



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ (РЛ6)

О Т Ч Ё Т

по лабораторной работе №1

Название: Проектирование волноводов

Дисциплина: Устройства СВЧ и антенны

Филимонов Степан РЛ6-51

Быков Роман РЛ6-51

Костышина Василина РЛ6-51

Преподаватель : Федоркова Нина Валентиновна

Москва, 2022

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЛНОВОДОВ

Цель работы – освоение методики проектирования конструкции прямоугольного волновода с учетом частотного диапазона и требований к потерям в стенках волновода ; исследование влияния материала волновода на потери

Исходные данные: в прямоугольном металлическом волноводе длиной $\lambda_v/2$ в полосе частот $f_0 \pm 1$ ГГц распространяется волна типа H_{10} , где $f_0 = 37$ ГГц

Расчетная часть

1. Рассчитаем длину волны в воздухе : $\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = 0,008 \text{ м} = 8 \text{ мм}$

2. Найдем размер широкой стенки волновода из соотношения $\frac{\lambda_0}{2} < a < \lambda_0$

$$4 \text{ мм} < a < 8 \text{ мм}$$

Данному условию удовлетворяют следующие типы волноводов :

- R500 – $a = 4,77 \text{ мм}$
- R400 – $a = 5,69 \text{ мм}$
- R320 – $a = 7,11 \text{ мм}$

3. Критические длины волн

- R500 – $\lambda_{\text{крит}} = 2a = 9,54 \text{ мм}$
- R400 – $\lambda_{\text{крит}} = 2a = 11,3 \text{ мм}$
- R320 – $\lambda_{\text{крит}} = 2a = 14,22 \text{ мм}$

4. Длину волны в волноводе найдем по формуле: $\lambda_{\text{волн-де}} = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - (\frac{\lambda_0}{2a})^2}}$

- R500 – $\lambda_{\text{волн-де}} = 15,39 \text{ мм}$
- R400 – $\lambda_{\text{волн-де}} = 11,56 \text{ мм}$
- R320 – $\lambda_{\text{волн-де}} = 9,86 \text{ мм}$

5. Для двух волноводов посчитаем характеристическое сопротивление по

формуле $Z_c = \frac{120\pi}{\sqrt{1 - (\frac{\lambda_0}{2a})^2}}$

- $R_{400} - Z_c = 537,27 \text{ Ом}$

- $R_{320} - Z_c = 458,89 \text{ Ом}$

6. Для волновода R320, изготовленного из латуни и алюминия посчитаем потери в волноводе:

$$\alpha_{мет} = \frac{0,0434}{b} \sqrt{\frac{f}{\sigma}} \frac{1 + (\frac{\lambda_0}{2a})^2}{\sqrt{1 - (\frac{\lambda_0}{2a})^2}}$$

Для латуни $\sigma_{латунь} = 2 * 10^7 \text{ См/м}$

$$\alpha_{мет} = \frac{0,0434}{0,0036} \sqrt{\frac{37000}{2 * 10^7}} \frac{1 + (\frac{8}{14,22})^2}{\sqrt{1 - (\frac{8}{14,22})^2}} = 1,69 \text{ дБ/м}$$

Для алюминия $\sigma_{алюминий} = 3,2 * 10^7 \text{ См/м}$

$$\alpha_{мет} = \frac{0,0434}{0,0036} \sqrt{\frac{3000}{3,2 * 10^7}} \frac{1 + (\frac{8}{14,22})^2}{\sqrt{1 - (\frac{8}{14,22})^2}} = 1,34 \text{ дБ/м}$$

Из полученных расчетов видно, что меньшими потерями обладает волновод, изготовленный из алюминия.

