МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Санкт-Петербургский государственный

электротехнический университет

«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Кафедра электронного приборостроения

Контрольная работа

по дисциплине «Измерения на сверхвысоких частотах»

Студент гр. 9002 Сургучев Н.А.

Преподаватель Вьюгинов В.Н

Санкт-Петербург

2023

**5 вариант**

Задача 1. Для передачи электромагнитной энергии используется прямоугольный волновод с поперечным сечением , где  − размеры широкой и узкой стенок волновода.

Для заданного типа волны определить ее критическую длину (), критическую частоту () и нарисовать структуру электрического и магнитного полей в поперечном сечении. Пояснить граничные условия на стенках волновода.

**Где само условие – a, b, тип волны, F?**

**Решение**

Критическая частота для данной моды – **какого типа, n = 1, m = 1?**

http://konspekta.net/wiki2/baza1/660058871294.files/image008.gif

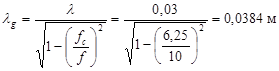
Отсюда критическая длина волны равна

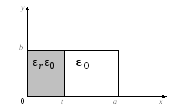
http://konspekta.net/wiki2/baza1/660058871294.files/image010.gif ,

а длина волны в свободном пространстве **при частоте 10 ГГц**

http://konspekta.net/wiki2/baza1/660058871294.files/image012.gif .

Найдем её ~~критическую~~ длину волны в волноводе **- длину волны в волноводе на данной моде (опять же, какой?) колебаний!**

 .

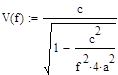


*Рис.3.11.* Поперечное сечение волновода, частично заполненного диэлектриком

**К чему относится этот рисунок?**

Поскольку геометрия волновода однородна в направлении оси *y* и индекс https://studfile.net/html/2706/114/html_mOS40IwD7U.ntwT/img-TgN_BU.png, то моды https://studfile.net/html/2706/114/html_mOS40IwD7U.ntwT/img-ngBoYw.png не зависят от координаты *y*

Задача 2. Для заданного типа волны (данные задачи 1) рассчитать и построить графики зависимости фазовой () и групповой() скоростей от длины волны () и от частоты (). Графики строить в координатах ; ; ; , где  − скорость света в вакууме. Пояснить понятия фазовой и групповой скоростей, дисперсии.

  **– что это такое?**

**Зависимость фазовой скорости от частоты ν имеет вид:**

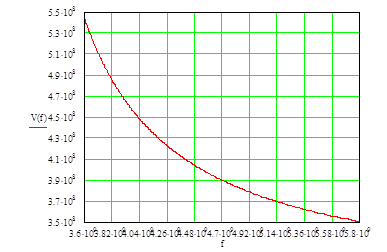
**Зависимость групповой скорости от частоты ν имеет вид:**

**Зависимость фазовой скорости от длины волны λ имеет вид:**

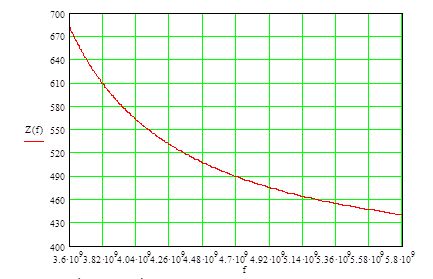
**Зависимость групповой скорости от длины волны λ имеет вид:**

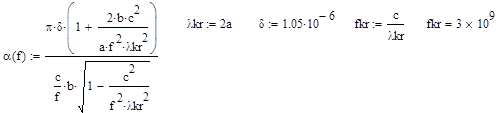
**Графики постройте сами!**

Зависимость фазовой скорости от частоты



Задача 3. Для волновода заданного размера (данные задачи 1) определить рабочий диапазон (по частоте и длине волны), область отсечки. Пояснить понятия низшего, высшего типов волн, одномодового режима. Рассчитать пробивную прочность волновода для низшего типа волны в режиме полного согласования.  
Зависимость волнового сопротивления от частоты



**– к чему это все?**

**Вопрос был о том, какой рабочий диапазон волновода сечения 4×3 см.**

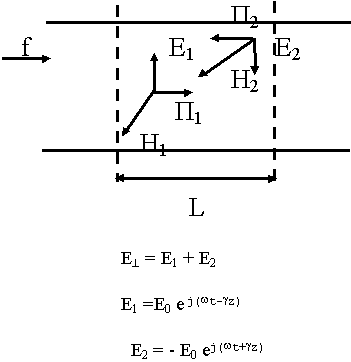
**Он ограничивается снизу критической частотой низшего типа колебаний – H10, т.е. простирается от Fкр = с/2a = 3,75×109 Гц до 140×109 Гц.**

**Пробивная мощность для низшего типа волны H10 определяется формулой:**

где a×b = 12 см2, Z = 376 Ом, Епрб = 30 кВ/см, λ = 0,5 λкр.

