
Исследование Структуры Электромагнитного Поля над Проводящей Плоской Поверхностью

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4

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

Санкт-Петербург
2012

1. Цель Работы

- Изучение законов отражения плоских электромагнитных волн от плоской проводящей поверхности
- Изучение структуры поля при нормальном и наклонном падении параллельно поляризованной волны на плоскую проводящую поверхность
- Изучение структуры поля при наклонном падении перпендикулярно поляризованной волны на плоскую проводящую поверхность
- Исследование распределения по нормали к экрану амплитуд составляющих электрического поля в зависимости от угла падения на проводящий экран параллельно поляризованной плоской электромагнитной волны
- Исследование волны, направляемой металлической границей раздела
- Исследование распределения амплитуд составляющих поля по нормали к экрану в зависимости от угла падения на проводящий экран параллельно и перпендикулярно поляризованных плоских электромагнитных волн.

2. Схема Лабораторной Установки

Схема лабораторной установки представлена на Рис. 1, компоненты установки обозначены следующим образом:

- (1) СВЧ-генератор
- (2) излучающий пирамидальный рупор
- (3) волновод прямоугольного сечения
- (4) коаксиальный волновой переход
- (5) полуволновой симметричный вибратор
- (6) коаксиальный соединитель
- (7) детекторная секция
- (8) измерительный усилитель
- (9) металлический стол с крестообразными прорезями
- (10) плоский основной алюминиевый экран
- (11) плоский дополнительный алюминиевый экран.

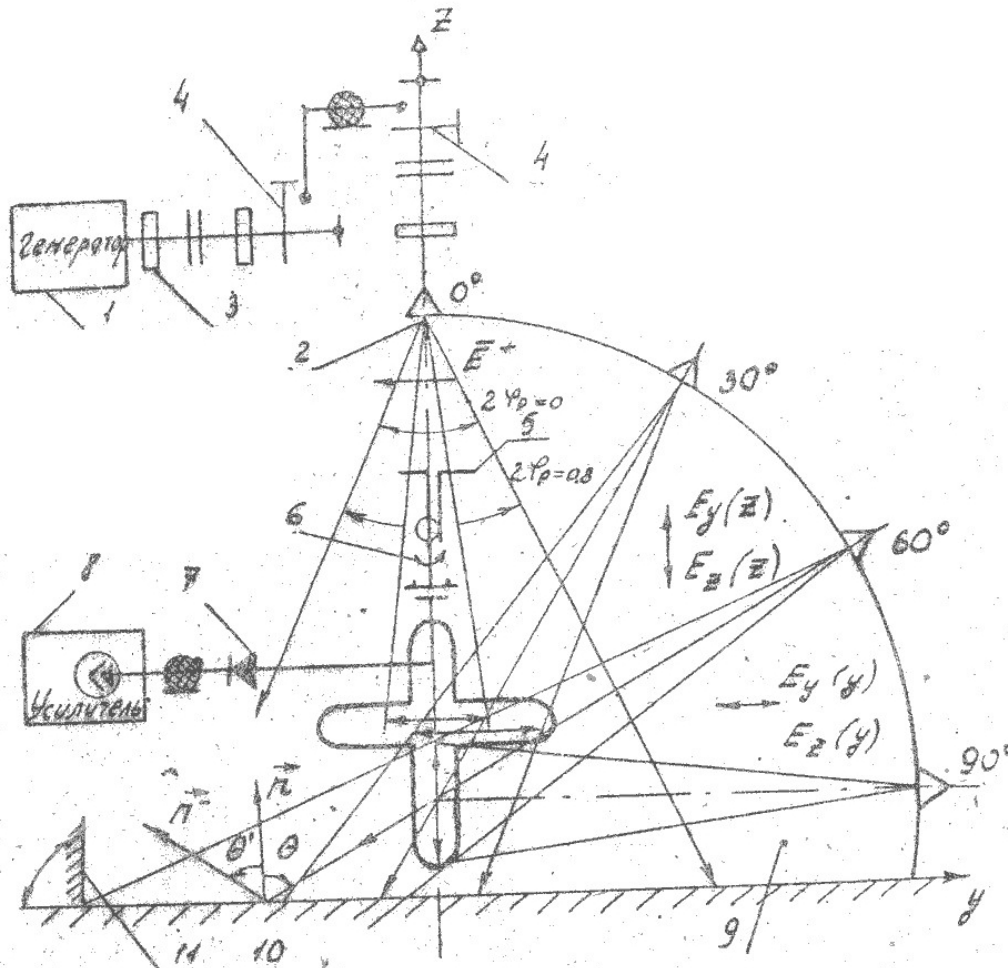


Рис. 1. Принципиальная схема лабораторной установки

3. Результаты измерений и вычислений

3.1. Измерения и вычисления.