Практическая часть

1.Рассмотрим волновод R320 (материал - алюминий)

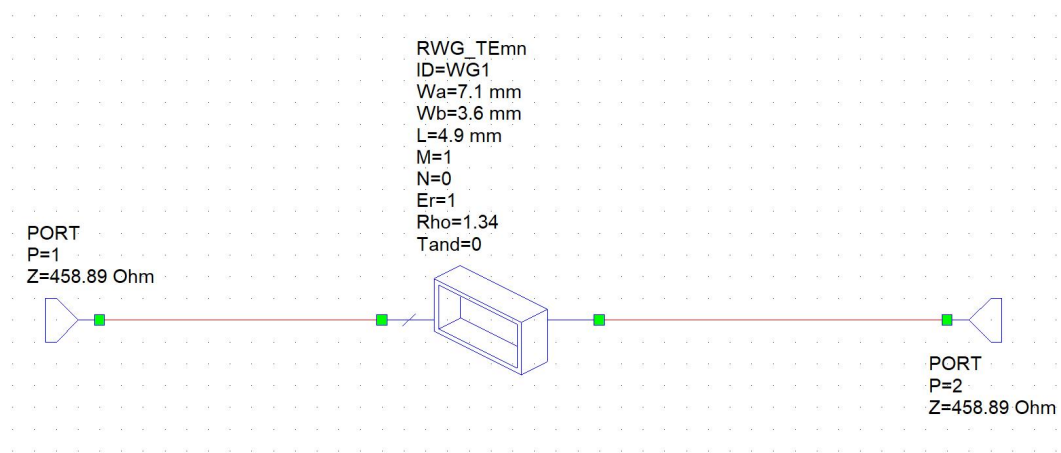


Рисунок 1 – Схема расчета волновода R320 из алюминия

Построим амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) модуля матрицы рассеивания $|S_{21}|$ и добавим маркер в точку минимального затухания

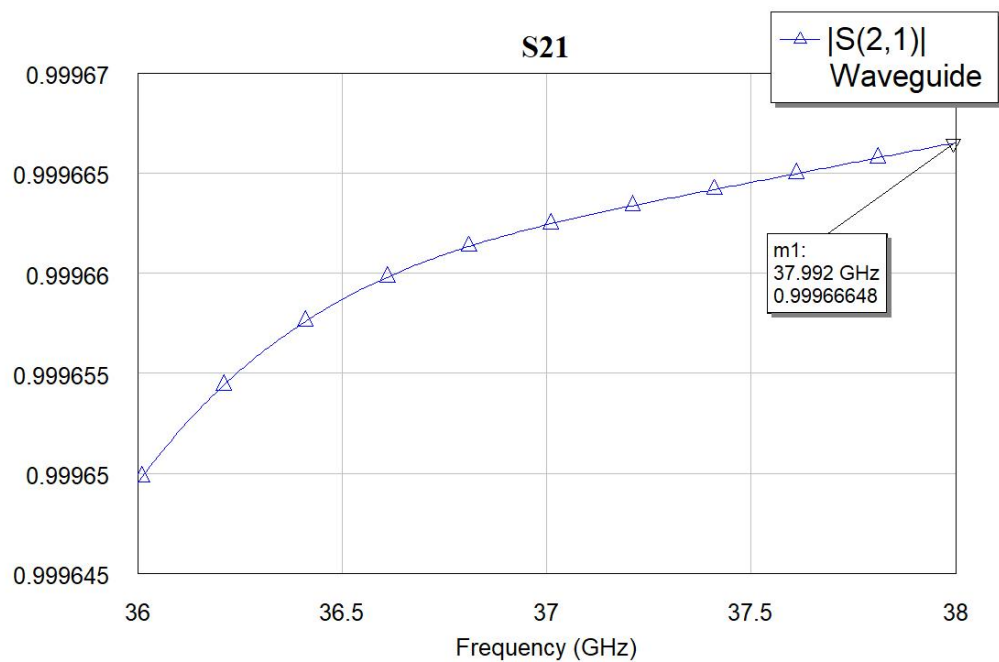


График 1 – АЧХ волновода R320 из алюминия

Теперь построим график расчета коэффициента отражения S_{11} и добавим маркер в точку минимального затухания

