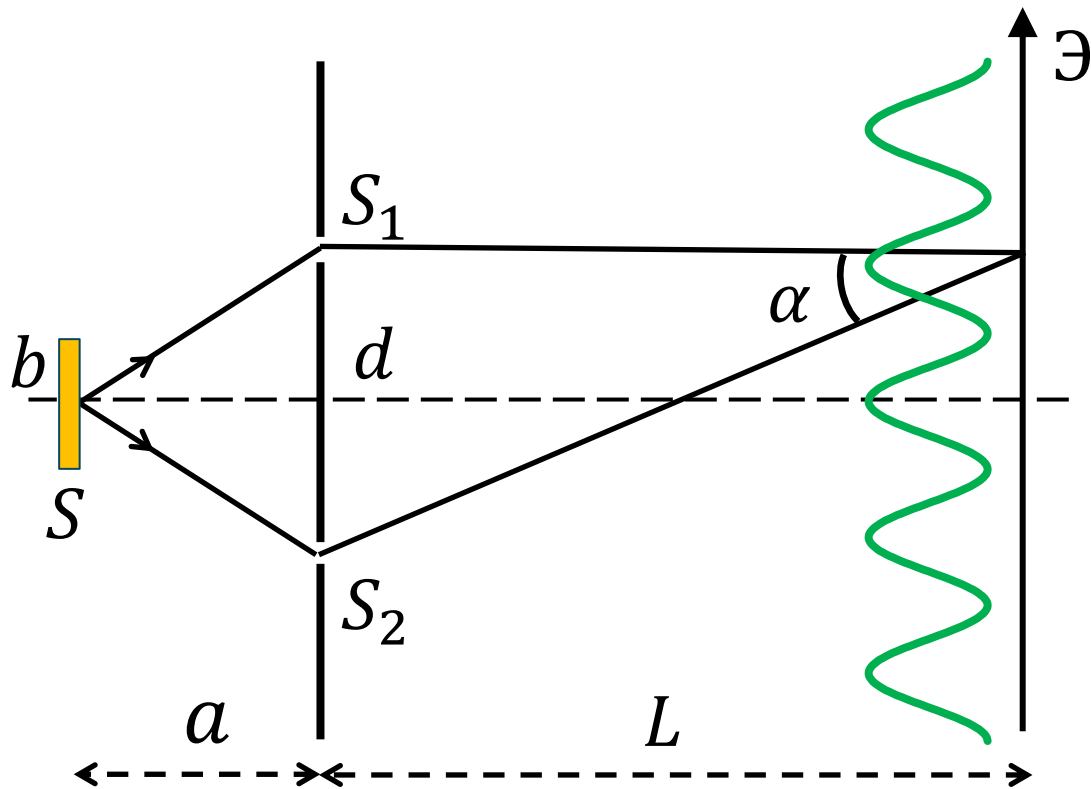




Интерференция от протяженного источника света. Пространственная когерентность

ЛЕКЦИЯ 4А

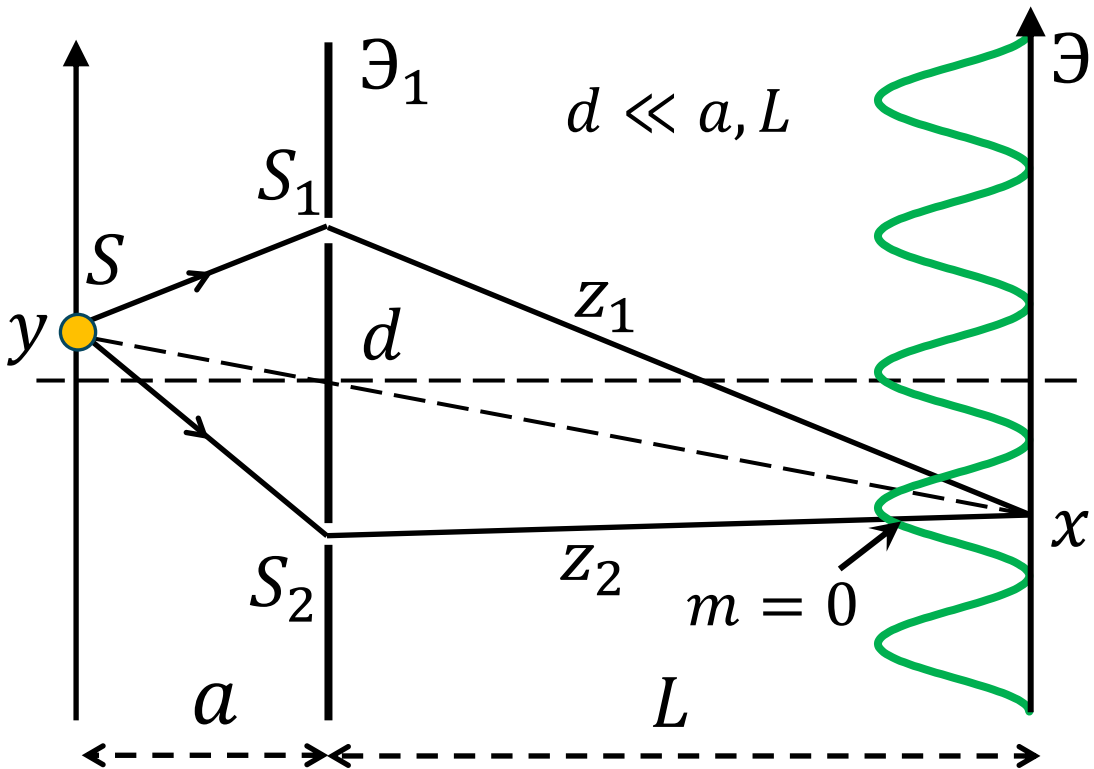
Интерференция от протяженного источника



Конечный размер b источника излучения приводит к ухудшению видности интерференционной картины даже в монохроматическом свете. При этом видность не зависит от разности хода и ухудшается равномерно в разных частях интерференционной картины.

Смещение интерференционной картины от точечного источника

Монохроматический свет: $\lambda = \text{const}$



Параксиальное приближение: $d \ll a, L$

Разность хода после экрана \mathcal{E}_1 :

$$\Delta L_0 = z_2 - z_1 = \frac{xd}{L}$$

Дополнительная разность хода до экрана \mathcal{E}_1 : $\Delta L_a = \frac{yd}{a}$

