

Группа М3216

К работе допущен _____

Студент Орлов Владимир

Работа выполнена _____

Преподаватель Тимофеева Эльвира
Олеговна

Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по моделированию №1

Задание 1 (6 баллов). " Моделирование интерференции "

1. Задание моделирования.

Моделирование интерференции от N ($1 \leq N \leq 10$) узких высоких щелей с изменяемыми параметрами (ширина, период). Рассмотреть монохроматический и квазимонохроматический свет (задается середина и ширина спектра в нанометрах). Вывод цветного распределения интенсивности на выбранном расстоянии от щелей и графика зависимости интенсивности от координаты.

2. Рабочие формулы и исходные данные.

2.1. Дифракция на одной щели:

$$I_{diff} = \left(\frac{\beta}{\sin\beta} \right)^2, \beta = \frac{\pi b \sin\theta}{\lambda}.$$

где:

- b — ширина щели (м),
- θ — угол наблюдения,
- λ — длина волны (м).

2.2. Интерференция N щелей:

$$I_{interf} = \left(\frac{\sin(N\alpha)}{\sin\alpha} \right)^2, \alpha = \frac{\pi d \sin\theta}{\lambda}$$

где:

- N — число щелей,
- d — период решётки (м).

2.3. Результирующая интенсивность:

$$I = I_{diff} \cdot I_{interf}$$

2.4. Угол наблюдения

Для малых углов:

$$\sin \theta \approx \tan \theta = \frac{x}{L}$$

где:

- x — координата на экране (м),
- L — расстояние до экрана (м).

2.5. Квазимонохроматический свет

Интенсивность рассчитывается как интеграл по спектру:

$$I_{total} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K I(x, \lambda_k)$$

где:

- K — число точек в диапазоне длин волн,
- λ_k — длины волн в диапазоне $[\lambda_0 - \frac{\Delta\lambda}{2}, \lambda_0 + \frac{\Delta\lambda}{2}]$.

2.6. Положение максимумов интерференции

Главные максимумы возникают при:

$$d \sin \theta = m\lambda \Rightarrow x_m = \frac{m\lambda L}{d}$$

где $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ — порядок максимума.

2.7. Преобразование длины волны в RGB

Эмпирическая модель цветового восприятия:

- Для $\lambda \in [380, 750]$ нм вычисляются коэффициенты R, G, B по кусочно-линейным зависимостям.
- Коррекция интенсивности для фиолетового ($\lambda < 420$ нм) и красного ($\lambda > 700$ нм) диапазонов:

Attenuation =

$$\begin{aligned} &0.3 + 0.7 \cdot \frac{\lambda - 380}{420 - 380}, \lambda < 420 \\ &0.3 + 0.7 \cdot \frac{750 - \lambda}{750 - 700}, \lambda > 700, \\ &1.0, \text{ иначе.} \end{aligned}$$

2.8. Проверки входных параметров

- Число щелей: $1 \leq N \leq 10$
- Период решётки: $d \geq b$
- Длина волны: $\lambda_0 > 0, \Delta\lambda \geq 0$.

3. Код программы можно найти по ссылке, реализация на python

<https://github.com/AkihiroKano/Physics-4-sem-models.git>

4. Графики при разных выходных данных

N (число щелей): Влияет на остроту максимумов. Больше $N \rightarrow$ уже и ярче главные пики.

b (ширина щели): Определяет ширину центрального дифракционного максимума. Уже щель \rightarrow шире распределение.

d (период решётки): Задаёт расстояние между соседними щелями. Увеличение $d \rightarrow$ уменьшение расстояния между полосами.

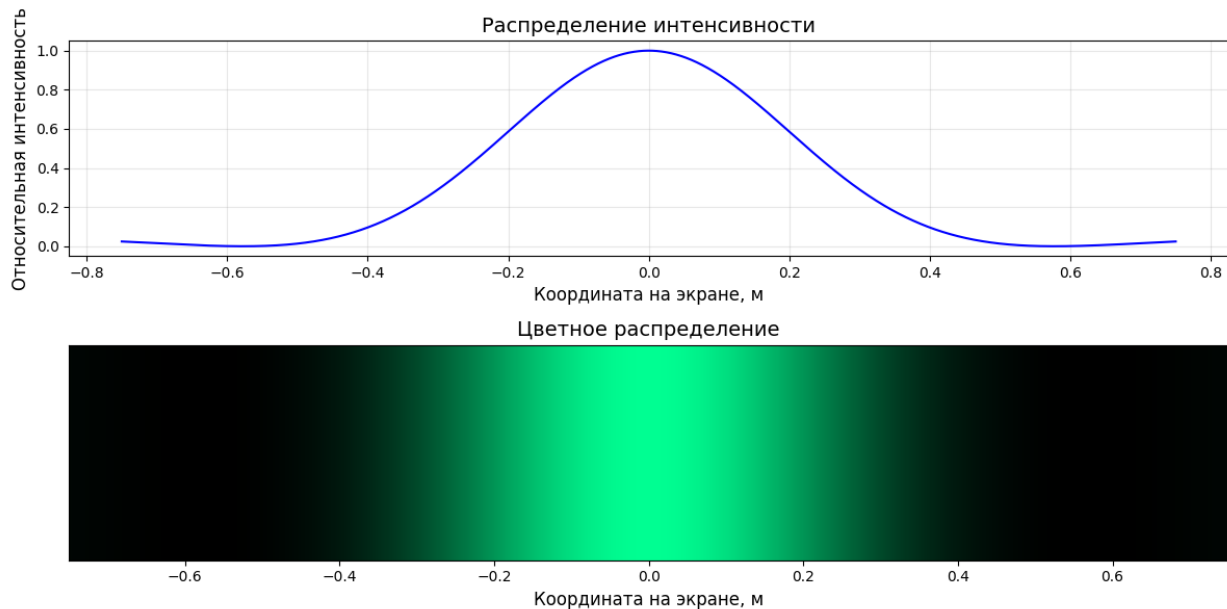
L (расстояние до экрана): Увеличение $L \rightarrow$ пропорциональное увеличение масштаба картины.

