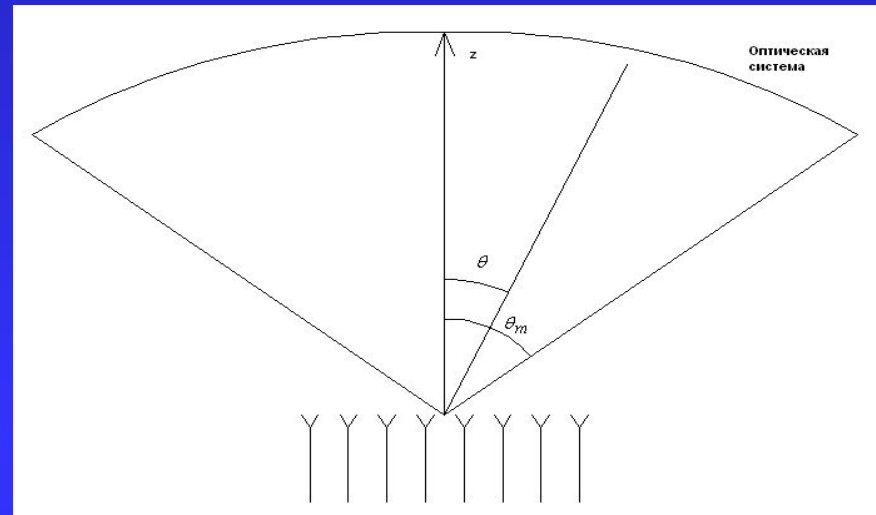
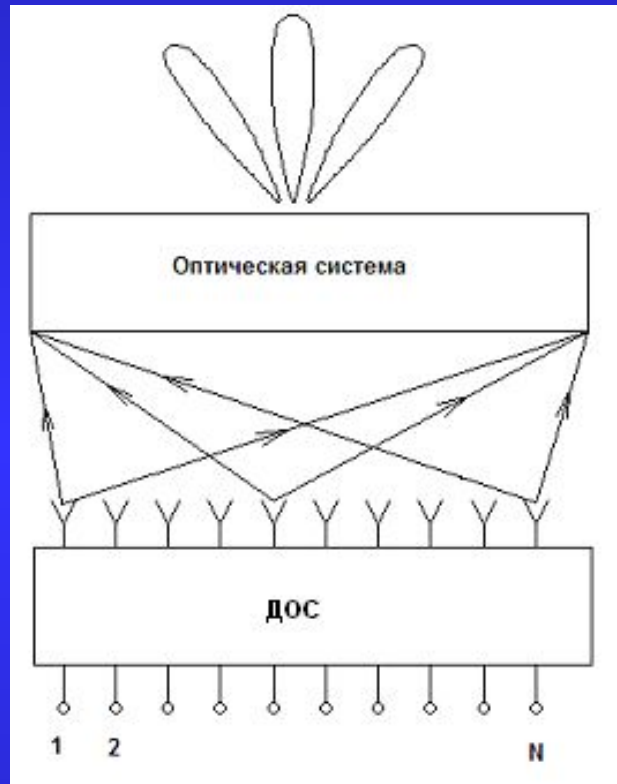


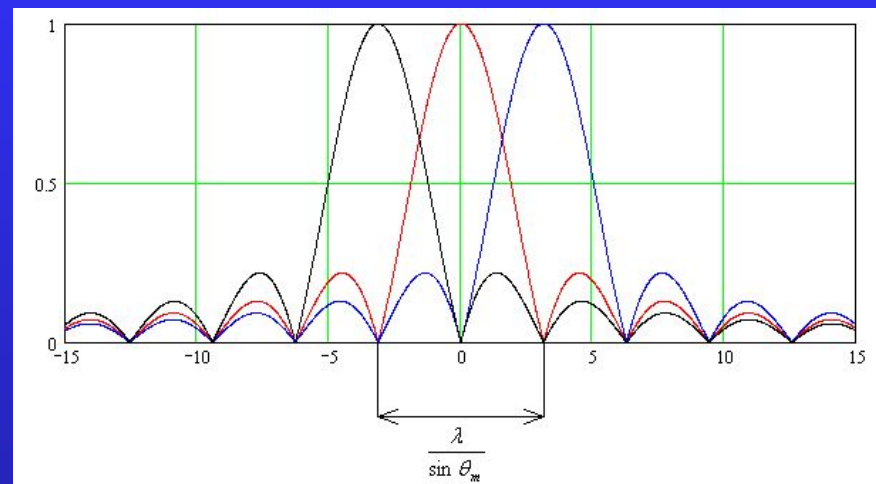
**Одномерные и двумерные  
диаграммообразующие схемы  
многолучевых антенн на  
связанных волноводах**

