Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника(РЛ)»

Кафедра «Радиоэлектронные системы и устройства(РЛ1)»

Домашняя задание №2

по дисциплине

«Электродинамика и распространение радиоволн»

Вариант № 12

Выполнил ст. группы РЛ-41

Филимонов С.В.

Проверил Русов Ю.С.

Оценка в баллах\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Москва, 2022

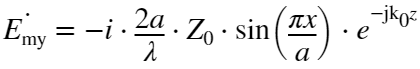
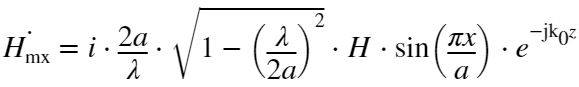
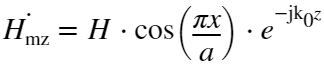
Задание № 1

Условие.

В прямоугольном волноводе сечением 23х10 мм^2 распространяется волна типа Н10. Волновод заполнен диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью εr = (1+0,25·M+0,01·N) и относительной магнитной проницаемостью µr = 1. Амплитуда напряжённости электрического поля в центре волновода равна (M+2,4·N)·10^4 В/м. Частота колебаний (1+0,008·N)·10 ГГц. Записать выражения для составляющих поля волны, определить мощность, передаваемую волной, фазовую и групповую скорости, длину волны в волноводе, а также плотности поверхностных токов на стенках (плотности поверхностных токов записать в виде выражений для четырех стенок).

Решение.

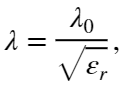
Поле H10 в прямоугольном волноводе:



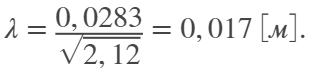
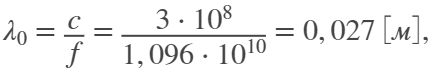
Критическая длина волны для поля H10 в прямоугольном волноводе



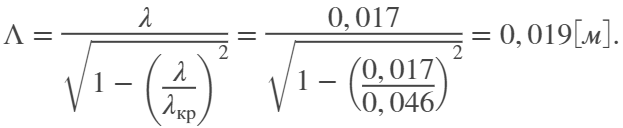
Длина волны в среде волновода, при условии что она не ограничена



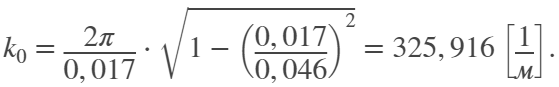
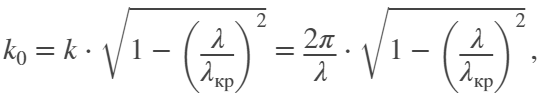
где λ0 - длина волны в воздухе.



Длина волны в волноводе



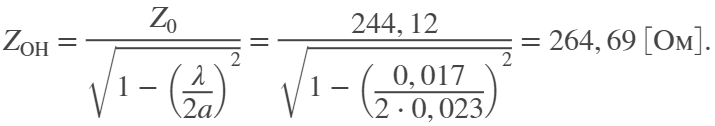
Продольная постоянная распространения



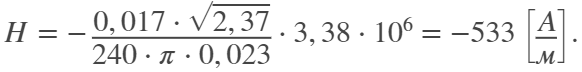
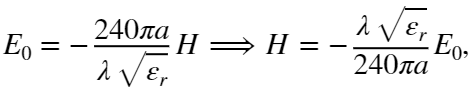
Характеристическое сопротивление среды, заполняющие волновод



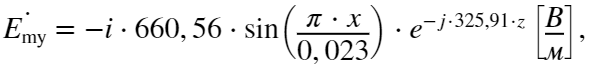
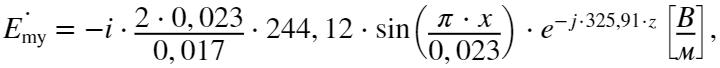
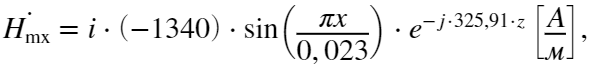
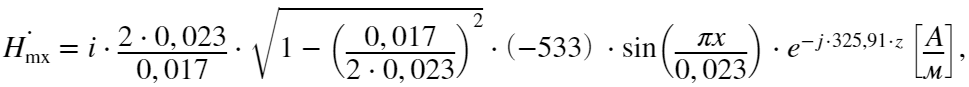
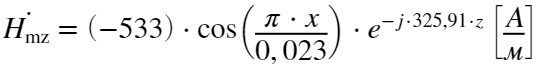
Характеристическое сопротивление волновода для волны Н10