3.1.1. $\Delta\varphi_{\text{расч}}$.

$$\left. \begin{aligned} \lambda_d &= \frac{\lambda}{\sqrt{1 - (\lambda/2\alpha)^2}} \\ \varphi_\tau &= \frac{2\pi}{\lambda_d} d \\ \varphi_n &= \frac{2\pi}{\lambda} d \\ \lambda &= \frac{c}{f} \\ \Delta\varphi_{\text{расч}} &= \varphi_\tau - \varphi_n \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left| \begin{aligned} c &= 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \\ f &= 11.96 \cdot 10^9 \text{ Hz} \\ \alpha &= 20 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ d &= 24 \cdot 10^{-3} \text{ m} \end{aligned} \right| \Rightarrow \left| \begin{aligned} \lambda &= 25 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ \lambda_d &= 32 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ \varphi_\tau &= 4.71 \\ \varphi_n &= 6.03 \\ \Delta\varphi_{\text{расч}} &= -1.32 \end{aligned} \right|$$

3.1.2. $\Delta\varphi_{\text{изм}}$. Значение сдвига фаз, полученное на основе экспериментальных данных, вычисляется по формуле:

$$\Delta\varphi = \text{arctg} \left[\frac{2r}{(1 + r^2) \sin^2 \beta_0} \right] \quad (3.1)$$

На основе данных таблицы 3 протокола измерений (см. Приложение 1) были получены следующие значения сдвига фаз:

$$\begin{aligned}
 \Psi = 15^\circ \quad \Delta\varphi_{\text{изм}} &= 1.25 \\
 \Psi = -15^\circ \quad \Delta\varphi_{\text{изм}} &= 1.31 \\
 \Psi = 30^\circ \quad \Delta\varphi_{\text{изм}} &= -0.95 \\
 \Psi = -30^\circ \quad \Delta\varphi_{\text{изм}} &= -0.89
 \end{aligned} \tag{3.2}$$

Хорошо видно, что значение смещения очень точно совпадает с теоретической оценкой для $\Psi = 15^\circ$ и довольно сильно расходится при $\Psi = 30^\circ$. Это может объясняться накопленной погрешностью измерительных приборов и увеличением влияния окружающих неучтенных препятствий с увеличением угла отклонения.

3.1.3. *Коэффициент эллиптичности без учета различного затухания составляющих вектора.*

$$r_2 = r_1 B \tag{3.3}$$

$$\left. \begin{aligned} r_1 &= \sqrt{\frac{\alpha_{+45}}{\alpha_{-45}}} \\ B &= \sqrt{\frac{\alpha_n}{\alpha_\tau}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left| \begin{aligned} r_1 &= \sqrt{\frac{46}{42}} = 1.0465 \\ r_1 B &= \sqrt{\frac{40}{32}} \cdot 1.0465 = 1.17 \end{aligned} \right.$$

3.2. Таблицы результатов измерений и вычислений. Результаты исследования линейно поляризованной волны приведены в таблице 1. Полученные характеристики эллиптически поляризованных волн сведены в эту же таблицу для компактности и удобства. Графы таблиц, дублирующие таблицы протокола измерений (см. Приложение 1), здесь приведены не будут.

| θ° | Линейная волна, α_n | Эллиптич. волна, α_n | |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | $\Psi = 30^\circ$ | $\Psi = -30^\circ$ |
| 0 | 1 | 0.707107 | 0.803219 |
| 15 | 0.960769 | 0.534522 | 0.803219 |
| 30 | 0.862316 | 0.327327 | 0.915811 |
| 45 | 0.679366 | 0.387298 | 0.983739 |
| 60 | 0.566139 | 0.46291 | 1 |
| 75 | 0.330113 | 0.547723 | 0.950382 |
| 90 | 0 | 0.755929 | 0.842424 |
| 105 | 0.310087 | 0.894427 | 0.851943 |
| 120 | 0.599145 | 1 | 0.581988 |
| 135 | 0.679366 | 0.956183 | 0.475191 |
| 150 | 0.847319 | 0.861892 | 0.439941 |
| 165 | 0.9337 | 0.717137 | 0.508001 |
| 180 | 0.960769 | 0.676123 | 0.803219 |
| 195 | 0.919866 | 0.507093 | 0.803219 |
| 210 | 0.800641 | 0.316228 | 0.915811 |
| 225 | 0.620174 | 0.400892 | 0.983739 |
| 240 | 0.531085 | 0.478091 | 1 |
| 255 | 0.299572 | 0.755929 | 0.950382 |
| 270 | 0 | 0.755929 | 0.803219 |
| 285 | 0.299572 | 0.861892 | 0.823055 |
| 300 | 0.57735 | 0.92582 | 0.538816 |
| 315 | 0.640513 | 0.910259 | 0.421212 |
| 330 | 0.816497 | 0.828079 | 0.40161 |
| 345 | 0.905822 | 0.676123 | 0.475191 |
| 360 | 1 | 0.707107 | 0.803219 |