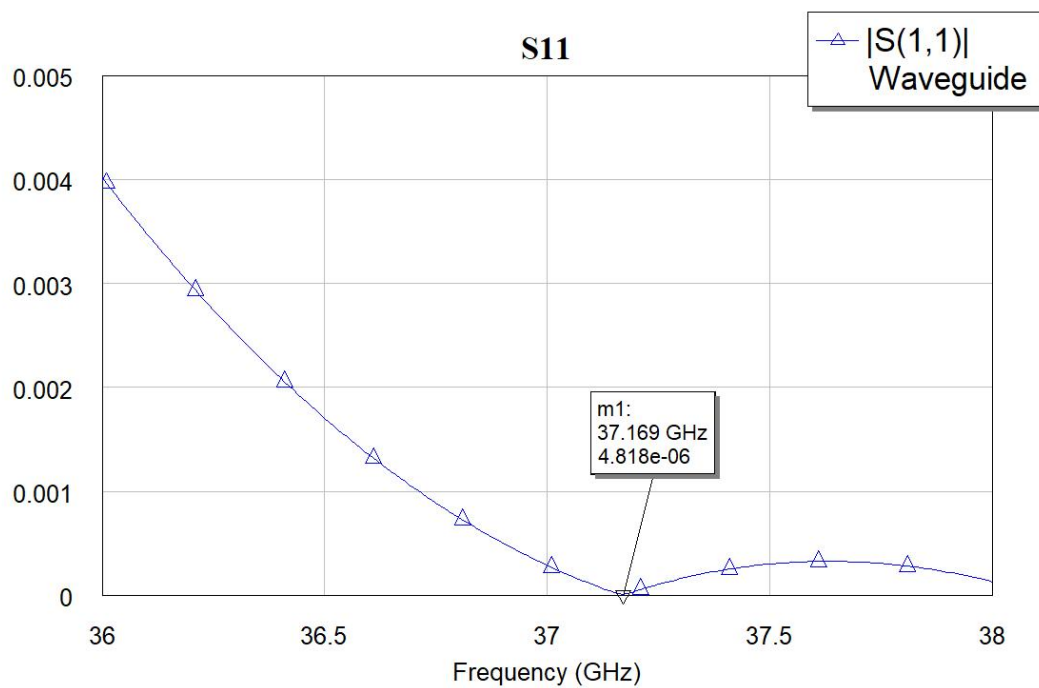


График 2 – Коэффициент отражения волновода R320 из алюминия

2. Рассмотрим волновод R320 (материал - латунь)

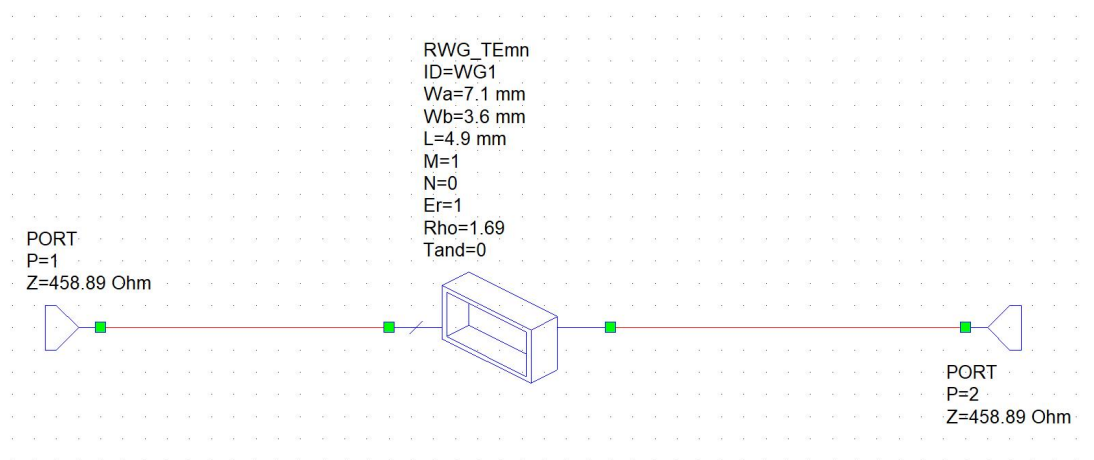


Рисунок 3 – Схема расчета волновода R320 из латуни

Построим амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) модуля матрицы рассеивания $|S_{21}|$ и добавим маркер в точку минимального затухания