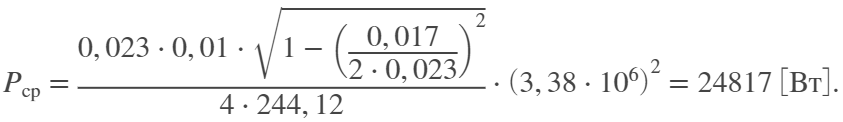
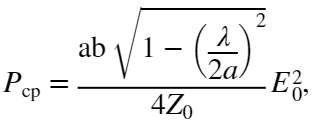
Определим коэффициент H



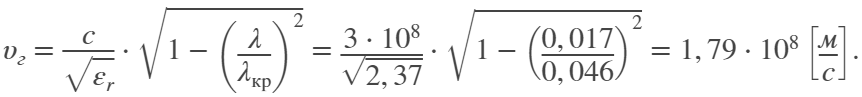
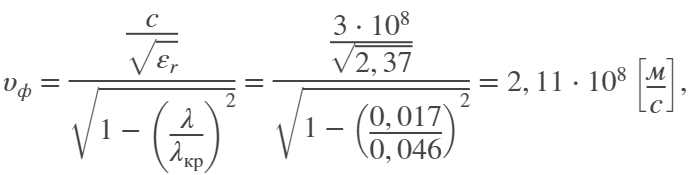
Выразим для составляющих поля в численном виде



Мощность, передаваемая волноводом



Фазовая и групповая скорость



Плотность поверхностных токов

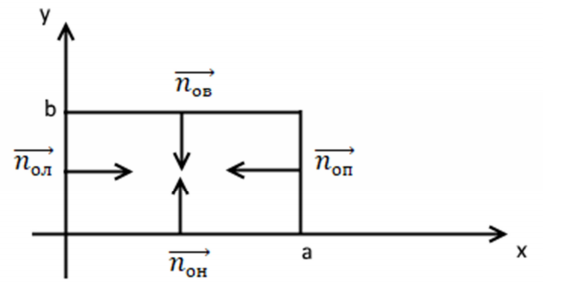
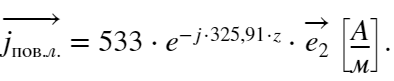
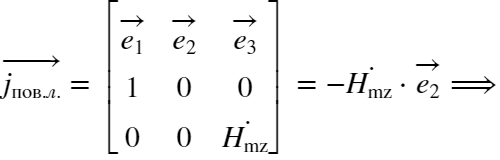
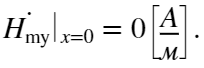
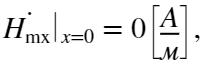
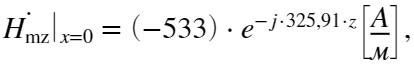


Рисунок 1 - Поверхностные токи.

1) На левой стенке



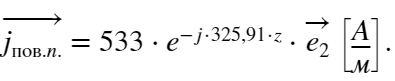
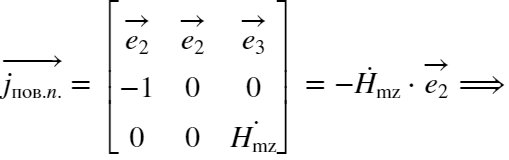
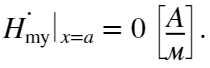
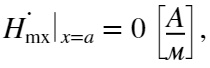
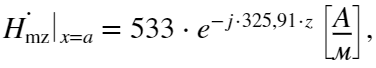
Составляющие поля (х = 0)



2) На правой стенке



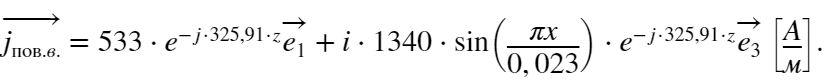
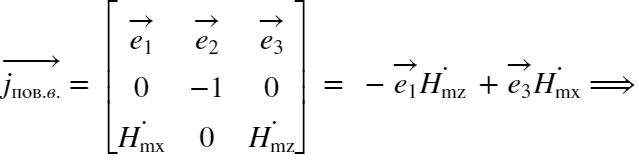
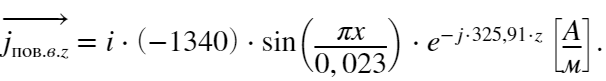
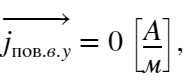
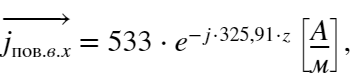
Составляющие поля (х = a)