**БАНКОВ С.Е.  
ИРЭ РАН**

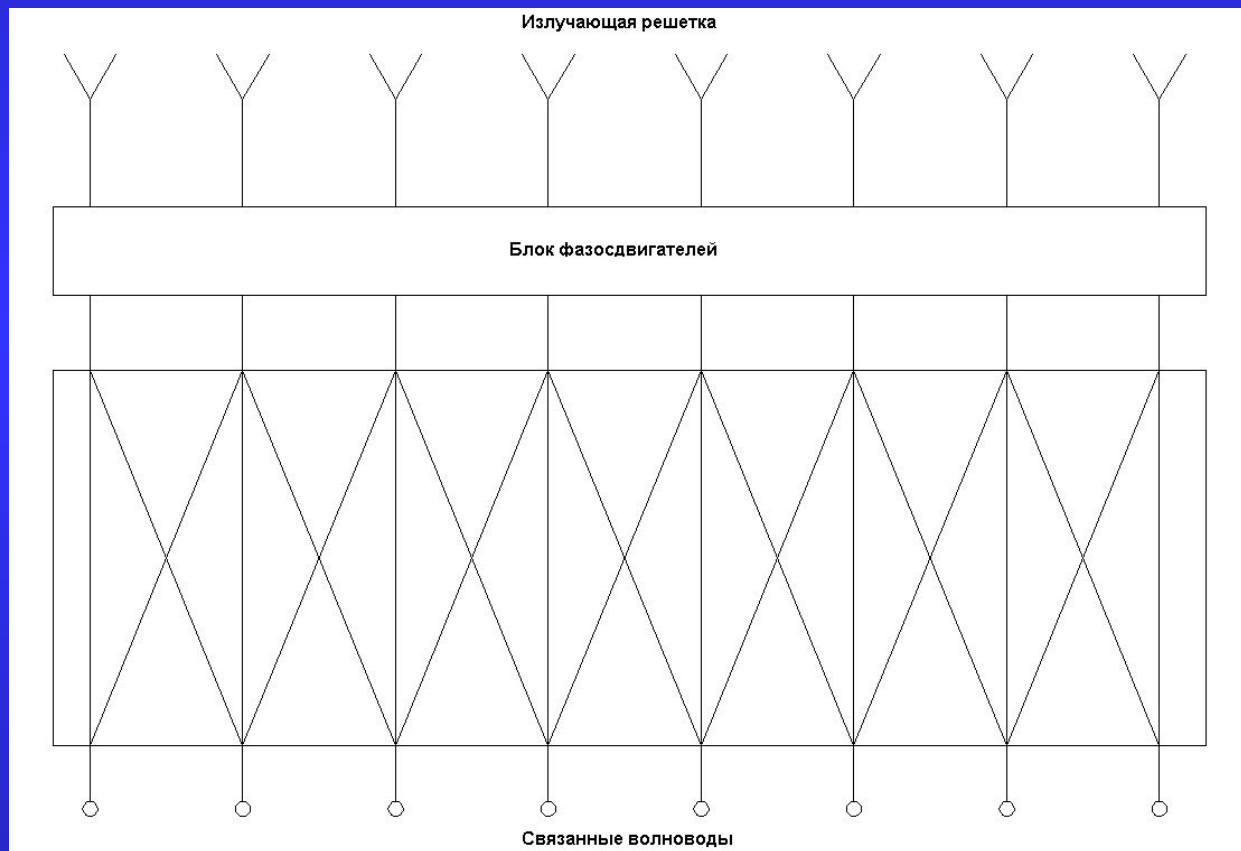
# Постановка задачи



$\text{КПД} \approx 75\%$



# Структура одномерной ДОС с фазосдвигателями



# Теория связанных волн. Периодический режим

Исходная СДУ

$$\frac{dU_{-1}}{dz} + i\beta_0 U_{-1} + iCU_0 + iCU_{-2} = 0$$

$$\frac{dU_0}{dz} + i\beta_0 U_0 + iCU_1 + iCU_{-1} = 0$$

$$\frac{dU_1}{dz} + i\beta_0 U_1 + iCU_2 + iCU_0 = 0$$

Условие периодичности

$$U_n = U_0 e^{-i\beta n P}$$

Диф. ур-ие на периоде

$$\frac{dU_0}{dz} + i\beta_0 U_0 + 2iCU_0 \cos \beta P = 0$$

$$\gamma(\beta) = \beta_0 + 2C \cos(\beta P)$$

Постоянная распространения

$$U_n = A(\beta) e^{-i\beta n P - i\gamma(\beta) z}$$

Амплитуды волн в каналах

# Возбуждение одного канала

$$U_n = \begin{cases} 1, n = 0 \\ 0, n \neq 0 \end{cases}$$

Условия в начале участка связи при  $z=0$

$$\int_{-\frac{\pi}{P}}^{\frac{\pi}{P}} A(\beta) e^{-i\beta n P} d\beta = \begin{cases} 1, n = 0 \\ 0, n \neq 0 \end{cases}$$

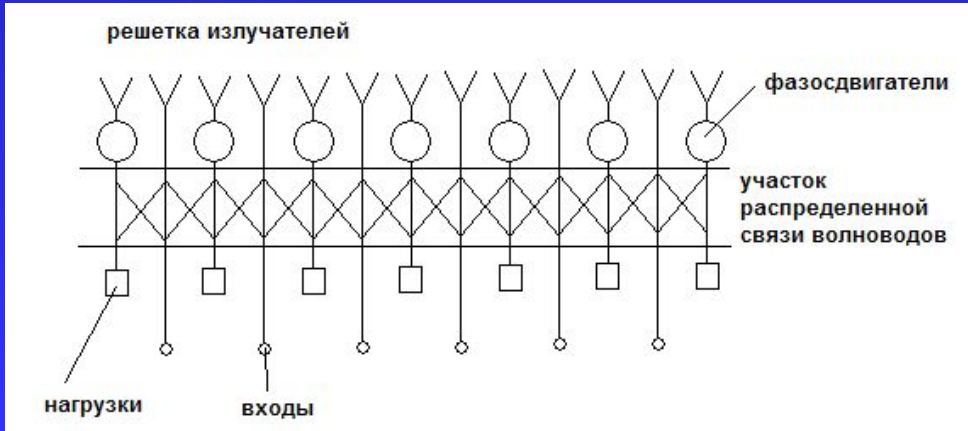
$$A(\beta) = \begin{cases} \frac{P}{2\pi}, |\beta| < \frac{\pi}{P} \\ 0, |\beta| > \frac{\pi}{P} \end{cases}$$

Решение для спектральной плотности

$$U_n = (-i)^n J_n(2CL)$$

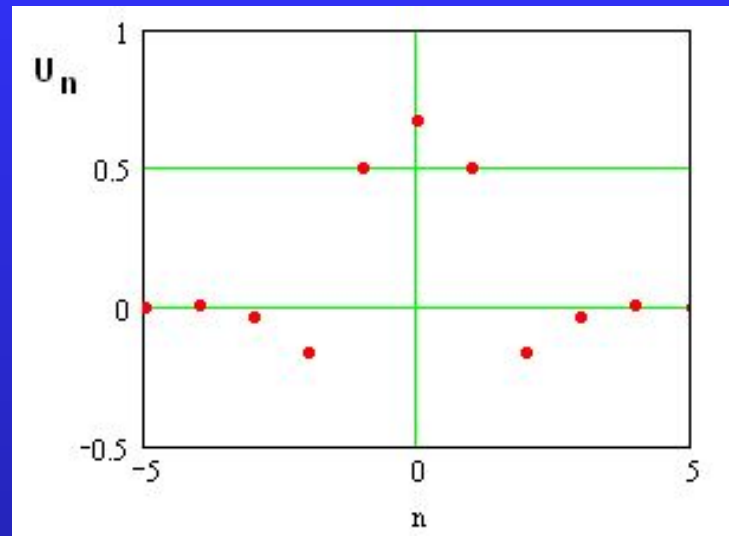
Решение для амплитуд волн

# Блок фазосдвигателей



$$\Delta\varphi_n = \begin{cases} -\frac{\pi}{2}, & \text{при } n \text{ четных} \\ 0, & \text{при } n \text{ нечетных} \end{cases}$$

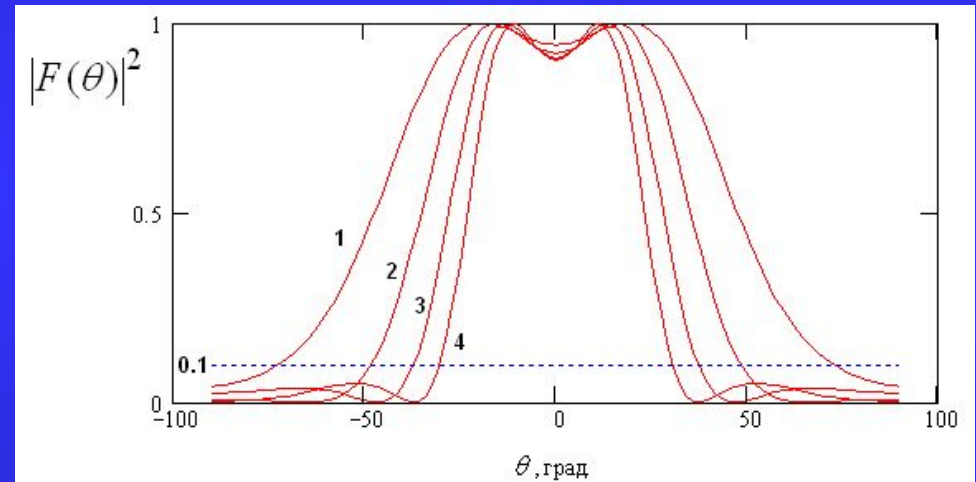
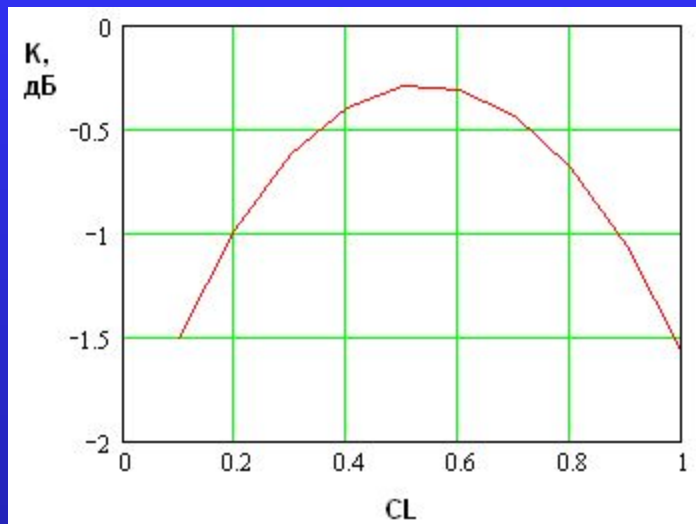
## Амплитудно-фазовое распределение на выходе блока фазосдвигателей



