


Излучение релятивистских сгустков электронов
в круглом диафрагмированном волноводе

МИФИ



Кулаго Александр Петрович
Щедрин Игорь Сергеевич

$$\frac{dP}{dz} = -2\alpha P - IE$$

$$R_{III} = \frac{E^2}{dP/dz} = \frac{E^2}{2\alpha P}$$

$$V = E_0 l \cdot \left(\frac{1 - e^{-\alpha l}}{\alpha l} \right) - IR_{III} l \cdot \left(1 - \frac{1 - e^{-\alpha l}}{\alpha l} \right)$$

$$\mu_m = \frac{1}{2} \left(\frac{e^{-\alpha l} - 1}{1 - \alpha l / (1 - e^{-\alpha l})} \right)$$

$$v_{\phi} = \frac{c}{\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2}} \quad (1)$$

$$\lambda_{\text{кр}} = 2,613 \cdot b \quad (2)$$

$$v_{\phi} > c \quad (3)$$

$$\beta_{\phi} = \frac{v_{\phi}}{c} \quad (4)$$

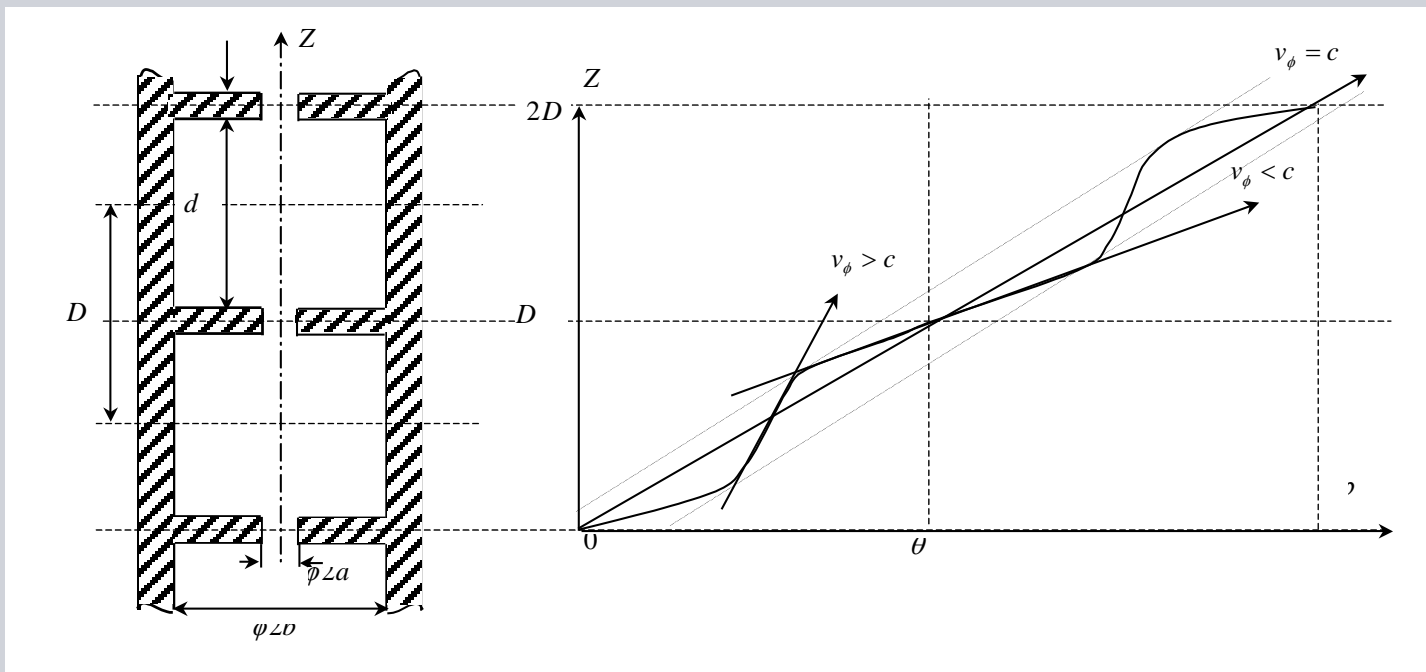
$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda\beta_{\phi}} \Delta z \quad (5)$$

$$\beta_{\phi} = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{dz}{d\varphi} \quad (6)$$

$$v_{\phi} = \frac{2\pi c}{\lambda} \cdot \frac{dz}{d\varphi} = \omega \frac{dz}{d\varphi} \quad (7)$$

