

1. Показать, что для сигнала в виде экспоненциально затухающей гармонической функции длительность импульса и спектральная ширина связаны между собой соотношением $\Delta\omega \cdot \tau = 2$

Экспоненциально затухающая гармоническая функция:

$$A(t) = A_0 e^{-i\omega_0 t - \frac{t}{\tau}}$$

Для нее примем $\Delta t = \tau$, $\Delta\omega = \frac{2}{\tau}$

Тогда соотношение неопределённости принимает вид $\Delta\omega \cdot \Delta t = 2$

Источник: https://scask.ru/1_book_el1.php?id=78 стр 213-214

2. Дифракция Фраунгофера – дифракция плоских волн. Она происходит, если источник света находится достаточно далеко от точки наблюдения, и лучи можно считать параллельными. Если мы не можем пренебречь кривизной волны и не можем рассматривать лучи, как параллельные (при близком расстоянии источника света от точки наблюдения), то говорят о дифракции Френеля – дифракции сферических волн.

Дифракционная картина – это распределение интенсивности света, возникающее вследствие дифракции.

Расчет дифракционной картины для дифракции Фраунгофера:

Для одной щели по формуле:

$$I_\varphi = I_0 \frac{\sin^2 \left(\frac{b\pi \sin \varphi}{\lambda} \right)}{\left(\frac{b\pi \sin \varphi}{\lambda} \right)^2}$$

Максимум интенсивности наблюдается для угла $\varphi = 0$.

Для N щелей по формуле:

$$I = I_0 \frac{\sin^2 \left(\frac{b\pi \sin \varphi}{\lambda} \right) \sin^2 \left(\frac{N\pi d \sin \varphi}{\lambda} \right)}{\left(\frac{b\pi \sin \varphi}{\lambda} \right)^2 \sin^2 \left(\frac{\pi d \sin \varphi}{\lambda} \right)}$$

I_0 – интенсивность в центре дифракционной картины, b – ширина щели

Дифракционная картина соответствует распределению интенсивности.

Источник:

https://spmi.ru/sites/default/files/imci_images/univer/svedenia_jb_organizacii/metred_obshchie/fizika.-difrakciya-fraungofera-na-reshetke_0.pdf

Расчет дифракционной картины для дифракции Френеля:

Амплитуда колебания в некоторой точке P определяется по формуле Кирхгофа:

$$A_p = \iint_S K(\theta) \frac{a_0}{r} \cos(\omega t - kr + \alpha) dS$$

Однако явное вычисление – слишком сложная процедура, и для вычисления этого интеграла применяют приближенные методы, например, метод зон Френеля.

Источник: http://fn.bmstu.ru/files/FN4/lec_3sem/3sem_lec_14_15.pdf

Отличие в том, что при дифракции Фраунгофера пренебрегают кривизной волны и используют плоские волны, что приводит к более простым формулам

3. Зеленый свет ($\lambda = 546$ нм) освещает пару узких параллельных щелей, разделенных $0,250$ мм. Составьте график $\frac{I}{I_{max}}$ как функции от θ для интерференционной картины, наблюдаемой на экране на расстоянии $1,20$ м от плоскости параллельных щелей. Пусть θ меняется в пределах от -0.3° до $+0.3^\circ$.

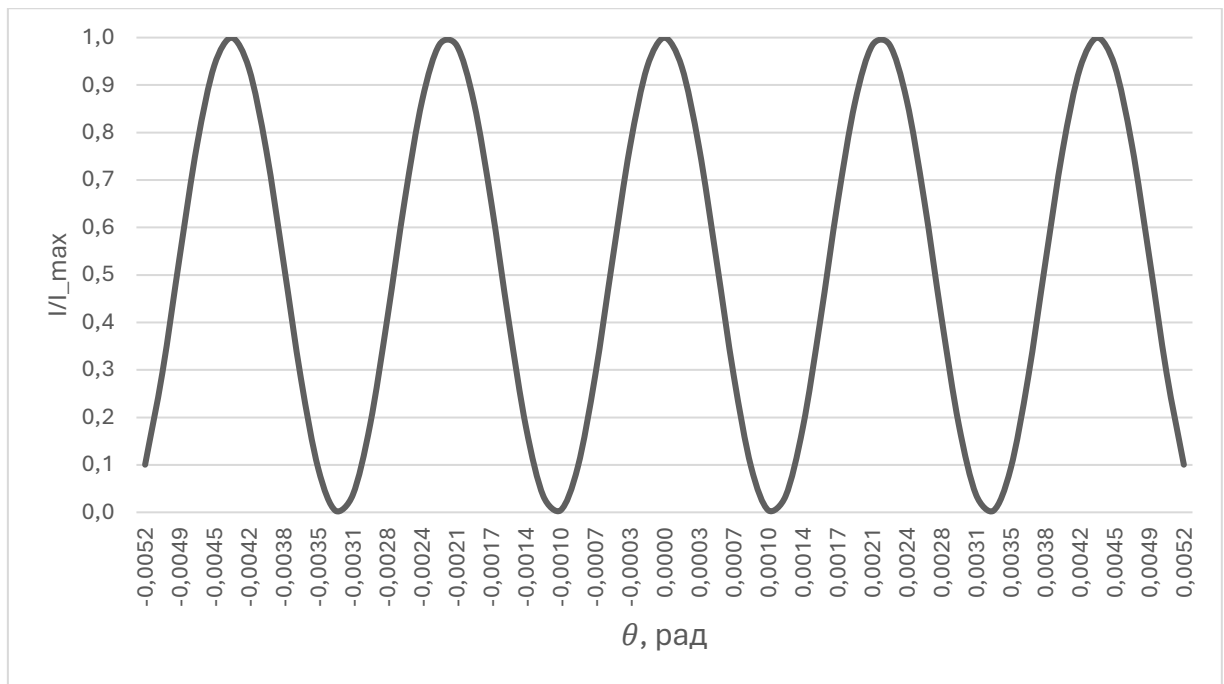
Используем формулу:

$$I = I_{max} \cos^2 \left(\frac{\pi x d}{\lambda L} \right) = I_{max} \cos^2 \left(\frac{\pi x \sin \theta}{\lambda} \right)$$

где x – расстояние между щелями, L – расстояние от экрана до плоскости щелей

$$\frac{I}{I_{max}} = \cos^2 \left(\frac{\pi \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot \sin \theta}{546 \cdot 10^{-9}} \right) = \cos^2 \left(\frac{\pi \cdot 2,5 \cdot \sin \theta}{546 \cdot 10^{-5}} \right)$$

Построим график в Excel



Источники: <https://studfile.net/preview/2248661/page:2/> - формула