# Характеристики излучения

$$F(\theta) = \frac{\cos(2CL \cos(kP \sin(\theta))) + \sin(2CL \cos(kP \sin(\theta)))}{\cos(2CL) + \sin(2CL)} F_e(\theta)$$

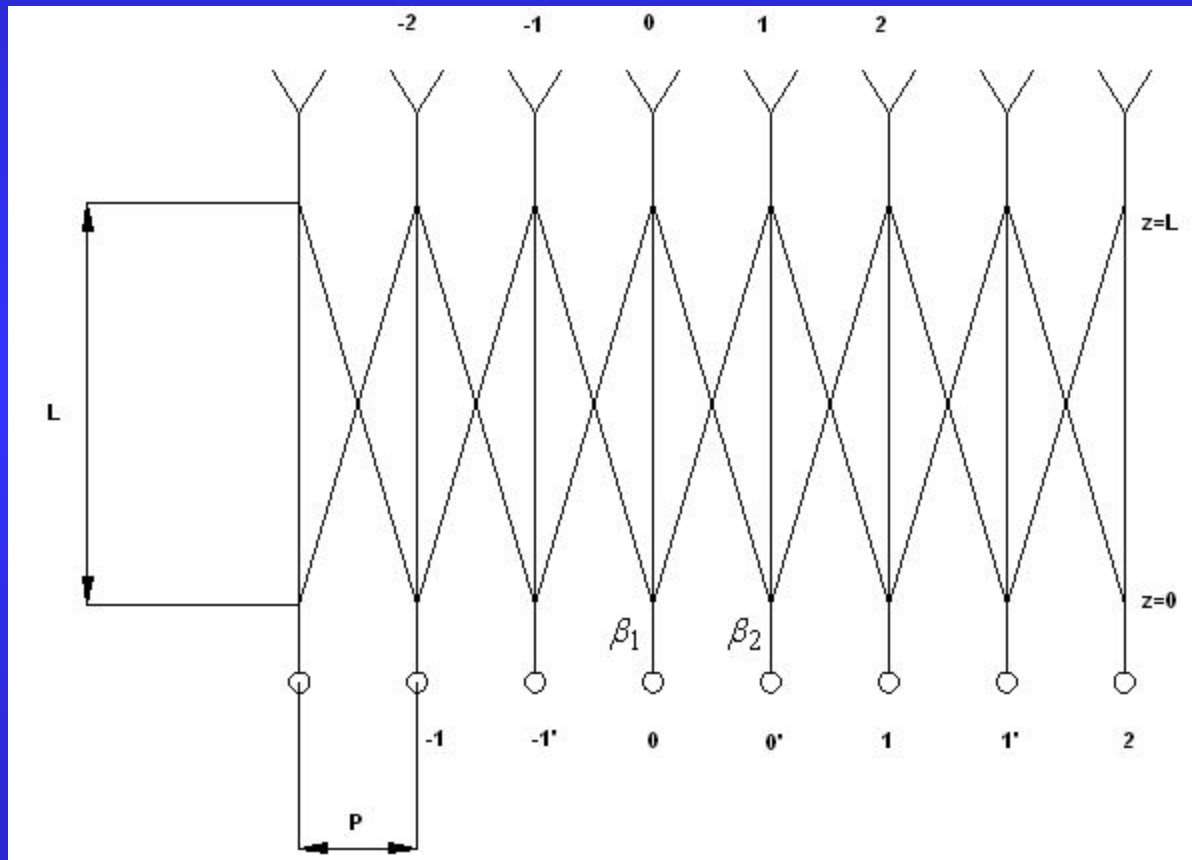
$$КИП = \frac{\left| \int_{-\theta_m}^{\theta_m} F(\theta) d\theta \right|^2}{2\theta_m \int_{-\theta_m}^{\theta_m} |F(\theta)|^2 d\theta}$$



$$\frac{b}{\lambda} = 0.3, 0.4, 0.5, 0.6$$

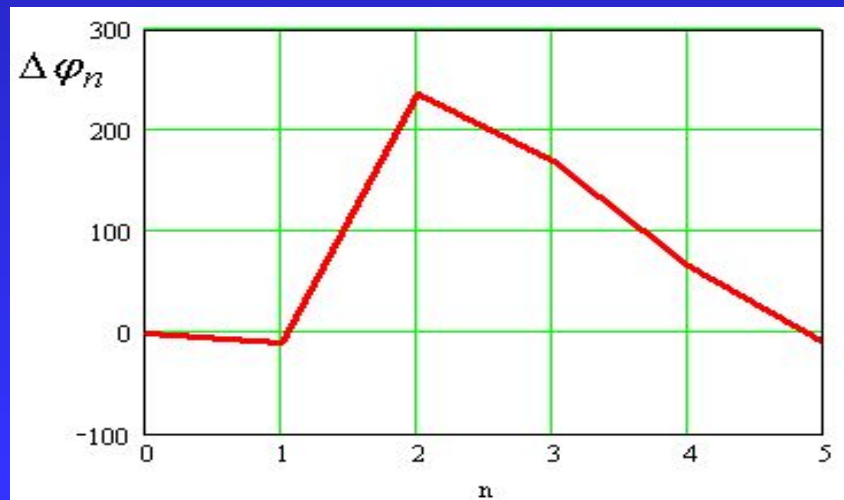
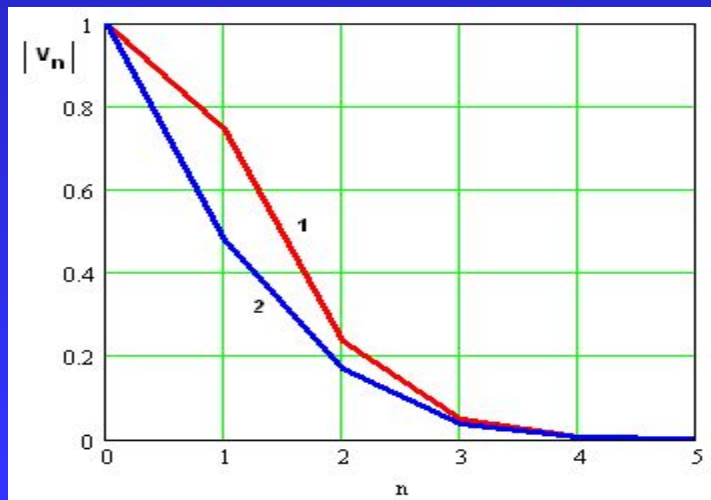
$$CL = 0.6$$