Зависимость Z от φ – сдвига фазы поля

МИФИ



$$\beta = \frac{v}{c} \approx 1 \quad (8)$$

$$\Delta W = \frac{1}{2} q \Delta U \quad (9)$$

$$\Delta U = I \Delta R \quad (10)$$

$$\Delta R = R_{\text{н}} (\Delta x)^2 \quad (11)$$

$$I = \frac{qc}{\Delta x} \quad (12)$$

$$R_{\text{н}} = \frac{E^2}{2P} \quad (13)$$

$$\Delta W = \frac{1}{2} q \Delta U = \frac{1}{2} q^2 c R_{\text{н}} (\Delta x) \quad (14)$$

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{1}{2} q^2 c R_{\text{н}} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{2} q^2 c^2 R_{\text{н}} = \frac{E^2}{2R_{\text{н}}} \quad (15)$$

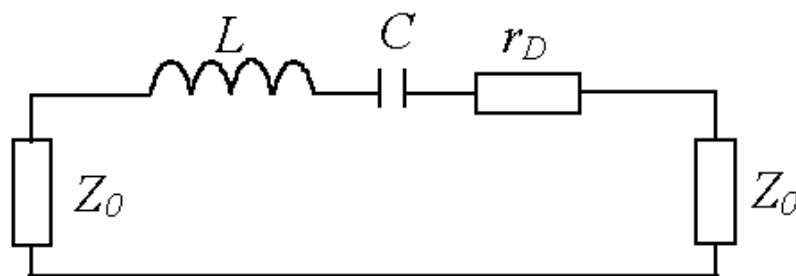
$$E = qcR_{\text{н}} \quad (16)$$

$$E = qvR_{\text{н}} \quad (17)$$

$$Z_B = [460(a/b) - 60](a/b)^2 \sin\theta \quad (18)$$

$$\beta_\phi = 1 \quad t/\lambda = 0,0382 \quad 0,2 \leq a/b \leq 0,5$$

$$Z_B = [6000(a/\lambda) - 240](a/\lambda)^2 \sin\theta \quad 0,08 \leq a/\lambda \leq 0,22 \quad (19)$$



Эквивалентная схема резонатора – ячейки КДВ

$$Q_{н1} = \frac{Q_0}{1 + \bar{\beta}_1 + \bar{\beta}_2} \quad \bar{\beta}_1 = \bar{\beta}_2 = \frac{Z_B}{r_D} \quad (20)$$

$$Q_{н\lambda} = Q_{н1} \frac{2\pi}{\theta} \quad (21)$$

$$Q_H = Q_{н\lambda} \frac{l}{\lambda} = Q_{н1} \frac{2\pi l}{\theta \lambda} \quad (22)$$

$$r_D = \frac{\rho}{2\pi\delta} \left[0,867 \frac{b}{a} - 0,333 + \left(\frac{\theta}{2\pi} - \frac{t}{\lambda} \right) \frac{a/b}{a/\lambda} + \frac{t/\lambda}{a/\lambda} \right] \quad (23)$$

