

## ТИПОВОЙ РАСЧЕТ ПО КУРСУ “ЭЛЕКТРОДИНАМИКА”, поток ЭР-15, 4 семестр

### Часть 3. Волноводы (сдача на 15 неделе)

Электромагнитная волна заданного типа распространяется в прямоугольном или круглом волноводе с заданными размерами поперечного сечения  $a$ ,  $b$  или  $r_0$  (см. таблицу). Волновод заполнен **воздухом**, стенки выполнены из **латуни**. Средняя мощность, переносимая волной заданного типа в сечении  $z = 0$ , равна  $P_0$  (см. таблицу). Выполните следующее задание.

1. Определите критическую частоту для волны заданного типа  $f_{кр}$  и ближайшую критическую частоту  $f_{кр\ соc}$  для соседней волны ( $f_{кр\ соc} > f_{кр}$ ). Запишите условие распространения волны заданного типа: а) в виде соотношения для частоты колебаний; б) в виде соотношения для длины волны генератора. **Сделайте вывод**, во сколько раз  $f_{кр}$  заданного типа превышает критическую частоту волны основного типа в данном волноводе.
2. Запишите формулы, рассчитайте и постройте для волны заданного типа частотные зависимости продольного волнового числа, фазовой скорости, длины волны и коэффициента затухания за счет потерь в металлических стенках. **Сделайте вывод**, в какой области полученных графиков  $h$ ,  $v_\phi$  и  $\lambda_g$  зависят от частоты практически так же, как для обычной плоской волны в среде без потерь.
3. Повторите пп. 1 и 2 для случая, когда волновод заполнен средой без потерь с параметрами  $\epsilon$  и  $\mu$  (см. задание к части 1 данного ТР). **Сделайте вывод**, когда имеет смысл заполнять волновод диэлектриком.

*Дальнейшие пункты задания выполняйте для волновода с воздушным заполнением.*

4. Найдите рабочую частоту  $f_0$ , равную  $1,6 \cdot f_{кр}$ . Запишите формулы для составляющих поля для волны заданного типа: как в общем виде, так и с учетом конкретных значений индексов  $m$ ,  $n$ . Выведите формулу, связывающую переносимую мощность  $P_0$  и амплитудный коэффициент заданной волны (сами, без поддержки MathCad, используйте табличные интегралы), рассчитайте этот коэффициент для частоты  $f_0$ . Найдите максимальные амплитуды всех проекций векторов  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$  для заданных условий. **Сделайте выводы**: как зависит амплитудный коэффициент волны: а) от частоты колебаний; б) от размеров поперечного сечения волновода.
5. Изобразите картины поля и токов для волны заданного типа в двух случаях: а) в волноводе получен режим бегущей волны (к концу волновода подключена неотражающая нагрузка); б) в волноводе получен режим стоячей волны (к концу волновода подключена поперечная металлическая пластина - фланец).

***Примечание.** Картины поля строятся качественно, в поперечном сечении и в одном из продольных сечений. Картины токов строятся в изометрической проекции и в одном из сечений (в этом сечении показывается переход линий поверхностного электрического тока в линии тока смещения внутри волновода). Рядом с сечением нужно указать значение той координаты, которая постоянна в этом сечении. Например:  $x = a/2$ ; и для режима стоячей волны  $z = -\lambda_g/4$ , считая координату фланца  $z = 0$ .*

6. Укажите варианты оптимального возбуждения волны заданного типа с помощью штыря, рамки и щели. Для этого: а) проанализируйте формулы для составляющих поля и поверхностного тока; определите и запишите координаты и ориентацию возбудителей; б) на картинах поля в соответствующих точках отметьте расположение штыря и рамки; на картине токов отметьте расположение щели. **Сделайте выводы**: а) волны каких других типов могут также возбуждаться Вашими возбудителями для выбранных вариантов их расположения и ориентации; б) в чем состоит различие между возбуждением бегущей волны и возбуждением стоячей волны.

***Примечание.** Рассматривайте только варианты, когда штыревой и рамочный излучатели находятся в непосредственной близости от стенок волновода. Учитывайте, что некоторые излучатели могут быть неприменимы (при равенстве нулю одного из векторов поля у всех боковых стенок, напишите об этом).*

7. Проанализируйте полученные результаты и представьте выводы.