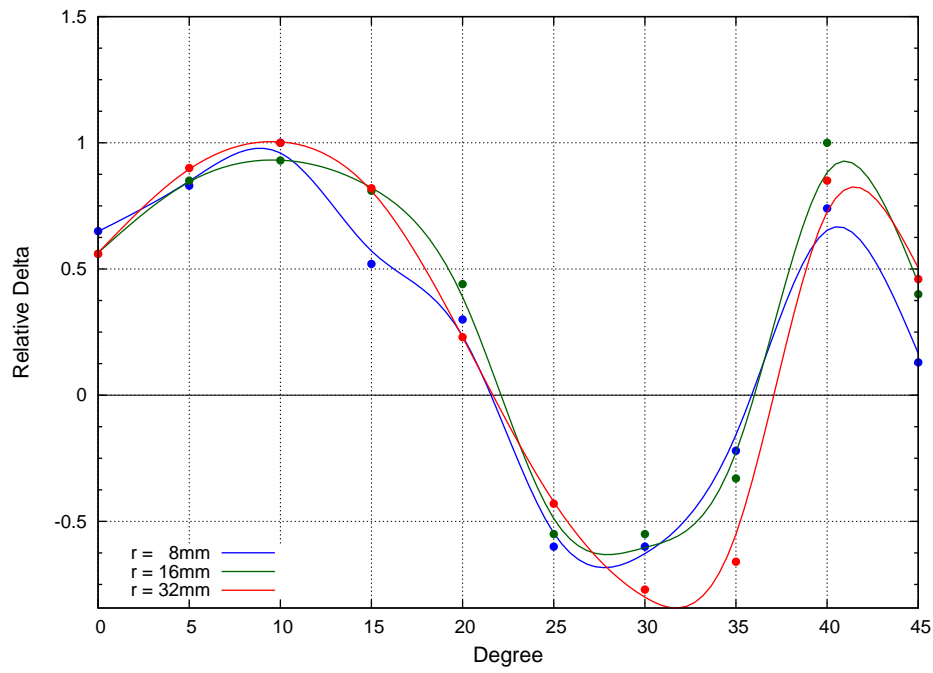


Рис. 3. График зависимости величины ЭМП от угла преломления ЭМВ на цилиндре.

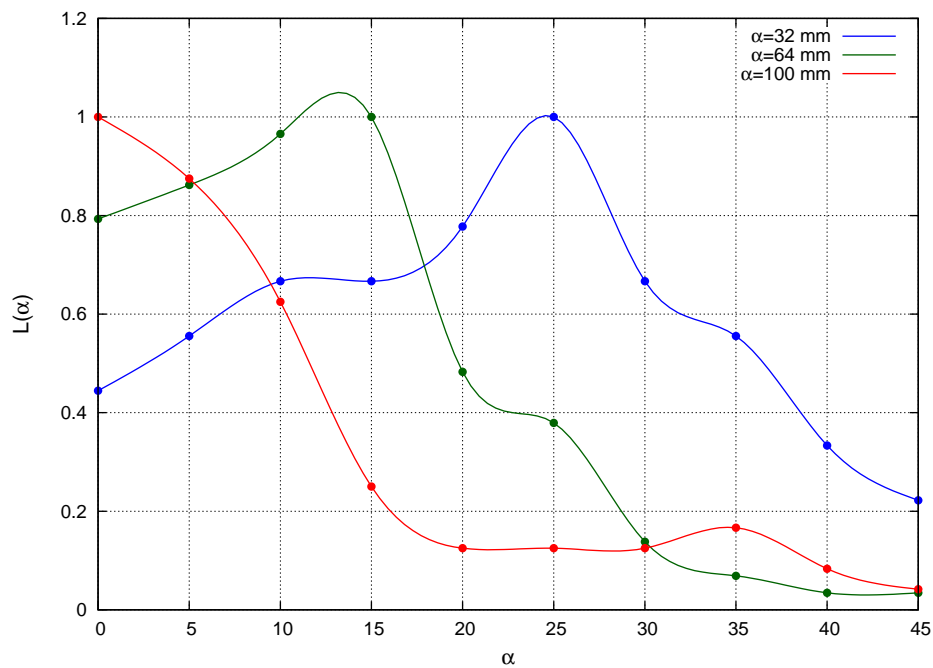


Рис. 4. График зависимости величины ЭМП от угла преломления ЭМВ на щели.