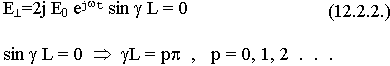
**На вопросы про область отсечки, одномодовый режим, высшие типы колебаний - дайте ответ самостоятельно!**

Задача 4. Для объемного резонатора пояснить понятия собственной добротности (), внешней, или вносимой, добротности (), нагруженной добротности (), КПД резонатора (), коэффициента связи резонатора с нагрузкой (). Рассчитать эти величины, а также коэффициент отражения (Г) на резонансной частоте резонатора и соответствующую величину КСВ. Дать определение критической связи и рассчитать коэффициент отражения и КСВ в этом случае.



https://siblec.ru/img/31/images/Image_507.gif

На торцевых поверхностях https://siblec.ru/img/31/images/Image_508.gif= 0 при Z = 0 ; Z = L



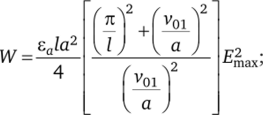
**В задании были приведены значения Q0 и Qвн. Требовалось посчитать Qн и остальные параметры - Вы не ответили ни на один поставленный в задаче вопрос!**

Задача 5. Перечислить основные типы объемных резонаторов, изобразить их на рисунке, указать области применения.

Рассчитать резонансную длину волны низшего вида колебаний призматического резонатора с размерами стенок , где , значения  и  берутся из таблицы к задаче 1. Нарисовать структуру электрических и магнитных полей в резонаторе.

**Основные типы объемных резонаторов – призматический и цилиндрический. Требуется их изобразить, указать область применения. Резонансная длина волны низшего типа H101 при a = 40 мм, *l* = 80 мм определяется формулой:**



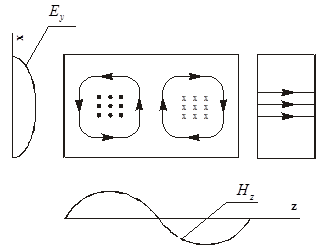
колебание типа Н101

https://studme.org/htm/img/39/2910/403.png

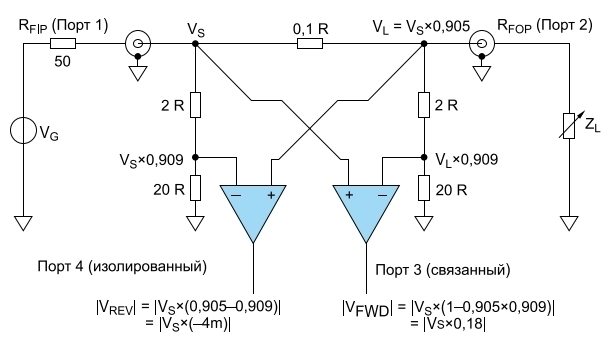
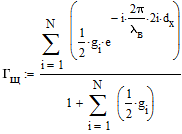
колебание типа *Нп*

https://studme.org/htm/img/39/2910/404.png

*Добротность объемного резонатора* определяют как отношение энергии электромагнитного поля, запасенной в резонаторе, к энергии, теряемой за период собственных колебаний:

https://studme.org/htm/img/39/2910/411.png  


Задача 6. По волноводному тракту от генератора к нагрузке передается высокочастотная мощность, причем известна  − мощность волны, распространяющейся в прямом направлении. С помощью направленного ответвителя измерили ответвляемые мощности в прямом и обратном направлениях ( и ). Рассчитать направленность () и переходное ослабление () ответвителя, а также мощность обратной волны (), мощность, поступающую в нагрузку (), коэффициент отражения по мощности () и по напряжению (), а также значение КСВ.

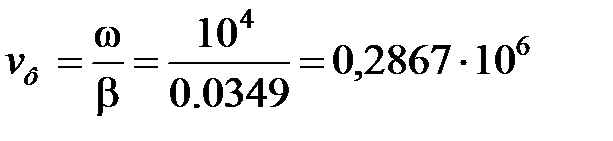
**Все, что ниже, не имеет отношения к поставленному вопросу!**  
  