3) На верхней стенке



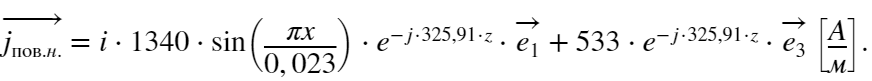
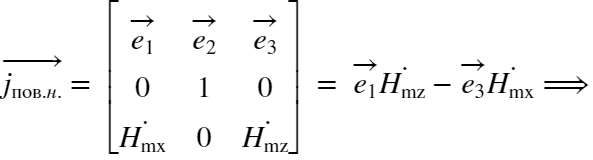
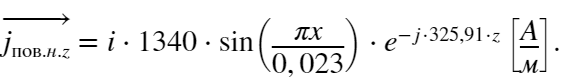
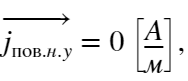
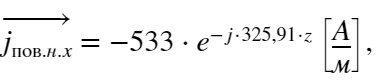
Составляющие поля не зависят от y



4) На нижней стенке



Составляющие поля не зависят от y



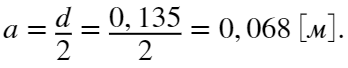
Задание № 2

Условие.

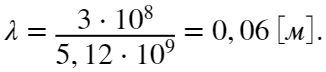
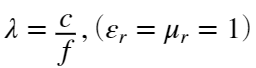
В круглом заполненном воздухом волноводе диаметром (1+0,12·M+0,1·N)·5 см распространяется волна типа H11. Частота колебаний 5 ·(1+0,012·N) ГГц, передаваемая мощность (1+0,012·M)· 1 кВт. Определить максимальное значение напряжённости электрического поля в волноводе.

Решение.

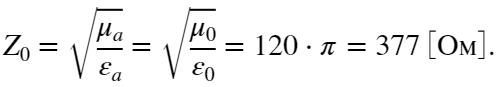
Для начала определим радиус волновода



Длина волны в среде волновода (среда неограниченная)



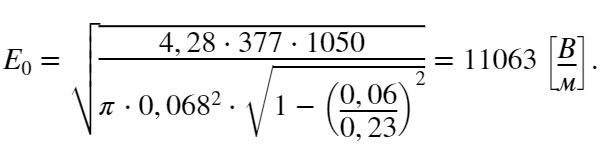
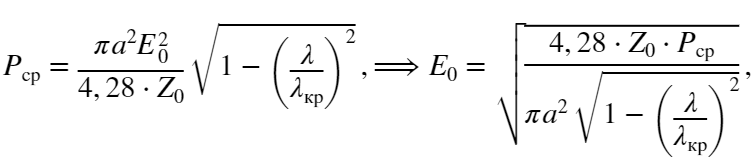
Волновое сопротивление среды



Критическая длина волны для H11



Максимальное значение напряжённости электрического поля



Задание № 3

Условие.

При каком диаметре круглого волновода, заполненного диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью εr = (M+0,055·N) и относительной магнитной проницаемостью µr = 1, в нем может распространяться только основной тип волны на частоте (1+0,055·N)·12 ГГц.

Решение.

Критическая длина волны типа H11



где a - радиус сечения волновода. Исходя из условия распространения для волны типа H11



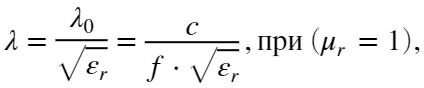
и условия распространения в волноводе только основного типа волны



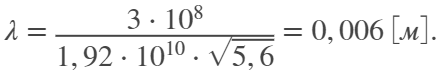
Критическая длина волны для поля E01



Длина волны в неограниченной среде волновода



где λ0 - длина волны в воздухе, а с - скорость света в вакууме.



Тогда



Задание № 4

Условие.

В волноводе квадратного сечения с размерами a = b = 7,2 мм, заполненном воздухом, стенки которого сделаны из материала с проводимостью σ = (0,5·M+0,011·N)·10^7 См/м, распространяется волна типа Н11. Определить частоту поля, при которой затухание минимально, минимальное значение коэффициента затухания и диапазон частот, в пределах которого значение коэффициента затухания отличается от минимального не более чем на 10%. Показать этот диапазон на графике. При расчётах учитывать только потери в металле.

Решение.