$$Q_0 = \frac{\omega L}{r_D} \quad (24)$$

$$Q_{H1} = \frac{\omega L}{r_D + 2Z_B} \quad (25)$$

$$Q_{H1}^0 = \frac{\omega L}{2Z_B} = \frac{r_D + 2Z_B}{2Z_B} Q_{H1} \quad (26)$$

Переходный процесс излучения релятивистских сгустков в КДВ

МИФИ

$$E_q = q \cdot c \cdot R_{\text{II}} \quad (27)$$

$$E = E_q \cdot e^{-\omega t / 2Q_{\text{II}}} \quad (28)$$

$$E = E_q \cdot e^{-\pi / Q_{\text{II}}} \quad (29)$$

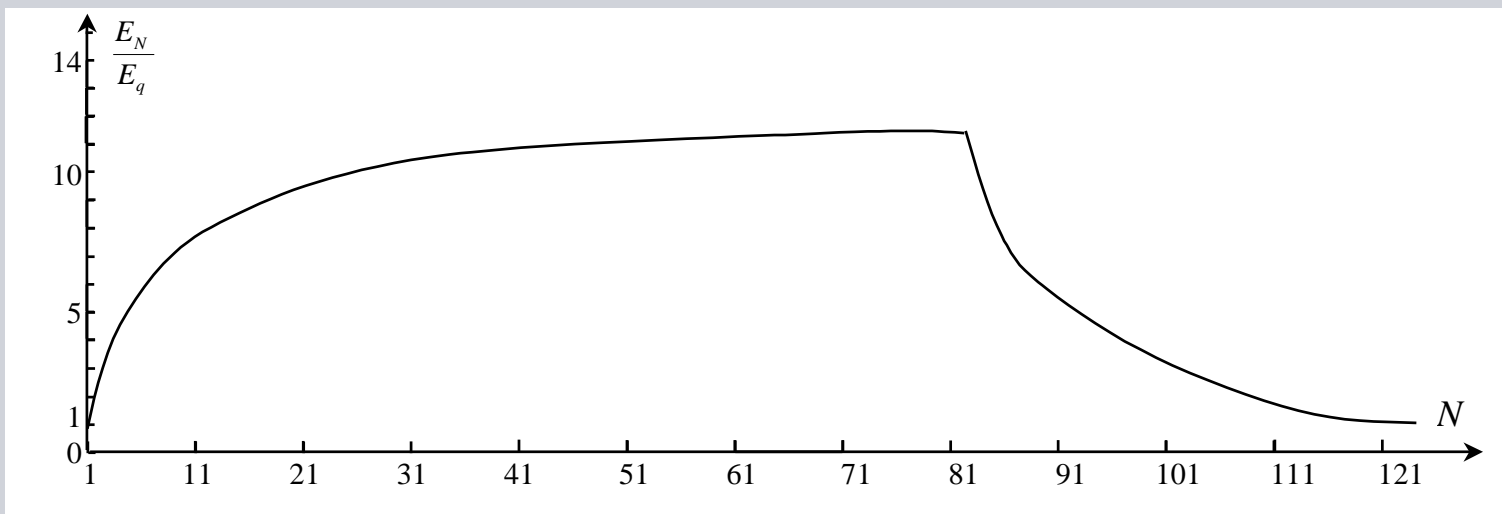
$$E_N = E_q \frac{1 - e^{-N\pi / Q_{\text{II}}}}{1 - e^{-\pi / Q_{\text{II}}}} \quad (30)$$

$$E = E_{\infty} = \frac{E_q}{1 - e^{-\pi / Q_{\text{II}}}} \quad (31)$$

$$E = E_N \cdot e^{-\omega t / 2Q_{\text{II}}} \quad (32)$$

Переходный процесс излучения релятивистских сгустков в КДВ

МИФИ



$$E_{\Gamma} = E_{\Gamma 0} \cdot e^{-\alpha z} \quad (33)$$

$$E_{\Pi} = \frac{E_q}{1 - e^{-\pi/Q_H}} \quad (34)$$

$$E = E_{\Gamma} - E_{\Pi} = E_{\Gamma 0} \cdot e^{-\alpha z} - \frac{E_q}{1 - e^{-\pi/Q_H}} \quad (35)$$

$$U = E_{\Gamma 0} \cdot l \cdot \frac{1 - e^{-\alpha l}}{\alpha l} - E_q \cdot l \cdot \frac{1}{1 - e^{-\pi/Q_H}} \quad (36)$$

$$I = \frac{qc}{\lambda} \quad (37)$$

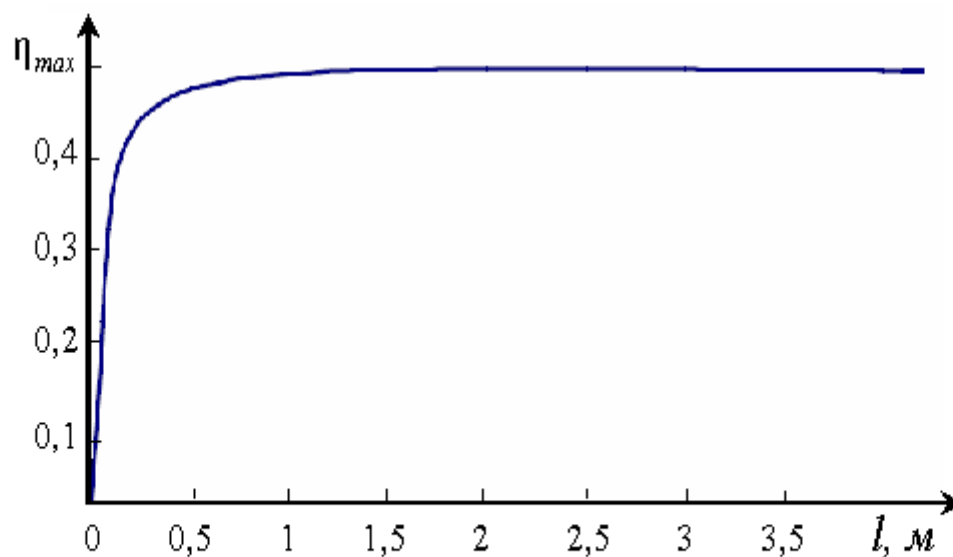
$$E_q = I \cdot R_{\Pi} \cdot \lambda \quad (38)$$