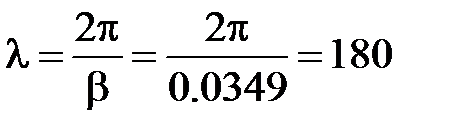
Тогда

http://konspekta.net/allrefs/baza4/342056308262.files/image163.png

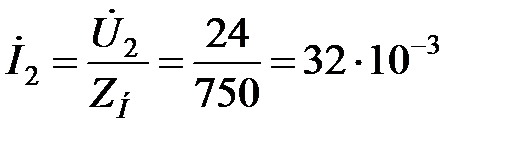
http://konspekta.net/allrefs/baza4/342056308262.files/image164.png

*Фазовая скорость и длина волны:*

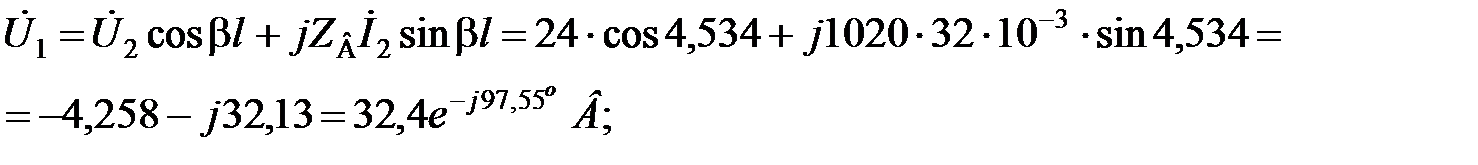
* км/с;*

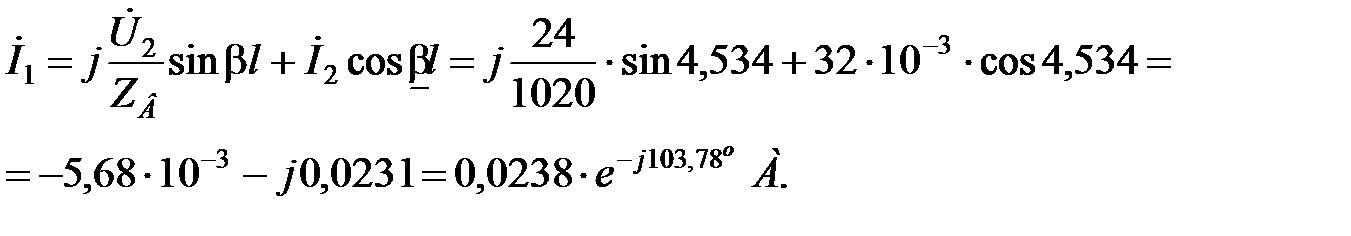
 км.

Комплекс тока в конце линии:

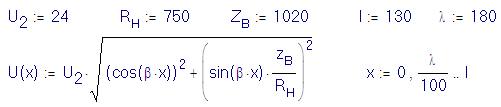
 А.

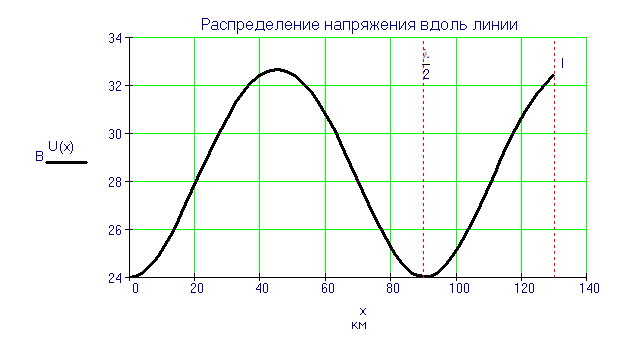
Комплексы напряжения и тока в начале линии при http://konspekta.net/poisk-ruru/baza9/2073699442437.files/image431.png

http://konspekta.net/poisk-ruru/baza9/2073699442437.files/image394.png 



4. Для линии без потерь п.4 построить график распределения действующего значения напряжения вдоль линии в функции расстояния от начала линии.





Пусть сопротивление нагрузки больше волнового сопротивления. Тогда зависимость U(x) будет иметь иной вид:

http://konspekta.net/poisk-ruru/baza9/2073699442437.files/image436.png

Решение задачи:

Рп - мощность волны, распространяющейся по основному тракту в прямом направлении; Pо.п. мощность прямой волны, ответвляемая во вспомогательный тракт в том же направлении. Переходное ослабление *L*пер показывает, какая доля мощности ответвляется из основного волновода во вспомогательный тракт. Оно определяется по формуле:

Направленность *L*напр равна отношению ответвляемой мощности прямой волны к ответвляемой мощности от такой же по величине обратной волны, определяется по формуле:

Мощность обратной волны

Мощность, поступающая в нагрузку:

Коэффициент отражения по мощности

Коэффициент отражения по напряжению

Наконец, КСВ