# Одномерная ДОС на неодинаковых волноводах



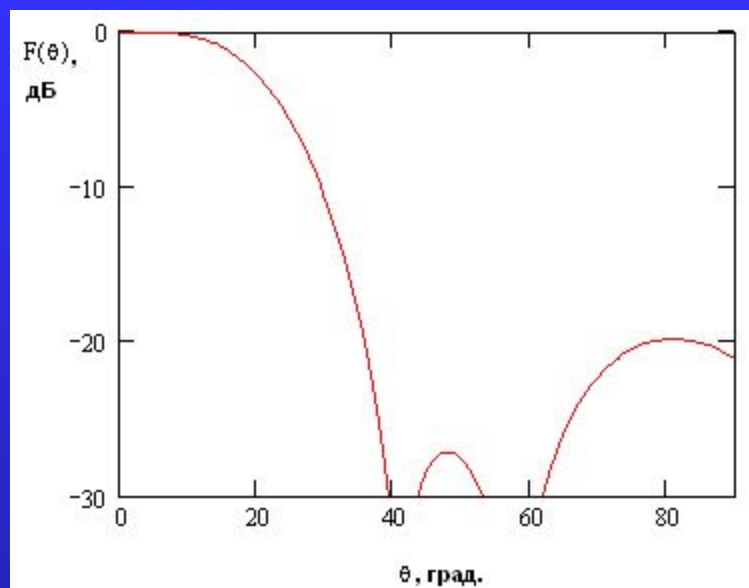


# Характеристики ДОС на разных волноводах



$$CL = 0.6$$

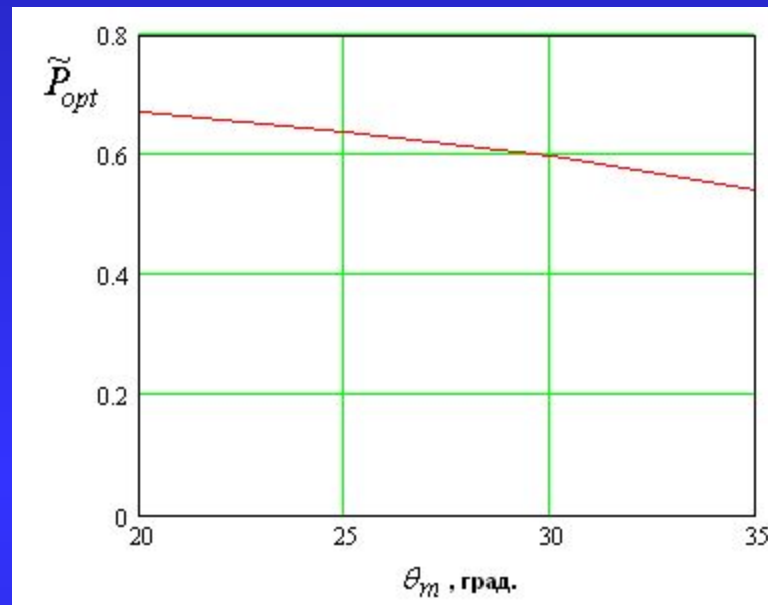
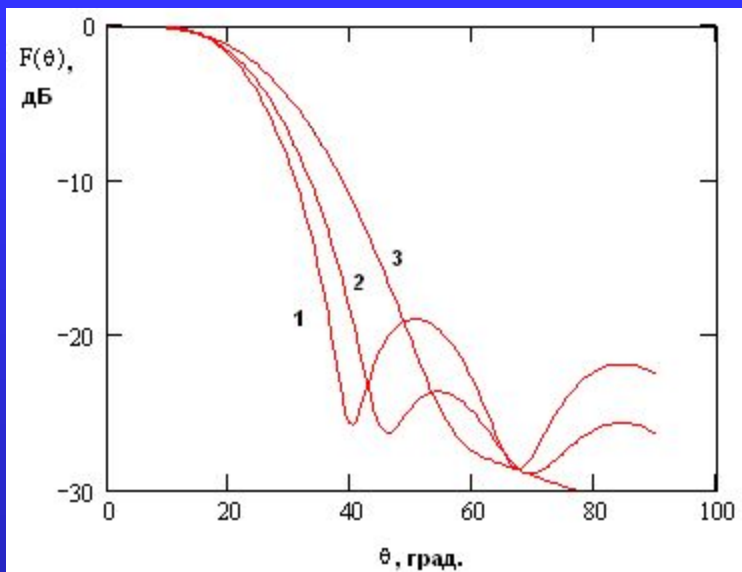
$$\Delta\beta L = 1.15$$



# Оптимизация ДОС на Н-плоскостных волноводах

$$\tilde{C}_{opt} = 0.6$$

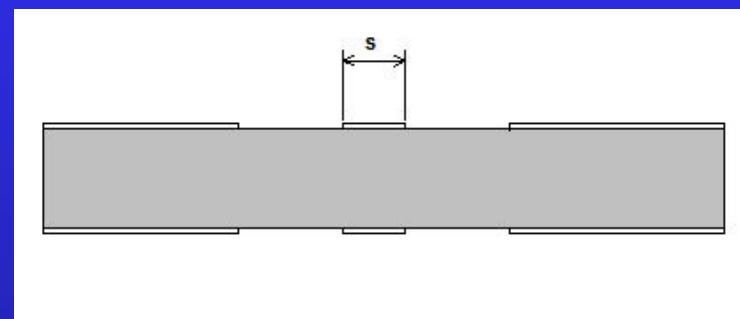
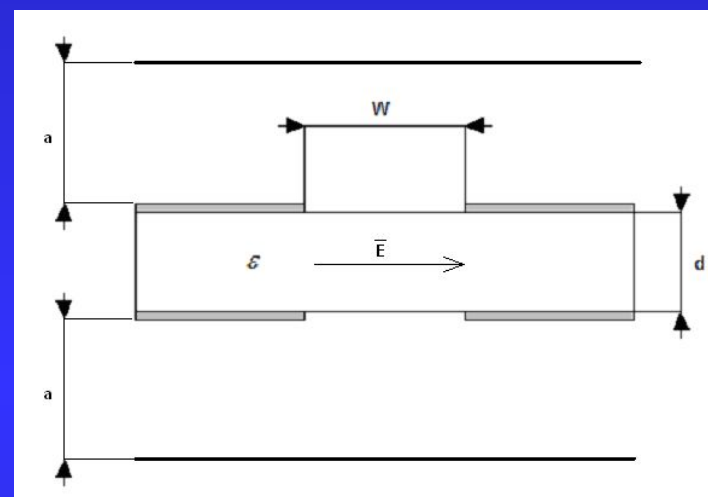
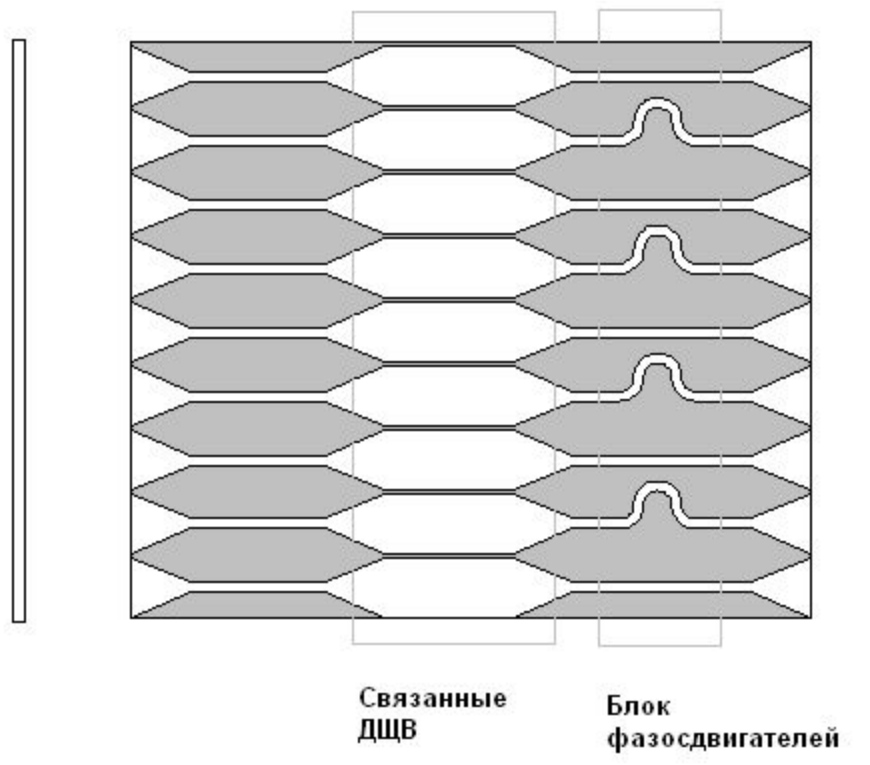
$$\Delta\tilde{\beta}_{opt} = 1.25$$