ТАБЛИЦА 1. Исследование линейно и эллиптически поляризованных волн.

3.3. Графики и рисунки. Наиболее наглядным способом демонстрации и анализа поляризованных волн являются поляризационные диаграммы. На рисунках 2 и 4 представлены диаграммы для линейно и эллиптически поляризованных волн. Они хорошо согласуются с теоретическими формами кривых, что подтверждает корректность проведенных измерений и обработки их результатов.

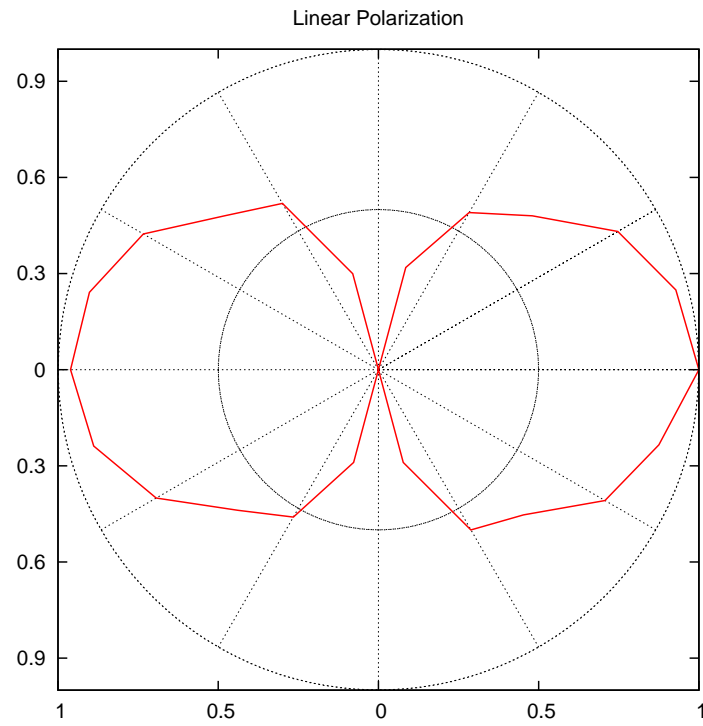


Рис. 2. Поляризационная диаграмма линейно поляризованной волны

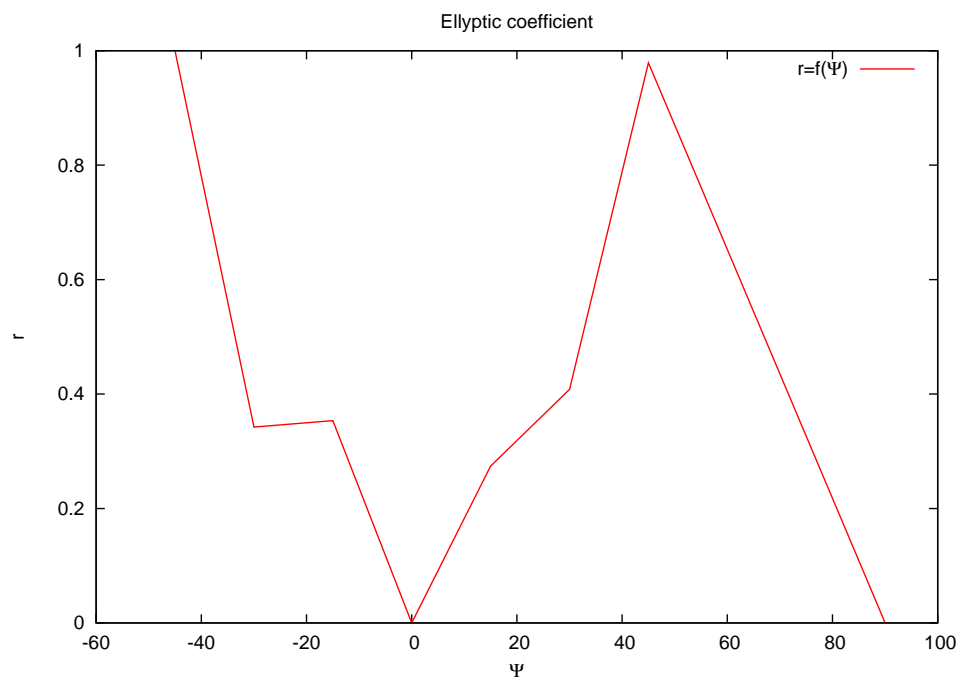


Рис. 3. График зависимости эллиптичности от угла поворота поляризационной решетки

