

Ширины фазового синхронизма:

- угловые,
- частотная,
- температурная.

Быть, или не быть,
Вот в чем вопрос.

Гамлет

Постановка задачи

Исследовать влияние волновой расстройки, вызванной изменением параметров излучения и кристалла, на эффективность процесса преобразования частоты.

Что требует определения ширины фазового синхронизма:

1. По углам – расходимость излучения, сфокусированное излучение, точность юстировки и сканирование излучения;
2. По длине волны – излучение с широким спектром, перестраиваемое по длине волны излучение;
3. По температура – изменение температуры окружающей среды, тепловое самовоздействие.

Исследование выполняется в приближении:

1. Приближение заданного поля ($\eta \ll 1$);
2. Плосковолновое излучение;
3. Монохроматичное (стационарное) излучение.

Ширины синхронизма – параметры, которые определяют **потенциальные возможности** кристаллов для преобразования частоты

Причины:

1. Приближение заданного поля ($\eta \ll 1$);
2. Плосковолновое излучение;
3. Монохроматичное (стационарное) излучение.

В действительности, на практике:

1. Высокие эффективности преобразования, нелинейность процесса ($\eta \sim 1$);
2. Излучение с конечной расходимостью;
3. Излучение с конечной шириной спектра.

Общее решение

$$\eta_p = 240\pi^3 \frac{I_{10}}{\lambda_1^2} \frac{(d_{\text{эфф},2}^{\text{ооe}})^2}{n_2^3} L_{\text{кр}}^2 \cdot \text{sinc}^2(\Delta k L_{\text{кр}}/2)$$

$L = L_{\text{кр}}$ - длина кристалла.

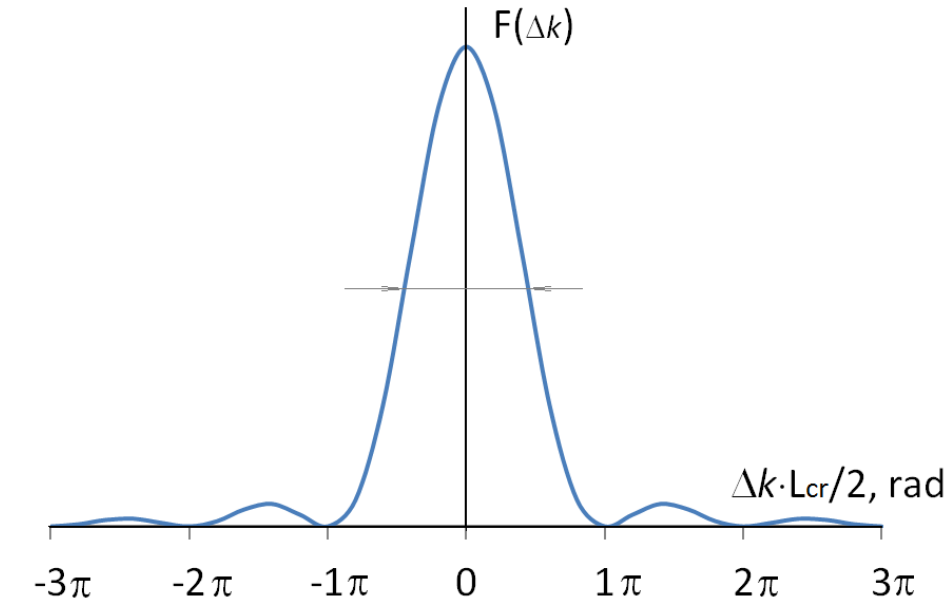
$$F(\Delta k) = \text{sinc}^2(\Delta k L_{\text{кр}}/2)$$

При $\Delta k = 0$ $F(0) = 1,0$

Нулевые значения $F(\Delta k)$:

$\Delta k L_{\text{кр}}/2 = \pm m \cdot \pi$, где m - целое

Уровень определения ширины:



Кривая фазового синхронизма.

$$\Delta k L_{\text{кр}}/2 = \pi/2 \quad F(x) = 0,41$$

$$\Delta k L_{\text{кр}}/2 = 0,443 \pi \quad F(x) = 0,5$$

Параметры

$$\begin{aligned}\Delta k(\varphi_0 \pm \Delta\varphi, \theta_0 \pm \Delta\theta, \lambda_0 \pm \Delta\lambda, T_0 \pm \Delta T) = & \Delta k(\varphi_0, \theta_0, \lambda_0, T_0) + \\ & + \frac{\partial \Delta k}{\partial \varphi} \Delta\varphi \pm \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \Delta k}{\partial \varphi^2} (\Delta\varphi)^2 + \dots + \frac{\partial \Delta k}{\partial \theta} \Delta\theta \pm \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \Delta k}{\partial \theta^2} (\Delta\theta)^2 + \dots \\ & + \frac{\partial \Delta k}{\partial \lambda} \Delta\lambda \pm \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \Delta k}{\partial \lambda^2} (\Delta\lambda)^2 + \dots + \frac{\partial \Delta k}{\partial T} \Delta T \pm \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \Delta k}{\partial T^2} (\Delta T)^2 + \dots\end{aligned}$$

$$\Delta k(p) = \Delta k(p_0) \pm \frac{\partial \Delta k}{\partial p} \Delta p \pm \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \Delta k}{\partial p^2} (\Delta p)^2 + \dots$$