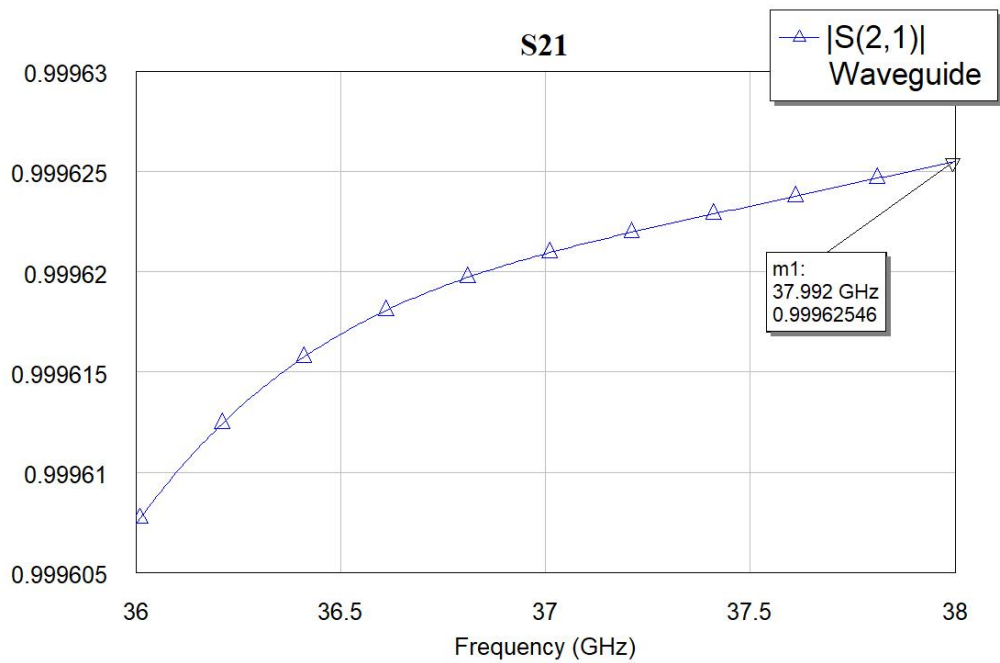


График 5 – АЧХ волновода R320 из латуни

Теперь построим график расчета коэффициента отражения S11 и добавим маркер в точку минимального затухания

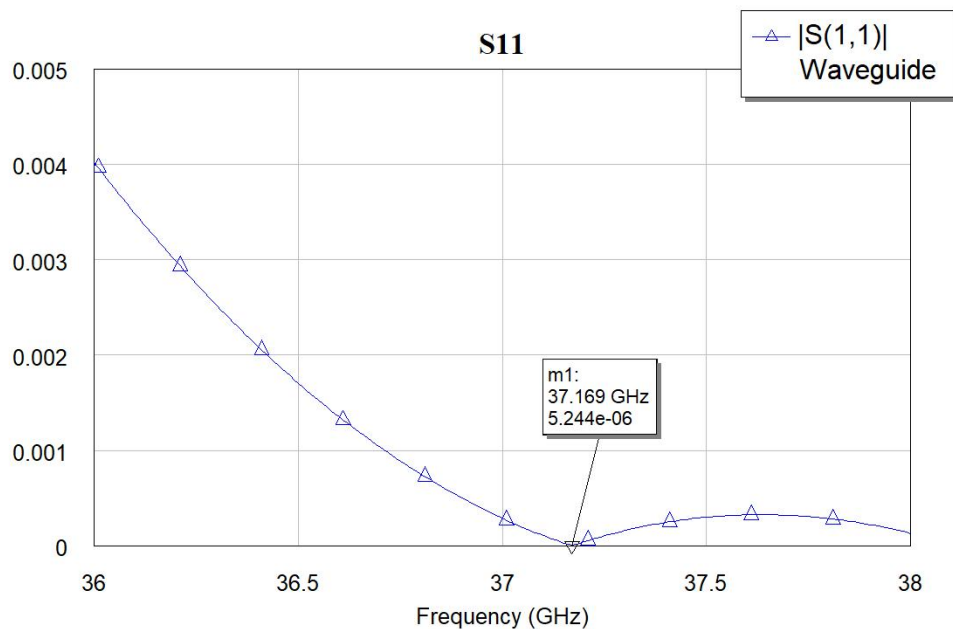


График 6 – Коэффициент отражения волновода R320 из латуни

3.Рассмотрим волновод R400 (материал - алюминий)

