

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»**

---

Факультет Радиотехнологий связи  
Кафедра Радиосистем и обработки сигналов  
Дисциплина «Техническая электродинамика»

**Лабораторная работа № 4  
Исследование электромагнитного поля в линиях передачи с волнами класса Т**

Выполнили:

Громов А.А.  
Миколаени М.С.  
ИКТЗ-83

Проверил:

Гуреев А. Е.

---

Санкт-Петербург

2020

### Цель работы:

1. Экспериментальное исследование электромагнитного поля Т-волны в измерительной плоскостной линии и в коаксиальном круглом волноводе.
2. Измерение длины волны в плоскостной линии и в коаксиальном круглом волноводе для Т-волны.

### Схема установки:

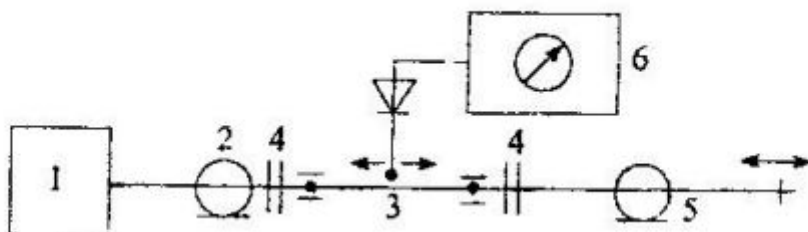


Схема лабораторной установки представлена на рис. 4.8, где 1 – генератор высокочастотных колебаний, 2 – коаксиальный волновод, 3 – измерительная линия Р1-3, построенная на основе плоскостной линии (рис. 4.3), 4 – переход с измерительной линии на коаксиальный волновод, 5 – коаксиальный волновод, короткозамкнутый или согласованный, 6 – индикаторный прибор (микроамперметр или измерительный усилитель).

### Теоретическая часть:

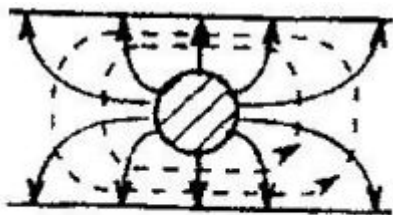


Рис. 4.6

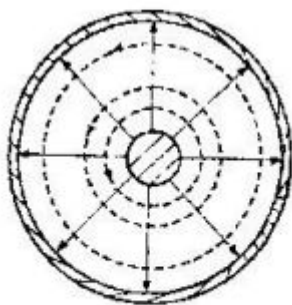


Рис. 4.7

1. Волна может распространяться только в таких линиях передачи, по которым возможны передачи энергии постоянного тока, т.е. в линиях, состоящих не менее чем из двух изолированных друг от друга параллельных металлических проводников.
2. Для определения диапазона одноволнового режима плоской линии  $2a > \lambda > a$  следует определить  $\lambda_{кр}$  поля первого высшего тока  $H_{11}$ :

$$\lambda_{кр} = 2d + \pi b / 2$$

В этом случае условие принимает вид

$$2d + \pi b/2 < \lambda < \infty$$

Для коаксиального :

$$\pi(d+b)/2 < \lambda < \infty, \text{ где } \lambda_{\text{кр}} = \pi(d+b)/2$$

3. Характеристическое сопротивление:

$$z_i = \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}} \text{ (Ом)}$$

4. Волновое сопротивление

$$z_\beta + \frac{U_\pm(z)}{I(z)} = \frac{U_{0+}}{I_{0+}}$$

Для коаксиального:

$$z_\beta = \frac{Z_\lambda}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{d}\right) = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln\left(\frac{b}{d}\right) \text{ (Ом)}$$

5. Коэффициент отражения по напряжению. отношение напряжению отраженной волны к напряжению падающей волны
6. В Ян = ∞ (“холостой ход”) установлен режим стоячей волны т.к. в режиме стоячей волны амплитуда поля изменяется, то излучение существует.