$$\text{КИП}_{opt} = 0.5 \text{ дБ}$$

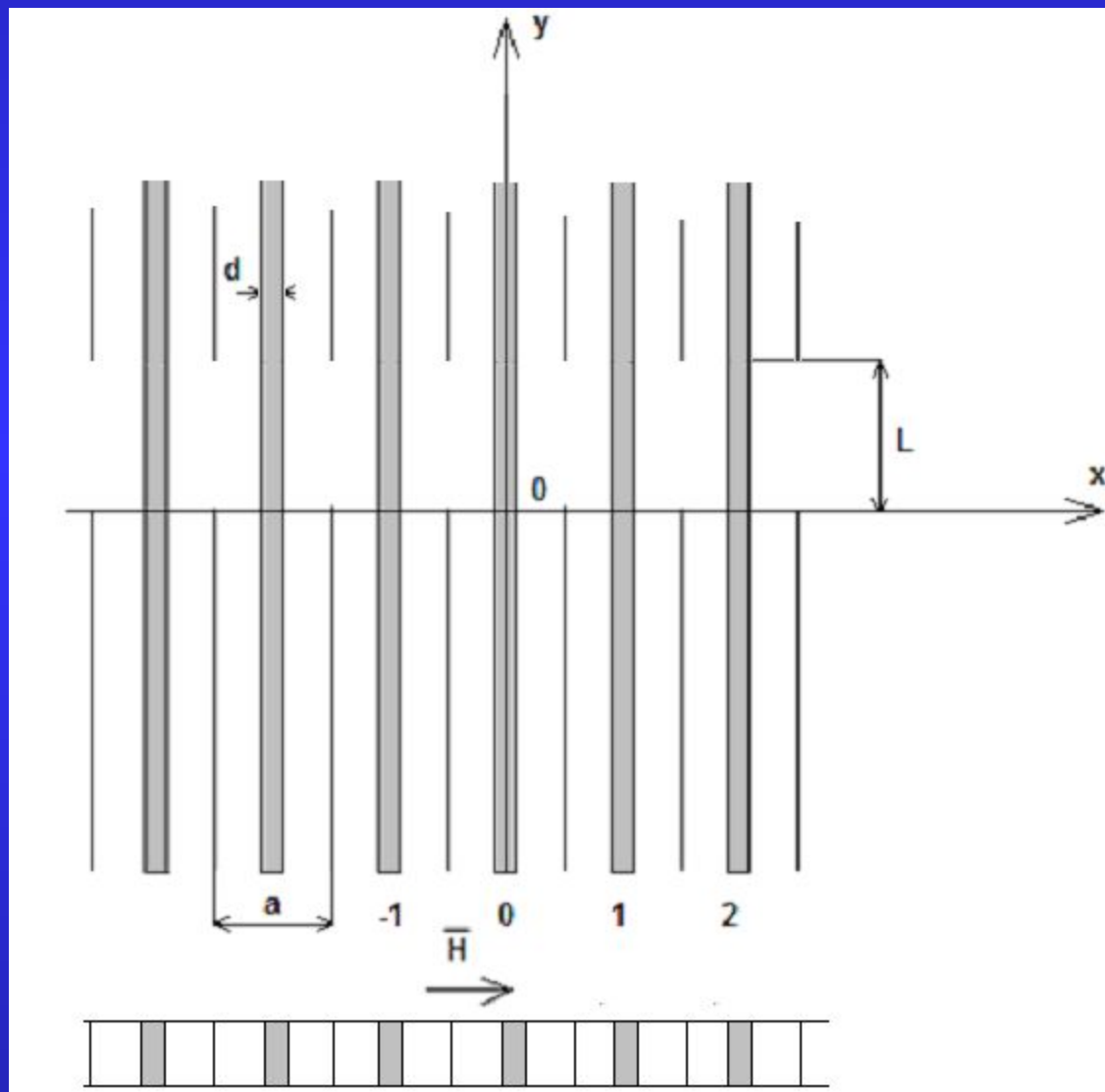
$$\theta_m = 25, 30, 35$$

# ДОС на двусторонних щелевых волноводах

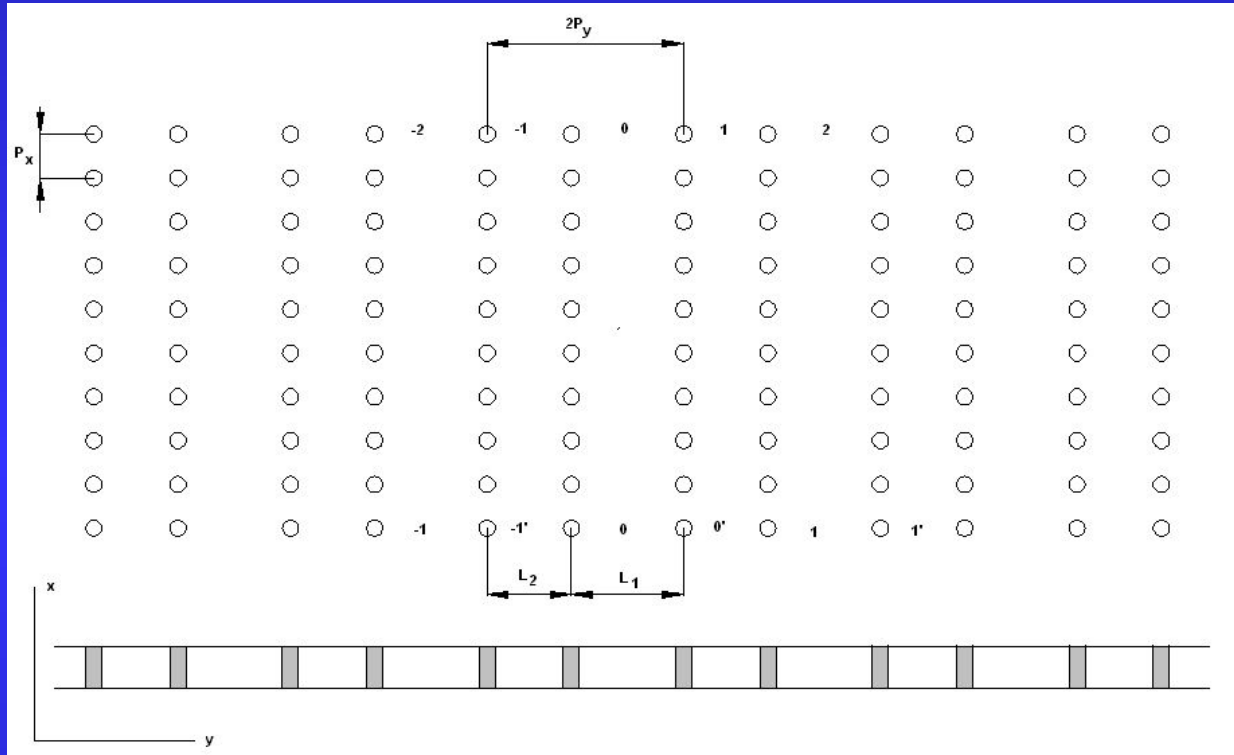


$f=36$  ГГц,  
Поликор,  $d=0.5$

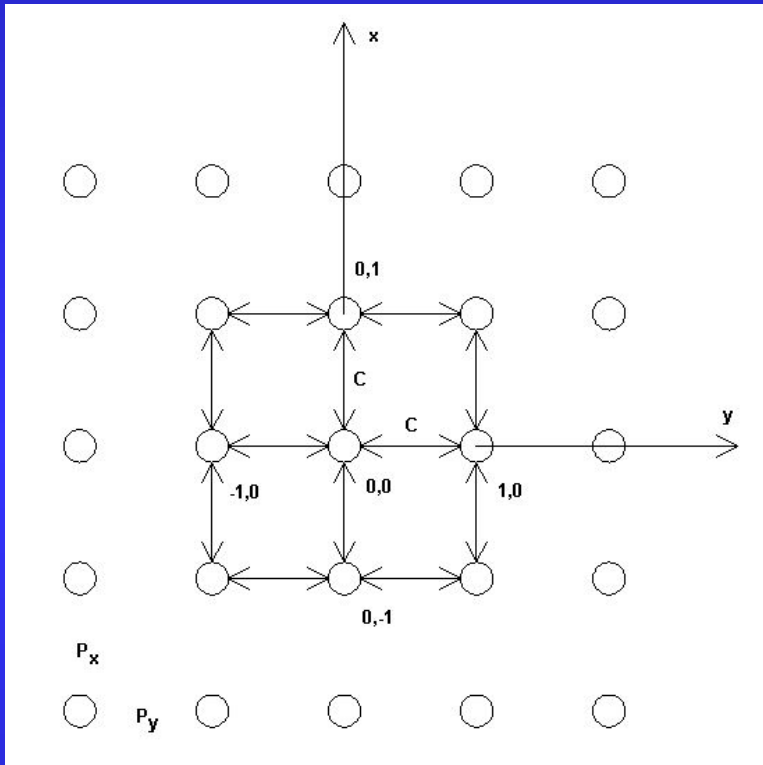
# ДОС на Н-образных ДВ



# ДОС на EBG волноводах



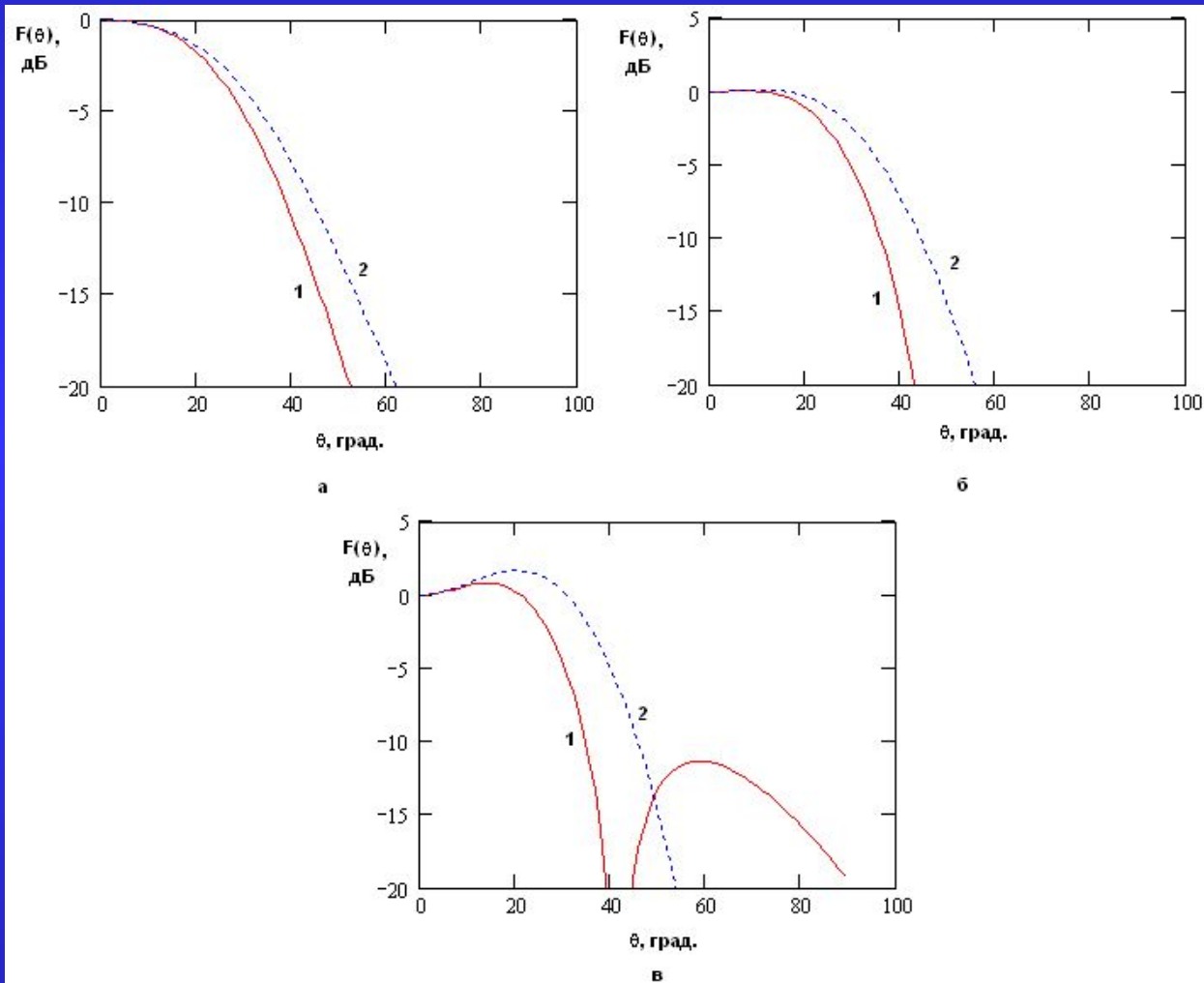
# Двумерная ДОС с фазосдвигателями



-1.571	0	-1.571	0	-1.571
0	1.571	0	1.571	0
-1.571	0	-1.571	0	-1.571
0	1.571	0	1.571	0
-1.571	0	-1.571	0	-1.571

$$\Phi_{n,m} = 1 - (1 + i) \cos^2\left(\frac{\pi n}{2}\right) \cos^2\left(\frac{\pi m}{2}\right) - (1 - i) \sin^2\left(\frac{\pi n}{2}\right) \sin^2\left(\frac{\pi m}{2}\right)$$