$$P = I \cdot E_{\Gamma 0} \cdot l \cdot \frac{1 - e^{-\alpha l}}{\alpha l} - \frac{I^2 \cdot R_{\Pi} \cdot \lambda \cdot l}{1 - e^{-\pi/Q_H}} \quad (39)$$

$$I = \frac{1}{2} \cdot \frac{E_{\Gamma 0}}{R_{\Pi} \lambda} \cdot \frac{1 - e^{-\alpha l}}{\alpha l} \cdot \left(1 - e^{-\pi/Q_H}\right) \quad (40)$$

$$P_{\max} = \frac{1}{2} \cdot P_0 \cdot \frac{l}{\lambda} \cdot \left(\frac{1 - e^{-\alpha l}}{\alpha l} \right)^2 \cdot \left(1 - e^{-\pi/Q_{\text{к}}} \right) \quad (41)$$

$$\eta_{\max} = \frac{1}{2} \cdot \frac{l}{\lambda} \cdot \left(\frac{1 - e^{-\alpha l}}{\alpha l} \right)^2 \cdot \left(1 - e^{-\pi/Q_{\text{к}}} \right) \quad (42)$$



Зависимость электронного КПД от длины секции КДВ

Энергия мощность и КПД в ЛУЭ на стоячей волне БЗС

МИФИ

$$P = I \cdot U = \frac{1}{1 + \beta} \left[I \sqrt{\frac{8P_{\Gamma}\beta R_{\text{ш}}}{1 + \beta}} - I^2 \cdot R_{\text{ш}} \right] \quad (43)$$

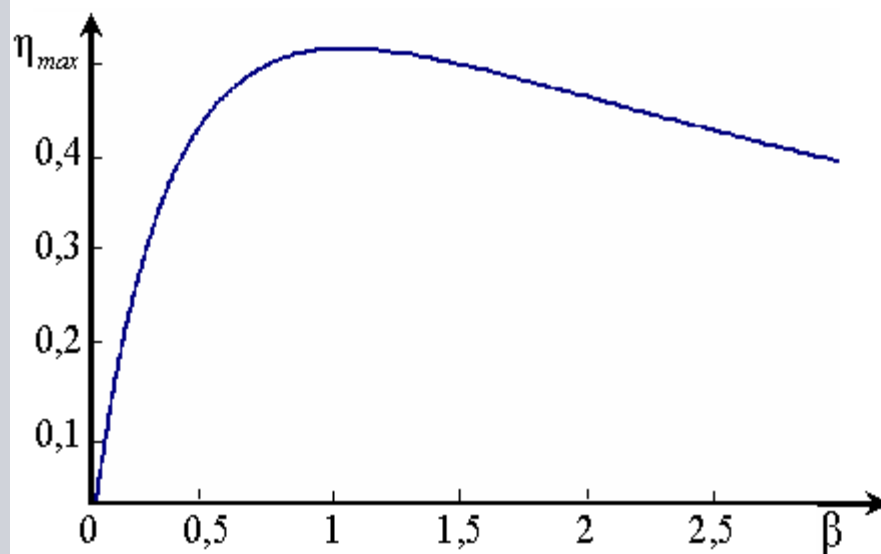
$$I = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{8P_{\Gamma}\beta}{R_{\text{ш}}(1 + \beta)}} \quad (44)$$

Энергия мощность и КПД в ЛУЭ на стоячей волне БЗС

МИФИ

$$\eta_{\max} = \frac{2\beta}{(1+\beta)^2} \quad (45)$$

$$\frac{P}{P_T} = \frac{4\beta}{(1+\beta)^2} \quad (46)$$



Зависимость электронного КПД
от коэффициента связи для БЗС

Спасибо за внимание.