#### Предварительные расчеты:

1. d=6mm, b=11mm

$$2d + \pi b/2 < \lambda < \infty \Rightarrow 2 \cdot 6 + 3.14 \cdot 11 \cdot \frac{10^{-3}}{2} < \lambda < \infty \Rightarrow 29\text{mm} < \lambda < \infty$$

2. b=10mm, d=4.34mm

$$\pi(d+b)/2 < \lambda < \infty \Rightarrow 3.14 \cdot (10 \cdot 10^{-3} + 4.34 \cdot 10^{-3})/2 < \lambda < \infty \Rightarrow 23\text{mm} < \lambda < \infty$$

#### Таблицы измерений:

Таблица 1:

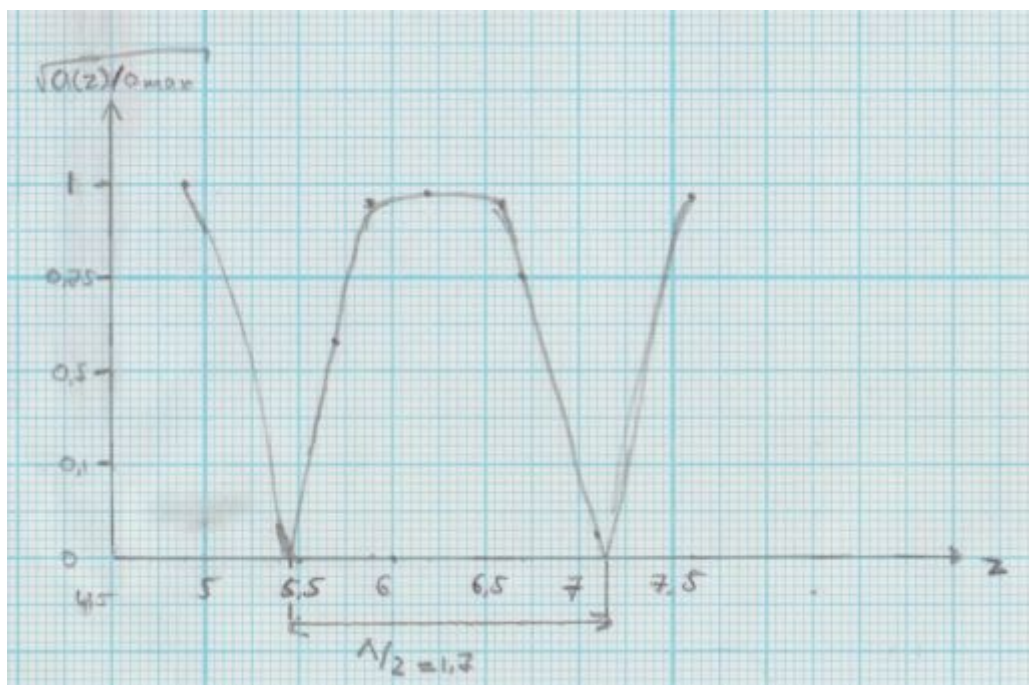
z	a(z)	$\sqrt{a(z)/a_{\text{max}}}$
4.9	2.6	1
5.4	0.02	0.08
5.9	2.3	0.94
5.7	0.9	0.58
6.2	2.5	0.98
6.7	1.5	0.75
6.6	2.4	0.96
7.1	0.01	0.06
7.6	2.4	0.96

Таблица 2:

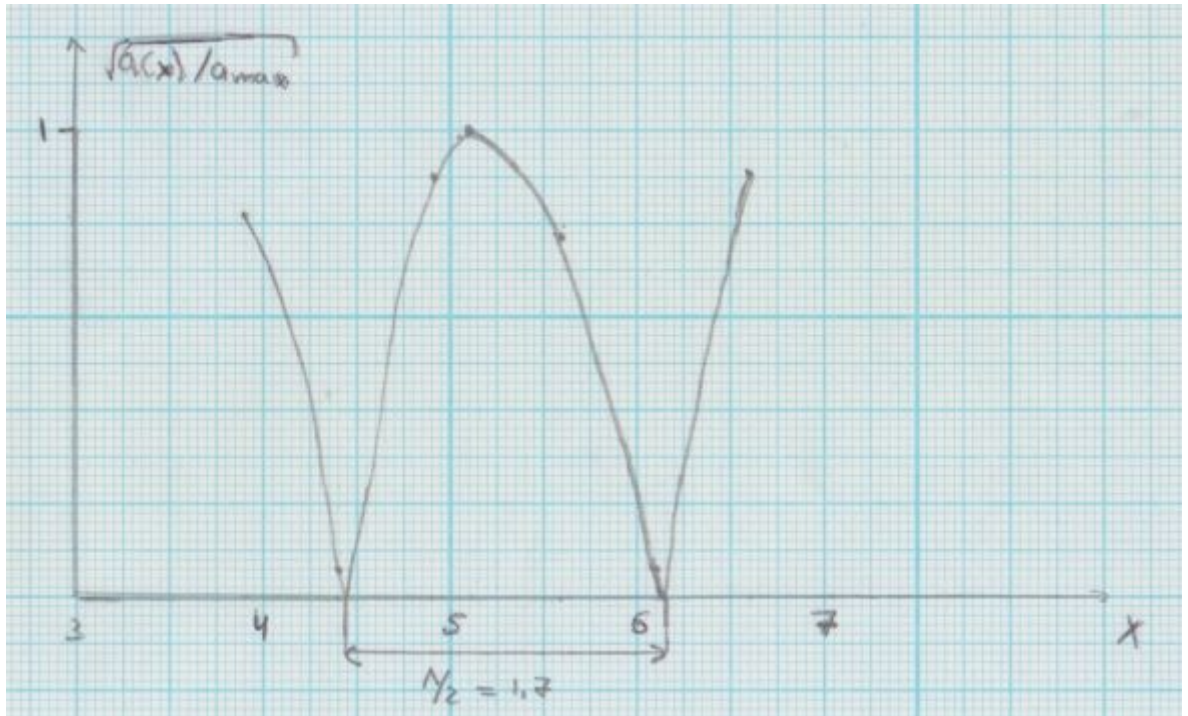
x	a(x)	$\sqrt{a(x)/a_{\max}}$
3.9	1.7	0.82
4.4	0.01	0.06
4.9	2.0	0.89
4.6	0.6	0.48
5.1	2.5	1
5.6	1.5	0.77
5.6	1.5	0.77
6.1	0.01	0.06
6.6	2.2	0.93

**Обработка результатов измерений:**

1.



Для плоскостной линии



Для коаксиального волновода

$$2. \quad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{9000 \cdot 10^6} = 0.0(3) = 3.3 \text{ см} - \text{теоретическая длина волны}$$

$\Lambda = 1,7 \cdot 2 = 3.4 \text{ см}$  - экспериментальная длина волны для плоскостной линии.

$\Lambda = 1,7 \cdot 2 = 3.4 \text{ см}$  - экспериментальная длина волны для коаксиального волновода.

3.

Для  $a(x)$ :

$$K_{\text{св}} = \frac{E_{\text{maxm}}}{E_{\text{min m}}} = \sqrt{\frac{\alpha_{\text{max}}}{\alpha_{\text{min}}}} = \sqrt{\frac{2.5}{0.01}} = 15.8$$

Для  $a(z)$ :

$$K_{\text{св}} = \frac{E_{\text{maxm}}}{E_{\text{min m}}} = \sqrt{\frac{\alpha_{\text{max}}}{\alpha_{\text{min}}}} = \sqrt{\frac{2.6}{0.01}} = 16.1$$

**Выводы:**

1. Значения теоретической и экспериментальной длин волн для обоих типов волноводов почти совпали, и входят в рассчитанный диапазон частот.
2. Коэффициенты стоячей волны для плоскостной линии и коаксиального волновода практически совпадают по значениям.