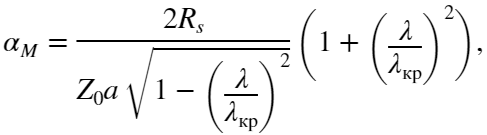
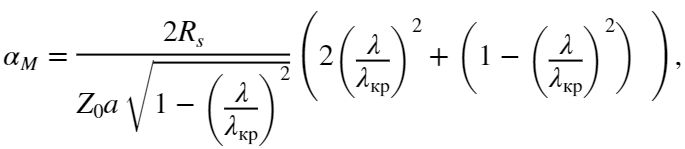
Потери в волноводе



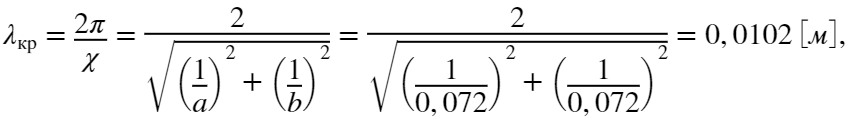
где ам - коэффициент ослабления в металле и ад -коэффициент ослабления в диэлектрике. Так как средой, заполняющей волновод, является воздух, потерями в диэлектрике можно пренебречь



Коэффициент ослабления в металле для волны типа Н11



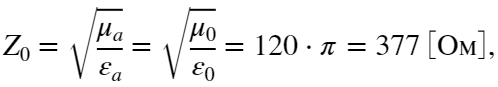
где



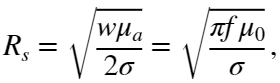
это критическая длина волны для поля Н11,



длина волны в среде волновода, где с - скорость света.



волновое сопротивление среды и



поверхностное сопротивление металла.

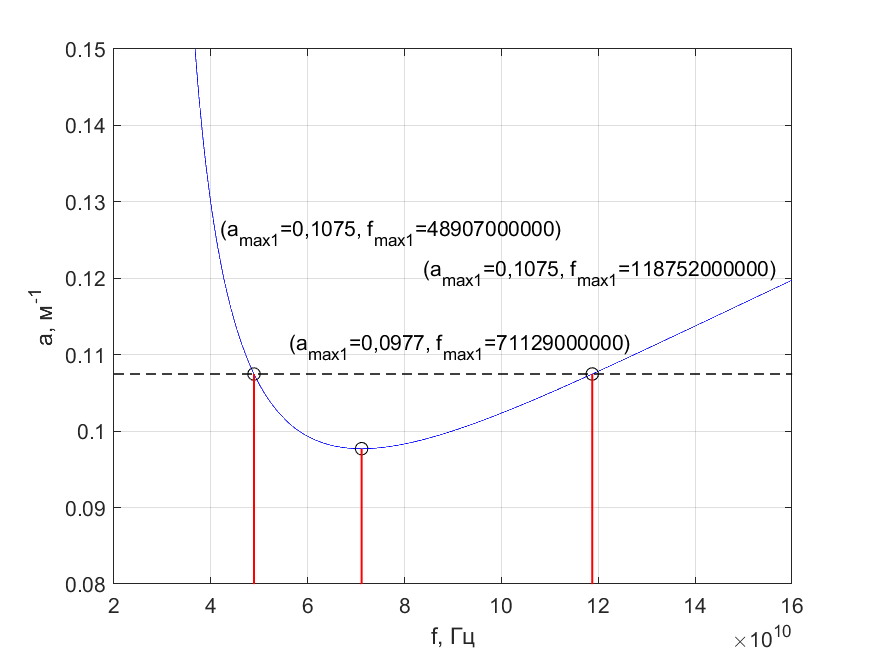
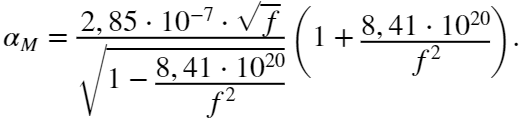
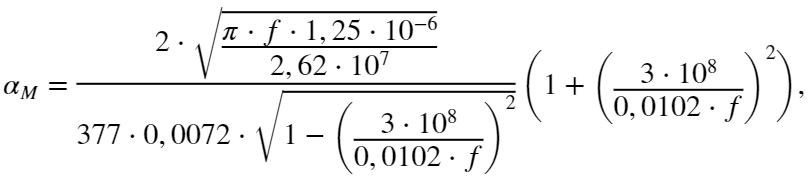


Рисунок 1 - график a(f ).