где $\Delta p = \Delta\theta, \Delta\varphi, \Delta\lambda, \Delta T$

Полуширина - Δp . Полная ширина - $2\Delta p$.

$2\Delta\theta, 2\Delta\varphi$ - расходимость излучения, точность юстировки,

$2\Delta\lambda$ - ширина спектра (длительность импульса), перестройка по длине волны,

$2\Delta T$ - температура окружающей среды, тепловое самовоздействие.

При точном выполнении фазового синхронизма по всем параметрам

$$\Delta k(p_0) = 0, \quad d^m \Delta k(p_0) / dp^m \neq 0$$

Критичные и некритичные синхронизмы

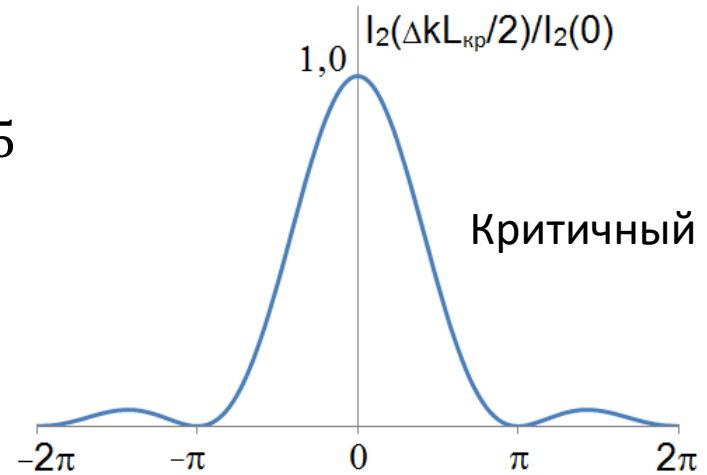
$$\Delta k(p) = \frac{\partial \Delta k}{\partial p} \Delta p + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \Delta k}{\partial p^2} (\Delta p)^2 + \dots$$

$$\Delta k L_{\text{кр}} / 2 = 0,443 \pi \rightarrow \sin^2(\Delta k L_{\text{кр}} / 2) = 0,5$$

$$d\Delta k / dp \gg \frac{1}{2} d^2 \Delta k / dp^2 \Delta p$$

$$2\Delta p = 0,886 \cdot \pi \cdot L_{\text{кр}} / (d\Delta k / dp)$$

- критичный синхронизм (КУС)

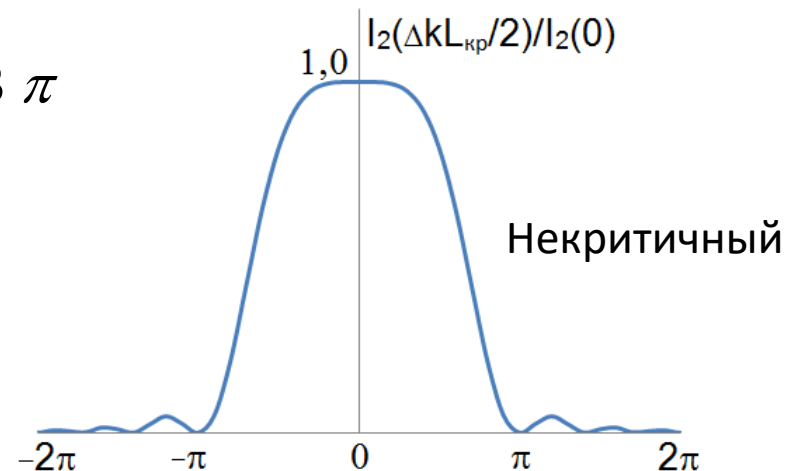


$$\Delta k L_{\text{кр}} / 2 = 0,443 \pi$$

$$d\Delta k / dp = 0$$

$$2\Delta p = \sqrt{0,886 \cdot \pi \cdot L_{\text{кр}} / (d^2 \Delta k / dp^2)}$$

- некритичный синхронизм (НКУС)



Ширина синхронизма определяется на единицу длины 1 см.

Размерности: Критичный: $[\Delta p]$ - мрад·см Некритичный: $[\Delta p]$ - мрад·см^{1/2}