**К теории усиления электромагнитных волн в диэлектрическом волноводе с тонким ленточным пучком электронов.**

***Ершов Алексей Владимирович***

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

Физический факультет, Москва, Россия

E–mail: ershovalesha@yandex.ru

Рассматривается плоский волновод, образованный двумя параллельными идеально проводящими плоскостями $x=0$ и $x=L$, к одной из границ волновода примыкает однородный слой диэлектрика:

$ε=\left\{\begin{array}{c}ε\_{1}=ε\_{0} , 0<x<x\_{0}\\ε\_{2}=1, x\_{0}<x<L\end{array}\right.$

Пучок будем предполагать моноскоростным и полностью замагниченным сильным внешним магнитным полем, направленным вдоль оси $z$, для простоты положим $x\_{b}=x\_{0}$, т.е. пучок проходит по границе диэлектрика. $ω\_{b0}$ - ленгмюровская частота электронов пучка, $∆\_{b}$- эффективная толщина пучка, $u$ – скорость пучка.

Дисперсионное уравнение для комплексных частот (или комплексных волновых чисел) плоского диэлектрического волновода с замагниченным ленточным электронным пучком:

$\frac{ ε\_{1}}{χ\_{1}} \frac{cosh⁡(χ\_{1}x\_{0})}{sinh⁡(χ\_{1}x\_{0})}+\frac{ ε\_{2}}{χ\_{2}}\frac{cosh⁡[χ\_{2}\left(L-x\_{0}\right)]}{sinh⁡[χ\_{2}\left(L-x\_{0}\right)]}=∆\_{b}\frac{ω\_{b0}^{2}γ^{-3}}{(ω-k\_{z}u)^{2}}$ (1)
где $χ\_{1,2}^{2}=k\_{z}^{2}-ε\_{1,2}\frac{ω^{2}}{c^{2}}$,

Ноль левой части уравнения (1) совместно с условиями$ω=k\_{z}u$*,* $k\_{z}x\_{0}\gg 1$ определяют точку одночастичного черенковского резонанса

$ω=ω\_{0n}=\frac{k\_{xn}u}{\sqrt{\frac{u^{2}ε\_{0}}{c^{2}}-1}}, k\_{z}=k\_{0n}=\frac{ω\_{0n}}{u}, k\_{xn}=\frac{π}{x\_{0}}\left(n+\frac{1}{2}\right)$ (2)
В задаче об усилении волн дисперсионное уравнение решается относительно волнового числа . Подставляя в уравнение (1)

$k\_{z}\left(ω\right)=ω/u+δk, \left|δk u\right|/ω\ll 1$,

В резонансной точке  для коэффициента усиления из уравнения имеем

$δk=δk\_{n}=\frac{1-i\sqrt{3}}{2}\left(k\_{xn}^{2}\frac{∆\_{b}}{x\_{0}} \frac{ω\_{b0}^{2}γ^{-3}}{ε\_{0}uω\_{0n}}\right)^{1/3}$ (3)
Комплексный коэффициент усиления (3) является типичным для усиления волн при пучковой неустойчивости, называемой одночастичным вынужденным эффектом Черенкова [1].

Коэффициенты усиления полученный численным решением уравнения (1) представлены на Рис.1. Параметры системы: $L=1 см$, $ x\_{0}=0.1 см$, $u=2.2×10^{10} см/с $,$I\_{b}=0.25 кА/см$*,* $ε\_{0}=2$*.*

**

Рис.1

*Коэффициенты усиления в плоском волноводе с диэлектрическим слоем и ленточным пучком*

Имеет место удовлетворительное соответствие результатов расчета и аналитических формул (3), что свидетельствует о том, что в случае малых токов пучка механизмом усиления является одночастичный вынужденный эффект Черенкова.

**Литература**

1. Кузелев М В, Рухадзе А А "Вынужденное излучение сильноточных релятивистских электронных пучков" УФН 152 285–316 (1987)