# Характеристики излучения ДОС



$$CL = 0.35, 0.5, 0.65$$

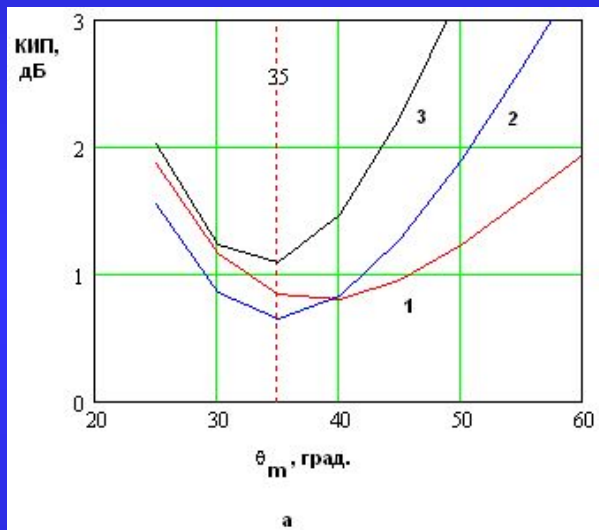
$$a_{x,y} = P_{x,y} = 20$$

$$\varphi = 0,45$$

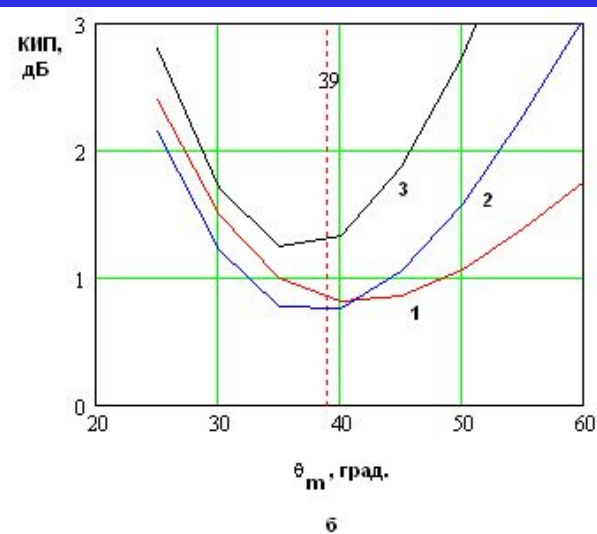
$$f = 8$$

# Оптимизация ДЭС

## Квадратная ОС



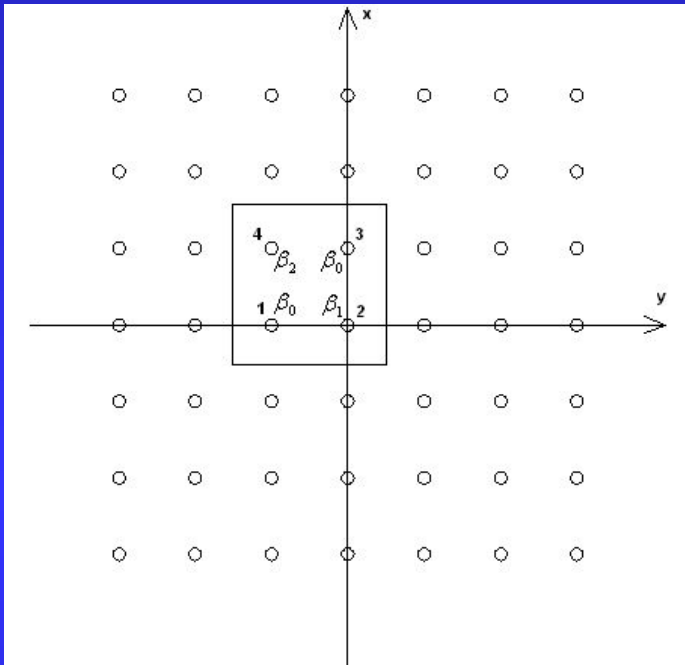
## Круглая ОС





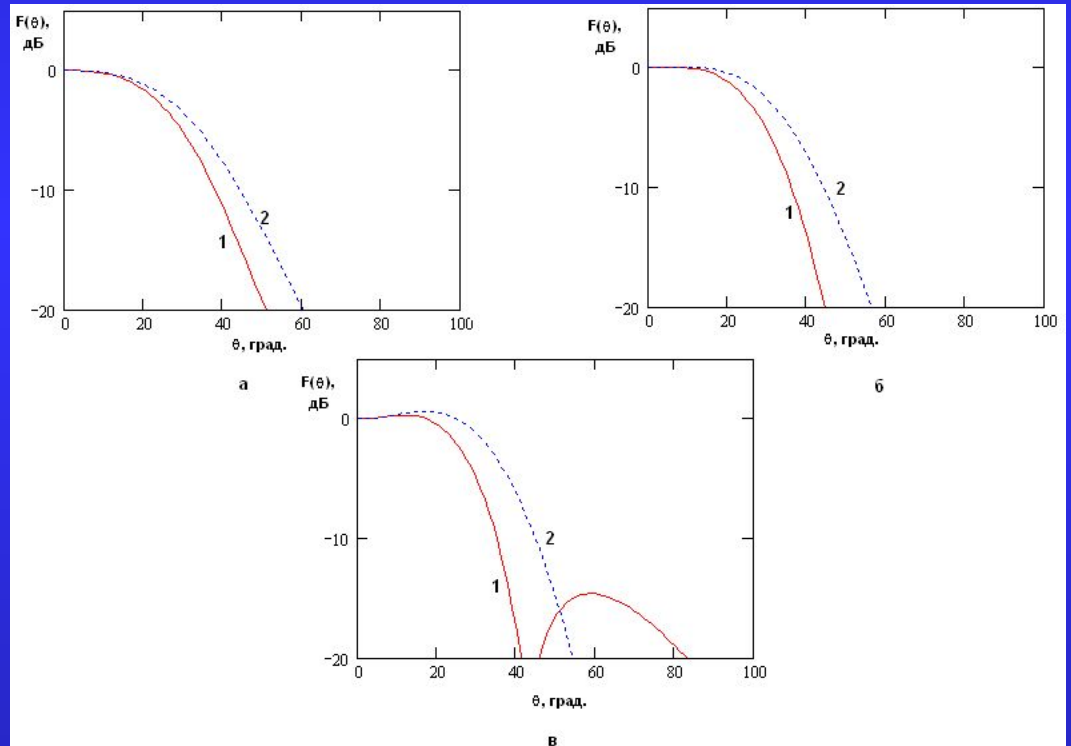
# Двумерная ДОС на разных волноводах

$$CL = 0.55, 0.7, 0.85$$