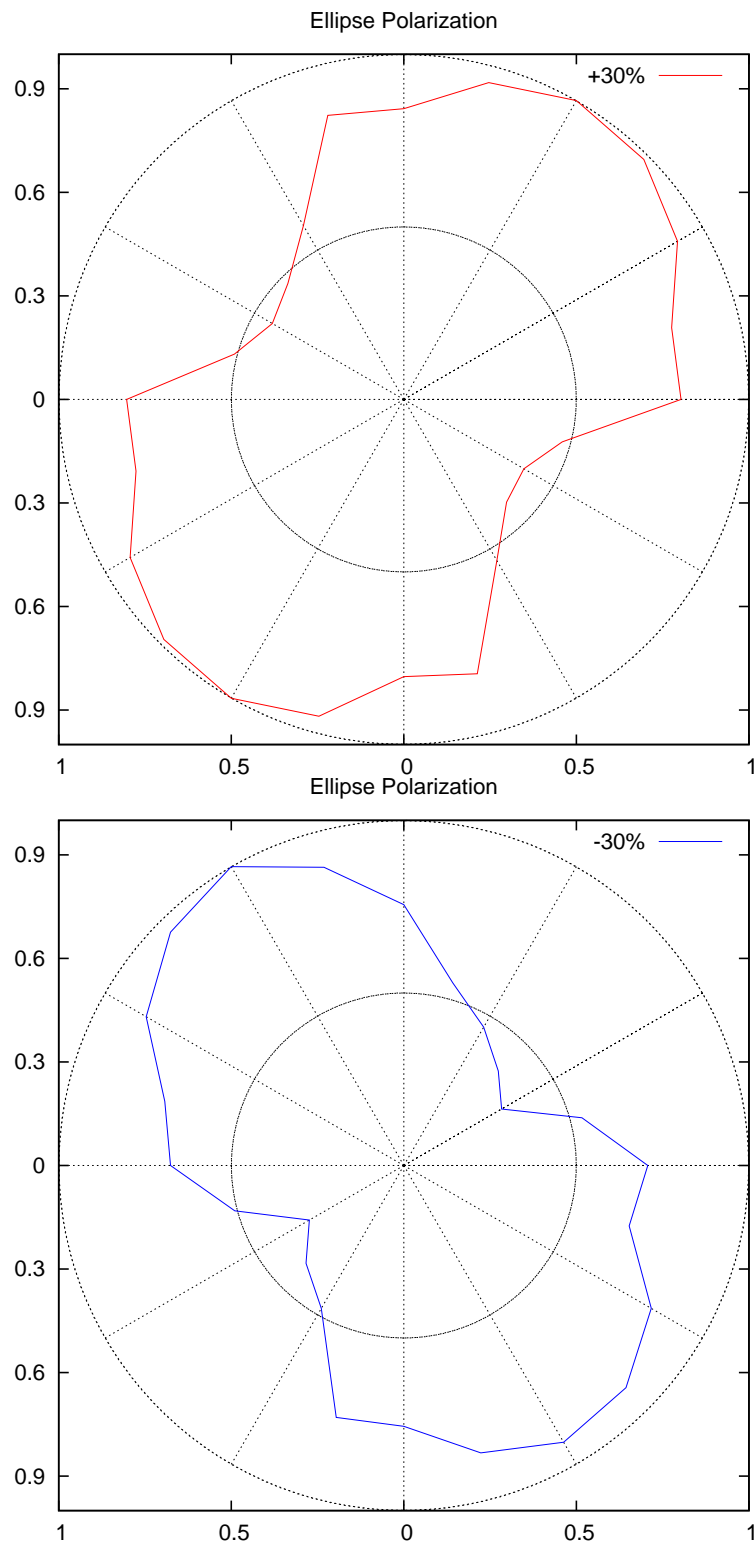


Рис. 4. Поляризационная диаграмма эллиптически поляризованной волны