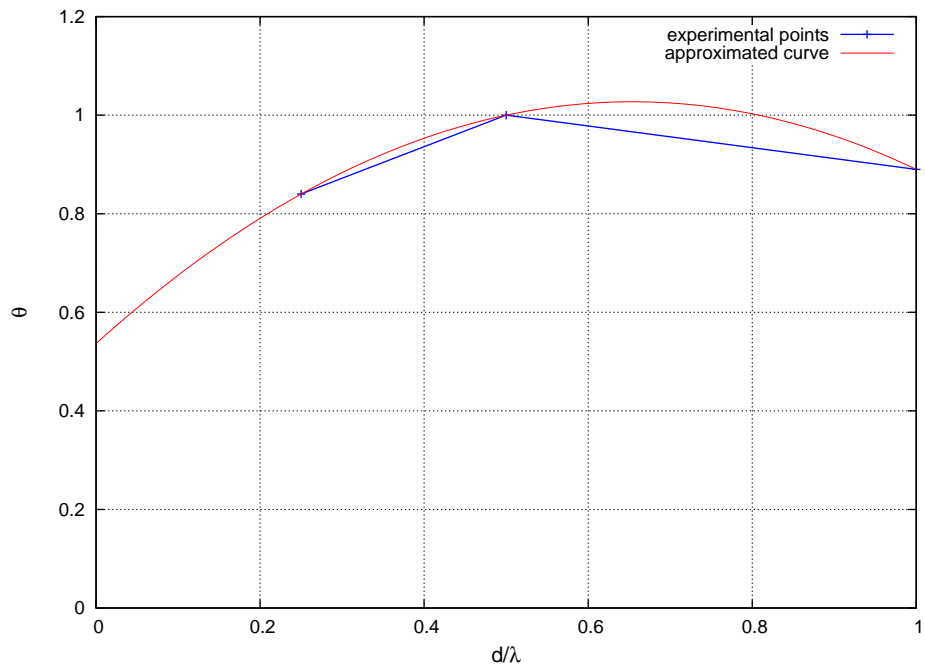


Рис. 5. График зависимости угла половинной мощности от нормированных размеров цилиндра.

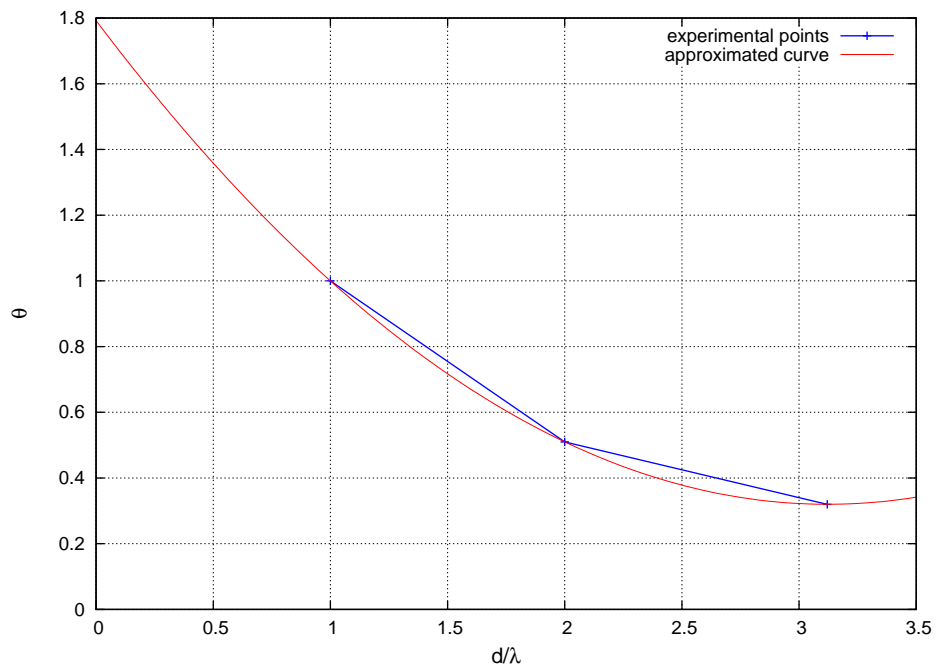


Рис. 6. График зависимости угла половинной мощности от нормированных размеров щели.