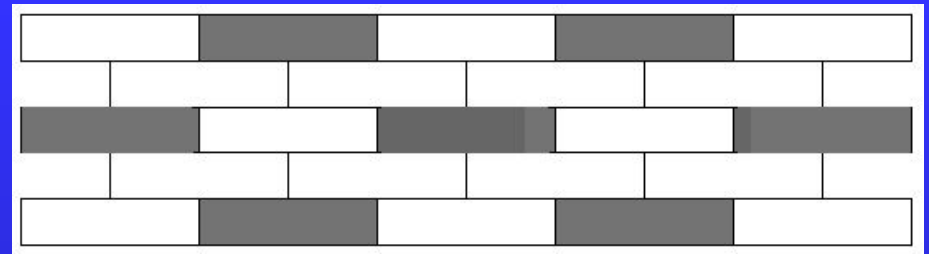
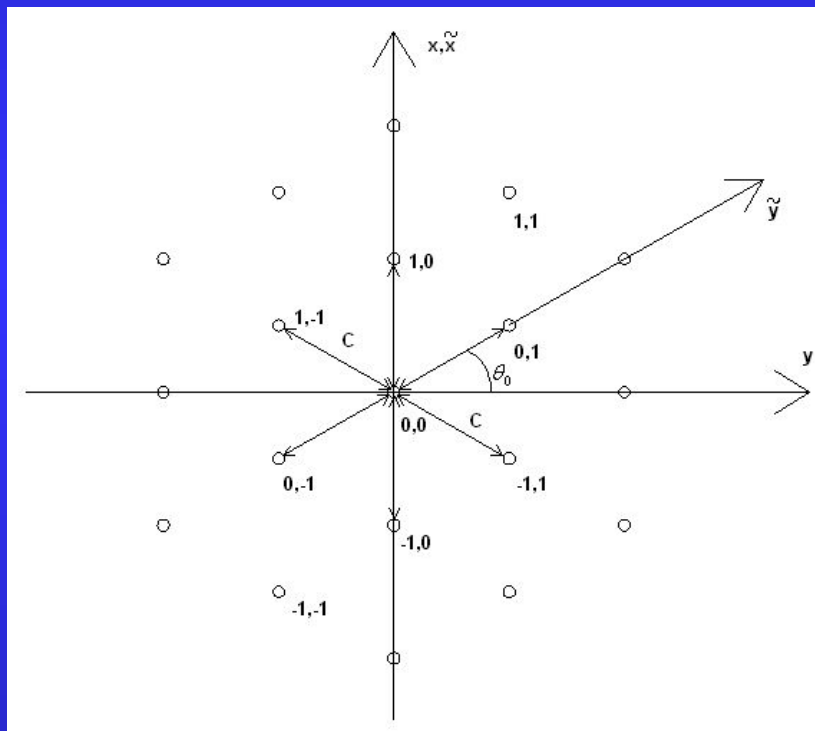


$$\Delta\beta L = 1.9$$

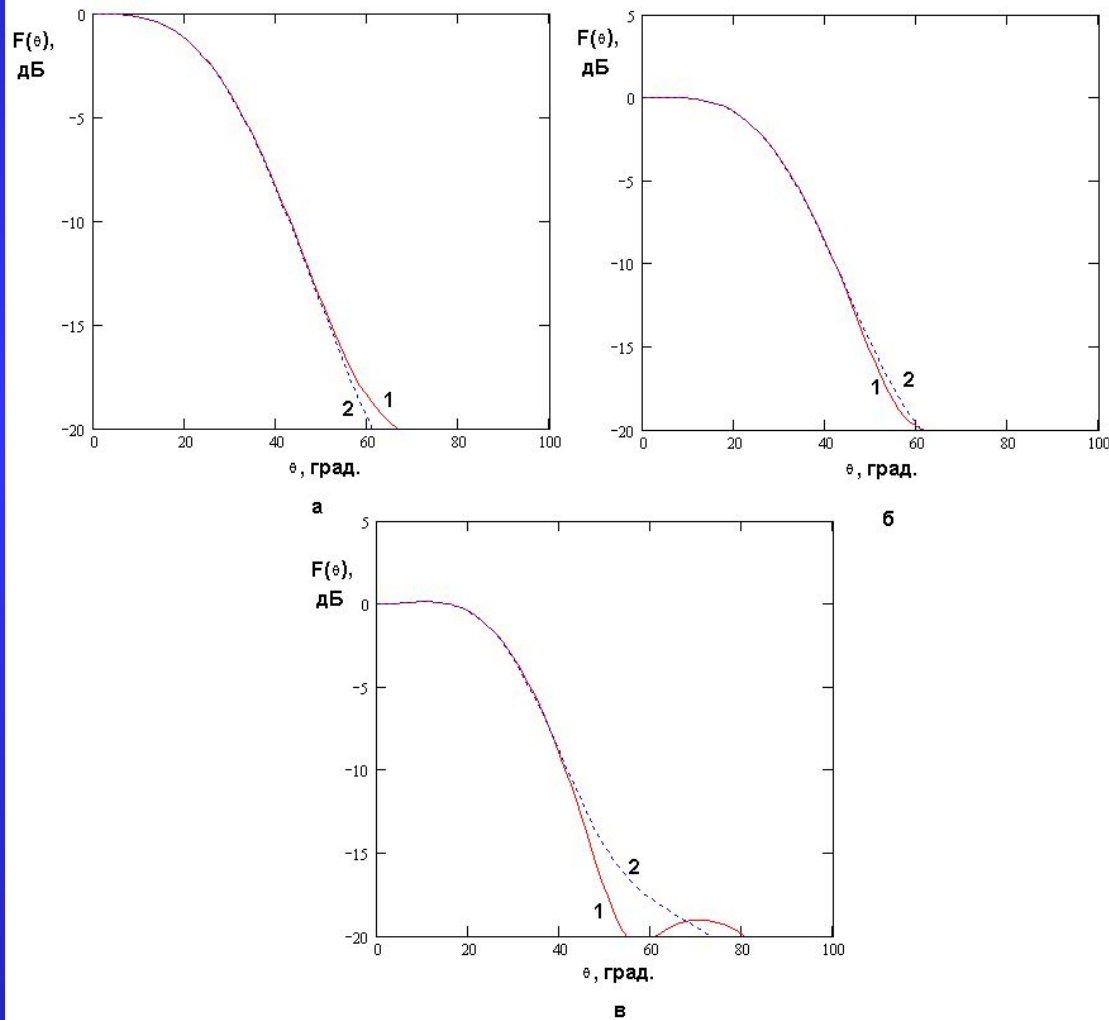
$$\beta_{1,2} = \beta_0 \pm \Delta\beta$$



# Двумерная ДОС. Фазосдвигатели. Гексагональная сетка



# Характеристики излучения



$$CL = 0.3, 0.35, 0.4$$

$$\varphi = 0, \pi/6$$

$$f = 8$$

$$P = 20$$

$$CL_{opt} = 0.35$$