

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЕЙ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМИ СЕКЦИЯМИ

В данной работе исследуются частотные характеристики ЛБВ на волнообразно изогнутых прямоугольных волноводах в субмиллиметровом диапазоне длин волн.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие радиоэлектроники на современном этапе характеризуется широким использованием компьютерного эксперимента. Создание новых, эффективных приборов СВЧ колебаний начинается с разработки математических моделей, описывающих процессы взаимодействия электронных потоков с электромагнитными (ЭМ) полями в таких приборах, а затем реализуются в программах, позволяющих провести компьютерный эксперимент. Это даёт возможность выявить особенности физических процессов, происходящих в реальных приборах, найти оптимальную конструкцию на этапе проектирования, значительно сократить сроки разработки и внедрения в производство.

I. ЛБВ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ СЕКЦИЙ

На рисунке 1 приведена схема двухсекционной лампы бегущей волны (ЛБВ) на волнообразно изогнутых прямоугольных волноводах с последовательным расположением секций относительно электронного луча [1].

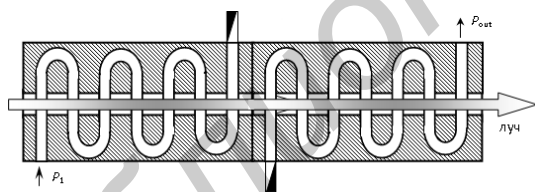


Рис. 1 – Двухсекционная ЛБВ с последовательным расположением секций относительно электронного луча

Для расчетов процессов взаимодействия конструкции усилителя используется согласованная нелинейная математическая модель. Разработанная математическая модель адекватно описывает физические процессы в таких приборах. Это позволило эффективно провести опти-

мизационные расчеты, и выявить оптимальные параметры одно-, двух- и трехсекционных ЛБВ с расчетными коэффициентом усиления 13-60 дБ, расчетной выходной мощностью 5-115 Вт в диапазоне частот 220-3000 ГГц.

II. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Рассчитана двухсекционная ЛБВ на частоте 140,024 ГГц (длина волны $\lambda=2,1410$ мм), ускоряющее напряжение $U_0=11,7$ кВ, ток электронного луча $I_0=0,12$ А, размеры волновода $a=1,2$ мм, $b=0,12$ мм. Получен расчетный коэффициент усиления по мощности $K_p=34,5$ дБ, электронный КПД $\eta_e=0,056$, волновой КПД $\eta_w=0,042$, выходная мощность $P_{out}=59$ Вт.

Двухсекционная ЛБВ на частоте 220 ГГц ($\lambda=1,3634$ мм), $U_0=20$ кВ, $I_0=0,1$ А, размеры волновода $a=0,8$ мм, $b=0,12$ мм. Получен $K_p=31$ дБ, $\eta_e=0,071$, $\eta_w=0,058$, $P_{out}=115$ Вт.

Двухсекционная ЛБВ на частоте 600 ГГц ($\lambda=0,5$ мм), $U_0=12$ кВ, $I_0=0,1$ А, размеры волновода $a=0,3$ мм, $b=0,03$ мм. Получен $K_p=39$ дБ, $\eta_e=0,005$, $P_{out}=5,4$ Вт.

Трехсекционная ЛБВ на частоте 3 ТГц ($\lambda=0,1$ мм), $U_0=12$ кВ, $I_0=0,15$ А, размеры волновода $a=0,06$ мм, $b=0,005$ мм. Получен $K_p=62$ дБ, $\eta_e=0,007$, $P_{out}=4,1$ Вт.

III. ВЫВОДЫ

На основании компьютерного эксперимента установлено, что одним из эффективных способов подавления самовозбуждения является разделение прибора с большим усилением на две, три секции и применение секций в таком гибридном приборе с разными значениями коэффициентов фаз. Обязателен учет потерь мощности ЭМ волны в стенках волновода.

1. Аксенчик, А.В. Многосекционные ЛБВ на волнообразно изогнутых прямоугольных волноводах субмиллиметрового диапазона длин волн / И. Ф. Киринович // Доклады БГУИР. - 2010. №6. С. 47-54.

Данькин Денис Борисович, студент 2 курса факультета радиотехники и электроники БГУИР, ulman33312@gmail.com.

Научный руководитель: Аксенчик Анатолий Владимирович, профессор кафедры вычислительных методов и программирования БГУИР, доктор физико-математических наук, профессор, aksenchik@bsuir.by.