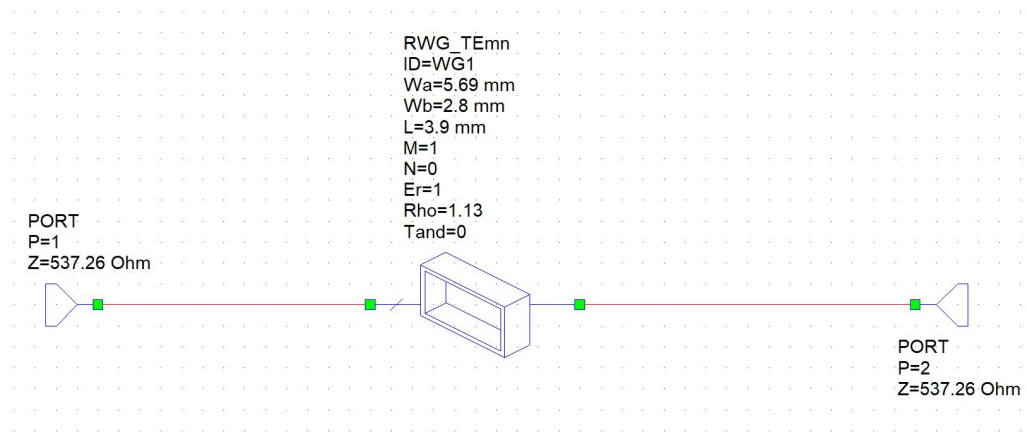


Рисунок 2 – Схема расчета волновода R400 из алюминия

Построим амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) модуля матрицы рассеивания $|S_{21}|$ и добавим маркер в точку минимального затухания