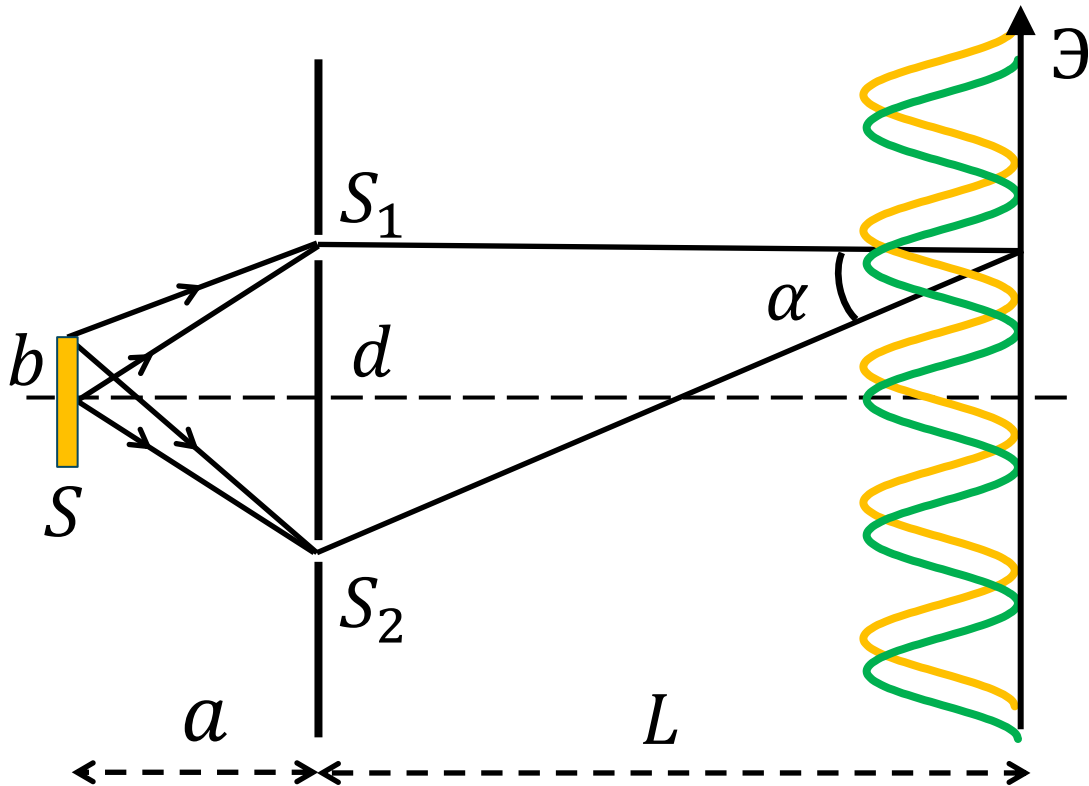
Нулевая полоса ($m = 0$):

$$\Delta L_0 + \Delta L_a = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{xd}{L} + \frac{yd}{a} = 0$$

Смещение интерференционной картины:

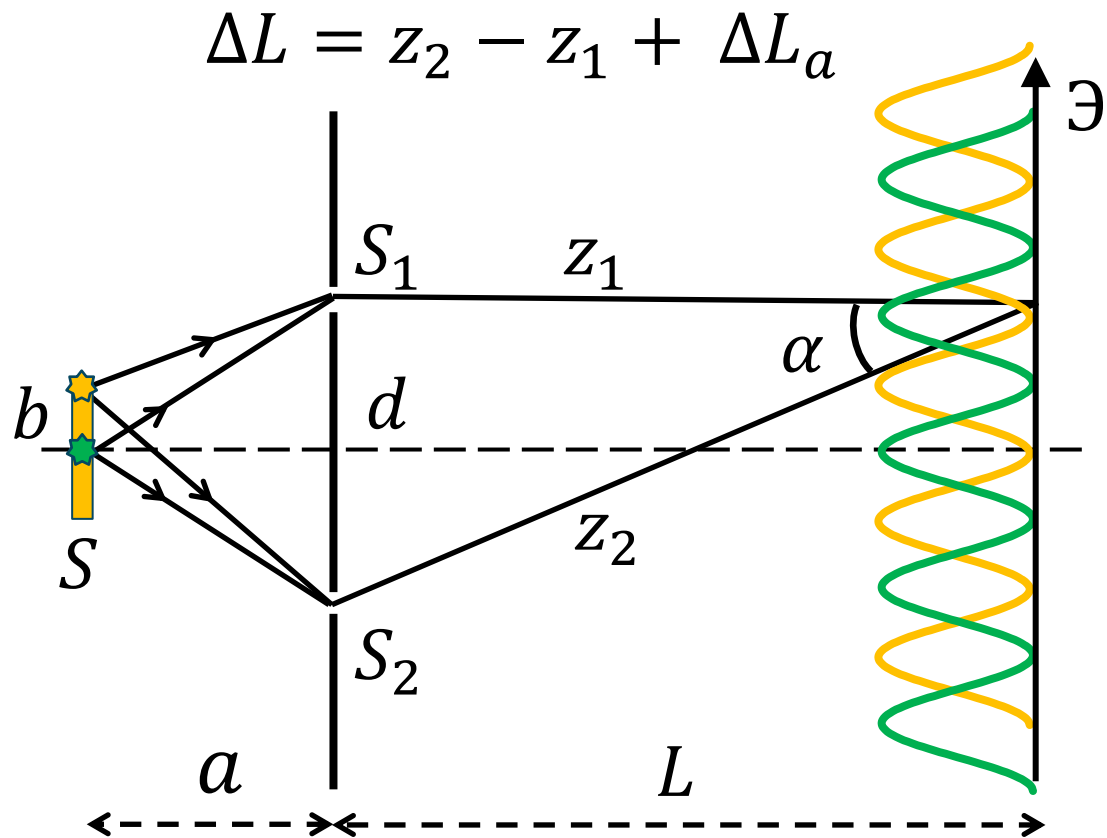
$$x = -y \frac{L}{a}$$

Интерференционные картины от разных частей протяженного источника света



- 1) Интерференционные картины от разных частей протяженного источника света складываются по интенсивности.
- 2) Ширина полос от разных частей протяженного источника одинаковая.
- 3) Интерференционные полосы исчезают, когда максимумы интерференционной картины от центральной части источника и накладывается на минимумы интерференции от крайней части источника.

Условия исчезновения полос при интерференции от протяженного источника



Выделим в протяженном источнике света 2 точечных источника, один в центре, другой с краю. Дополнительная разность хода от крайнего источника:

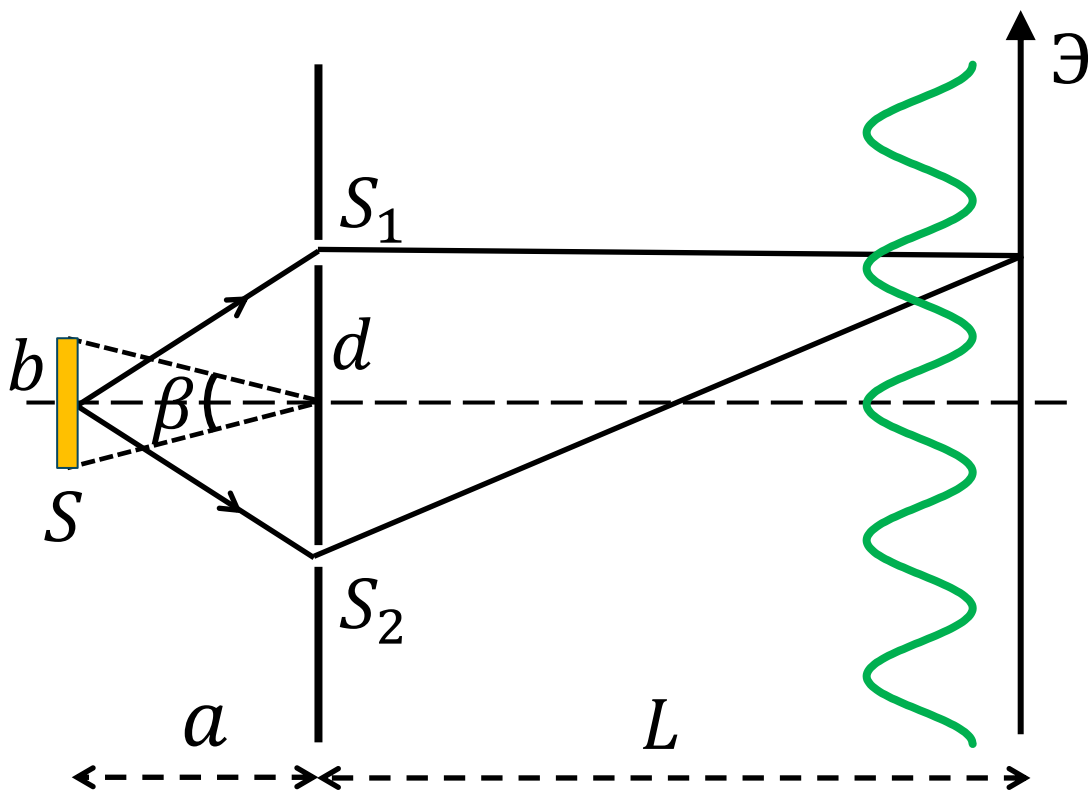
$$\Delta L_a = \frac{bd}{2a}$$

Максимум интерференционной картины от точечного источника в центре накладывается на минимум интерференционной картины от точечного источника с краю, когда: $\Delta L_a = \frac{\lambda}{2}$

Интерференционные полосы исчезают при:

$$b = \frac{\lambda a}{d}$$

Интерференция от протяженного источника. Пространственная когерентность



Условия наблюдения интерференции:

$$b \leq \frac{\lambda a}{d}, \quad \text{или} \quad d \leq \frac{\lambda}{\beta}, \quad \text{или} \quad \Omega \leq \frac{\lambda}{b}$$

где $\beta = b/a$ - угловой размер источника,
 $\Omega = d/a$ - апертура интерференции

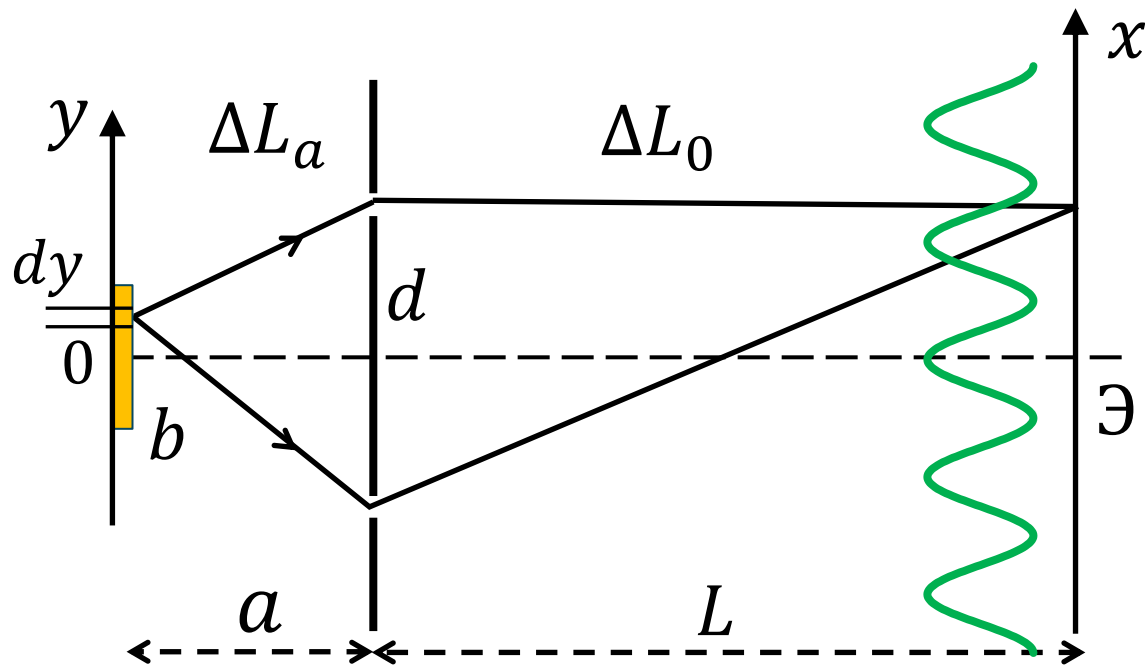
Радиус пространственной когерентности:

$$r_{\perp} = \frac{\lambda}{\beta}$$

Интерференционные полосы наблюдаются при:

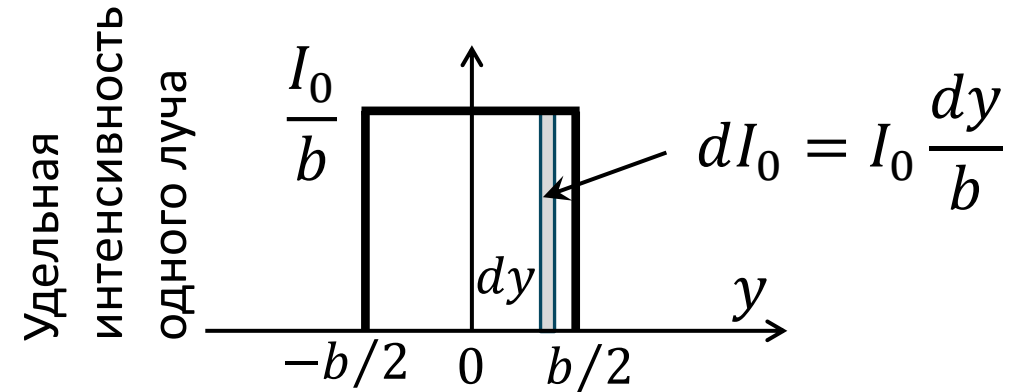
$$d \leq r_{\perp}$$

Видность интерференционной картины от протяженного источника



Разность хода: $\Delta L = \Delta L_0 + \Delta L_a$

Дополнительная разность хода: $\Delta L_a = \frac{yd}{a} = \Omega y$



Интенсивность света в интерференционной картине от малой части источника:

$$dI = 2dI_0[1 + \cos(\Delta L)]$$

$$dI = 2I_0[1 + \cos(k\Delta L_0 + k\Omega y)] \frac{dy}{b}$$

Суммарная интенсивность:

$$I = 2I_0 \int_{-b/2}^{b/2} [1 + \cos(k\Delta L_0 + k\Omega y)] \frac{dy}{b}$$

Расчет видности интерференционной картины от протяженного источника

Суммарная интенсивность света
в интерференционной картине:

$$I = 2I_0 \int_{-b/2}^{b/2} [1 + \cos(k\Delta L_0 + k\Omega y)] \frac{dy}{b}$$

$$I = 2I_0 \left[1 + \frac{1}{k\Omega b} \sin(k\Delta L_0 + k\Omega y) \right]_{-b/2}^{b/2}$$

$$I = 2I_0 \left[1 + \frac{2}{k\Omega b} \sin(k\Omega b/2) \cos(k\Delta L_0) \right]$$

Параметр: $\frac{k\Omega b}{2} = \frac{\pi b d}{\lambda a} = \frac{\pi \beta d}{\lambda} = \frac{\pi d}{r_{\perp}}$

Степень когерентности:

$$\gamma_2 = \frac{\sin(\pi d/r_{\perp})}{\pi d/r_{\perp}}$$

Интенсивность:

$$I(\Delta L_0) = 2I_0 [1 + \gamma_2 \cos(k\Delta L_0)]$$

Видность:

$$V = |\gamma_2| = \frac{|\sin(\pi d/r_{\perp})|}{\pi d/r_{\perp}}$$

Видность интерференционной картины в случае пространственной когерентности

Интенсивность света
в интерференционной картине :