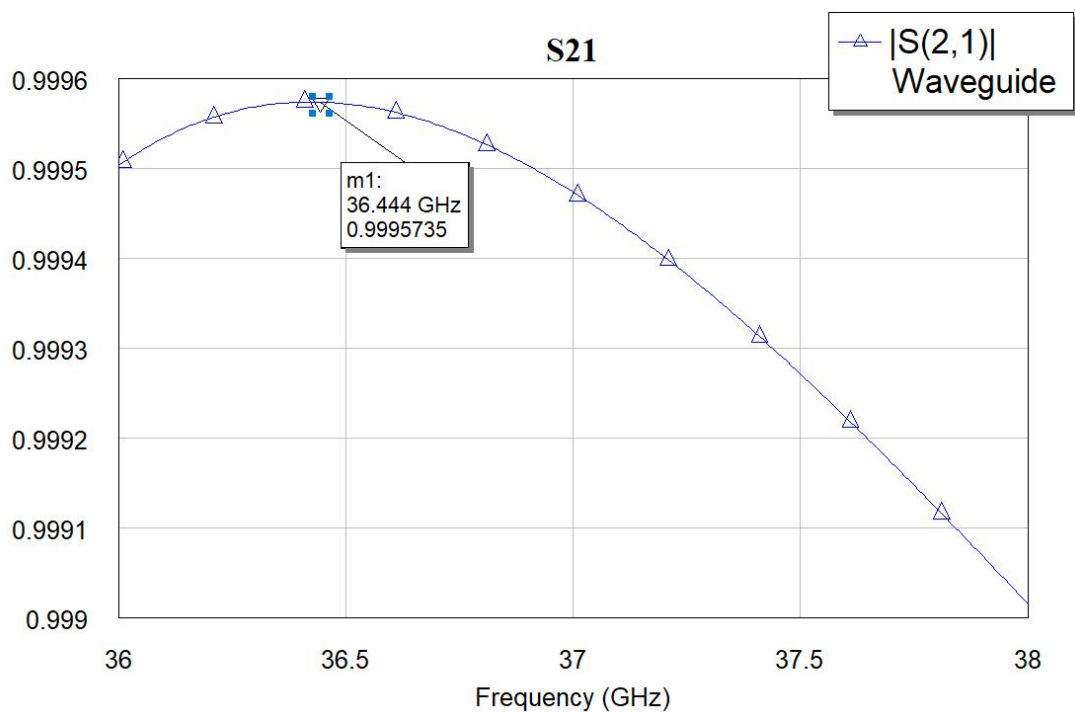


График 3 – АЧХ волновода R400 из алюминия

Теперь построим график расчета коэффициента отражения S11 и добавим маркер в точку минимального затухания

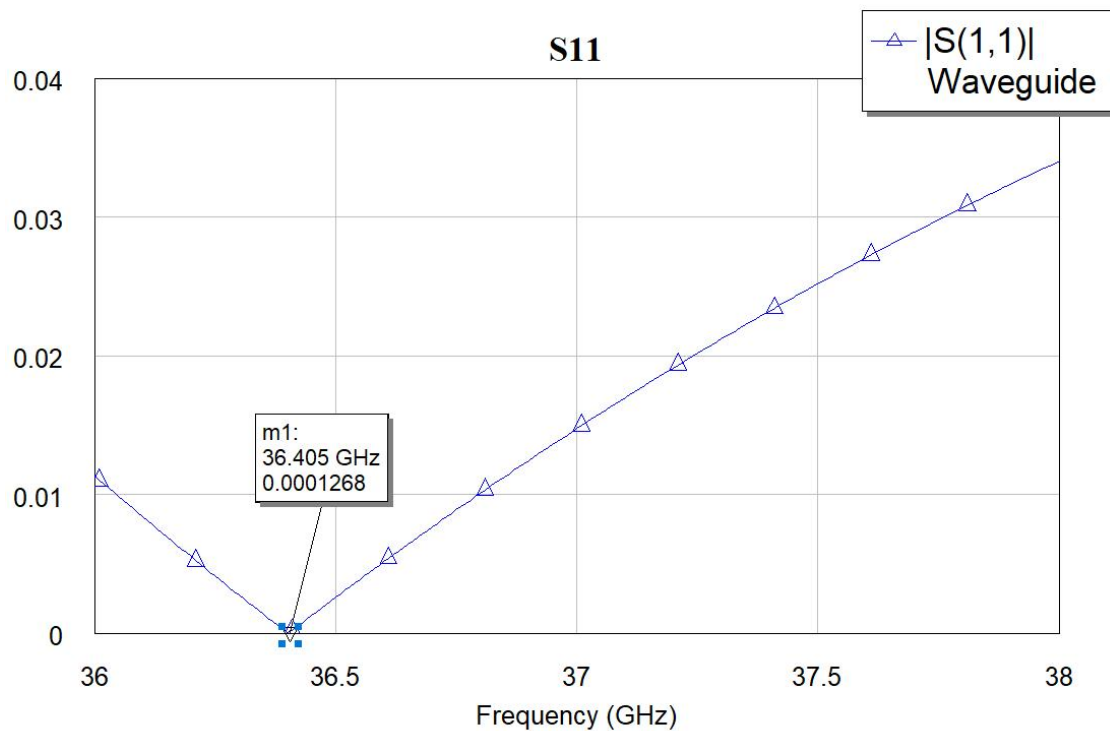


График 4 – Коэффициент отражения волновода R400 из алюминия

Выводы: в данной работе были рассмотрены характеристики волноводов разных сечений и разных материалов. Для них графически были получены амплитудно-частотные характеристики и зависимости коэффициента отражения от частоты. На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- на примере волноводов R320 и R400, изготовленных из одного материала (алюминий), но имеющих разное сечение, было установлено, что большими потерями обладает волновод R320 (1.34 дБ).
- сравнивая волновод R320 изготовленного из двух разных материалов: латуни и алюминия, меньшими потерями обладает волновод из алюминия, что объясняется меньшей проводимостью алюминия по сравнению с латунью. Данный вывод был также получен в расчетной части