$$I(\Delta L) = 2I_0[1 + \gamma_2 \cos(k\Delta L)]$$

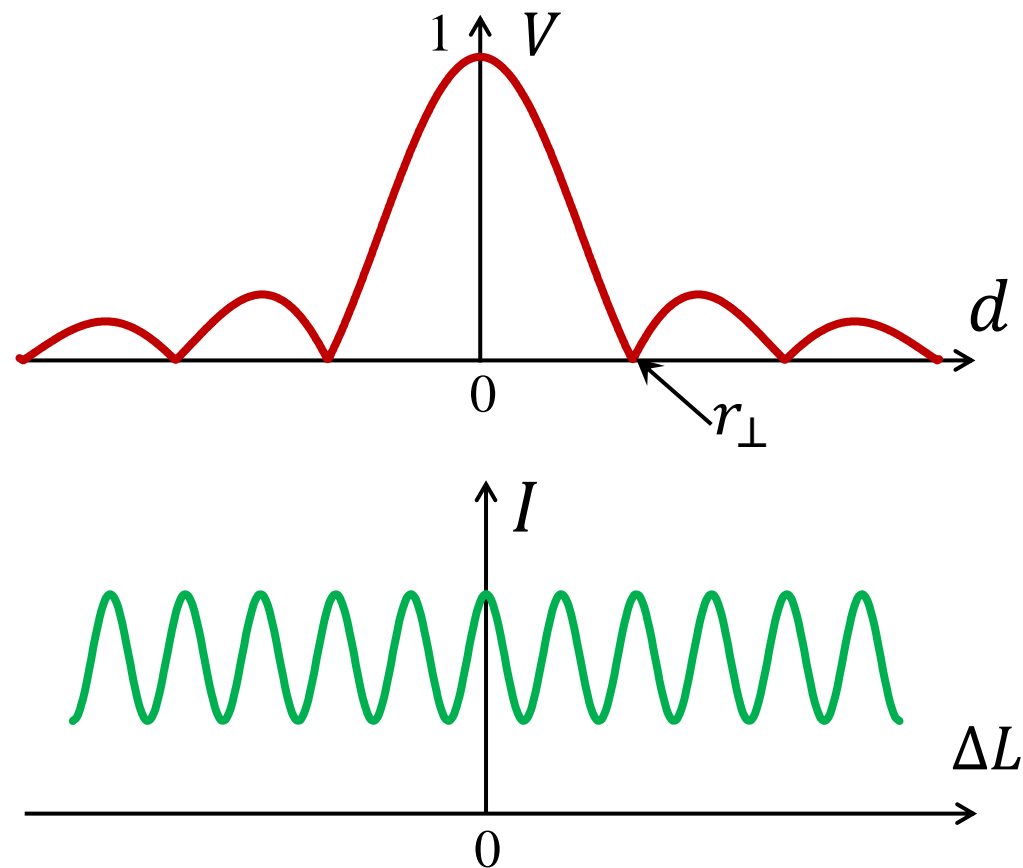
Видность:

$$V = |\gamma_2| = \frac{|\sin(\pi d/r_{\perp})|}{\pi d/r_{\perp}}$$

Видность не зависит от разности хода ΔL .

Видность обращается в ноль при:

$$d = r_{\perp}$$



Интерференция в случае как временной, так и пространственной когерентности

Интенсивность интенсивность света
в интерференционной картине:

$$I(\Delta L) = 2I_0[1 + \gamma_1\gamma_2 \cos(k\Delta L)]$$

Видность:

$$V = |\gamma_1\gamma_2|$$

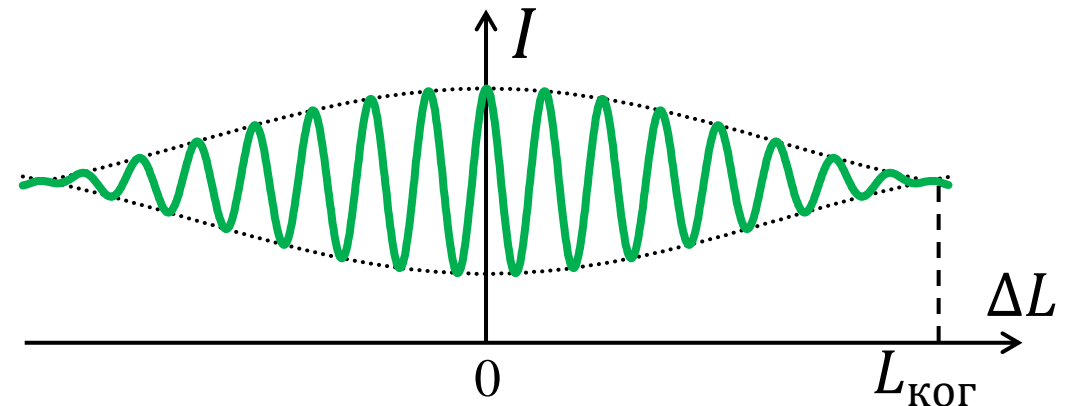
Видность при пространственной
когерентности:

$$|\gamma_2| = \frac{|\sin(\pi d/r_\perp)|}{\pi d/r_\perp}$$

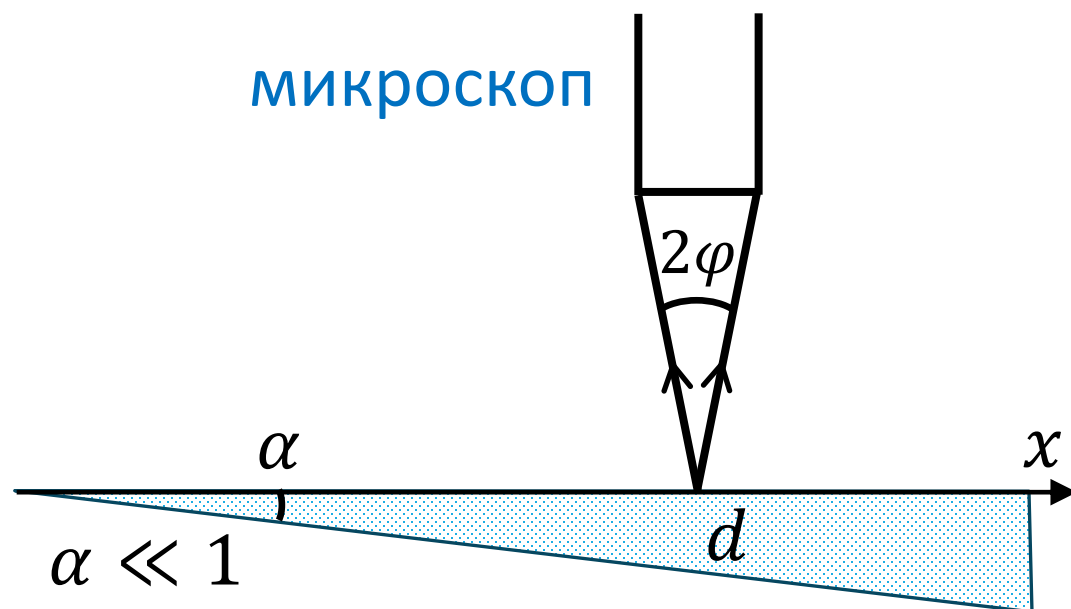
Видность при временной
когерентности:

$$|\gamma_1(\Delta L)| = \frac{|\sin(\pi\Delta L / L_{\text{ког}})|}{\pi\Delta L / L_{\text{ког}}}$$

$$\frac{\Delta\omega\tau}{2} = \frac{\pi\Delta\nu\Delta L}{c} = \frac{\pi\Delta L}{L_{\text{ког}}}$$



Условия исчезновения интерференционных полос при конечной апертуре микроскопа



Клин освещается рассеянным монохроматическим светом

Разность хода для нормальных лучей: $\Delta L_1 = 2nd + \frac{\lambda}{2} = m\lambda$

Разность хода для наклонных лучей: $\Delta L_2 = 2nd \cos \varphi + \frac{\lambda}{2}$

Темная полоса накладывается на светлую, и интерференция исчезает: $\Delta L_1 - \Delta L_2 = \frac{\lambda}{2}$

$$2nd(1 - \cos \varphi) = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow 2nd\varphi^2 = \lambda$$

Максимальный порядок интерференции:

$$m = \frac{1}{\varphi^2}$$