λ_0 (длина волны): Красный свет (большая λ) даёт более широкие полосы, синий (малая λ) — узкие.

$\Delta\lambda$ (ширина спектра): Ненулевое значение имитирует немонохроматический источник, размывая полосы.

Дифракция на одной щели (N=1)

```
# Параметры запуска
params = {
    'N': 1,          # Число щелей
    'b': 1e-6,       # Ширина щели (1 мкм)
    'd': 2e-6,       # Период решётки (2 мкм)
    'L': 1.0,        # Расстояние до экрана (1 м)
    'lambda0': 500e-9, # Центральная длина волны (500 нм = зеленый свет)
    'delta_lambda': 0 # Ширина спектра (0 = монохроматический свет)
}
```



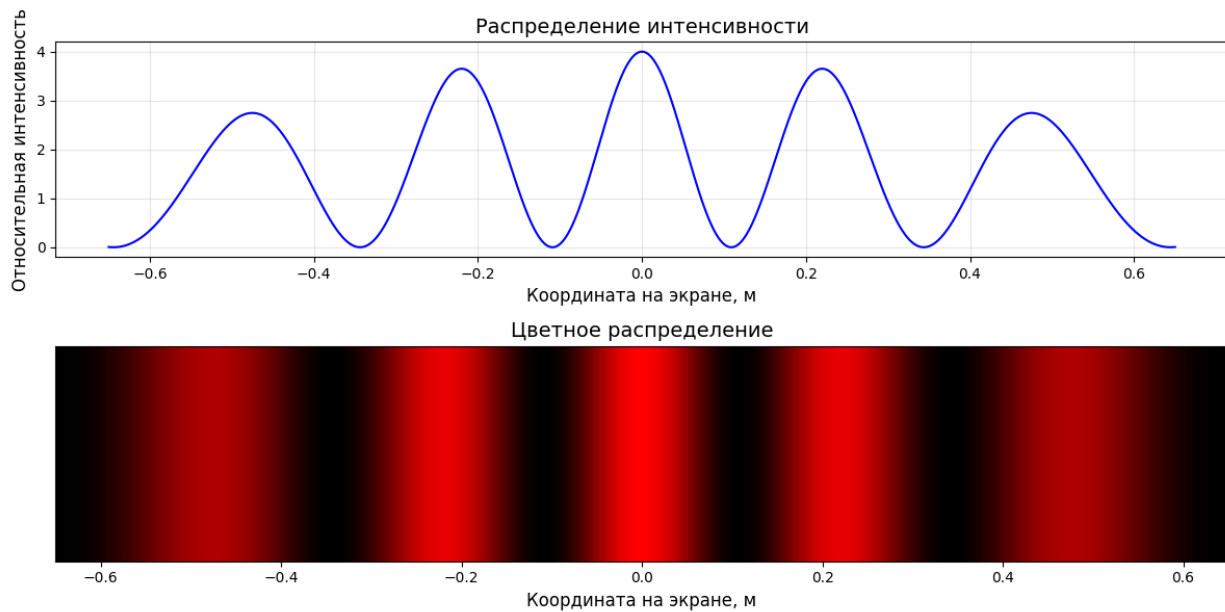
Широкая центральная полоса с постепенным убыванием интенсивности (дифракция на одной щели).

Цвет зеленый что соответствует ожиданию при $\lambda=500\text{нм}$

При $N=1$ интерференция отсутствует, видна только дифракционная картина.

Интерференция двух щелей (N=2)

```
# Параметры запуска
params = {
    'N': 2,          # Две щели
    'b': 0.5e-6,     # Узкая щель (0.5 мкм)
    'd': 3e-6,       # Большой период (3 мкм)
    'L': 1.0,
    'lambda0': 650e-9, # Красный свет (650 нм)
    'delta_lambda': 0
}
```



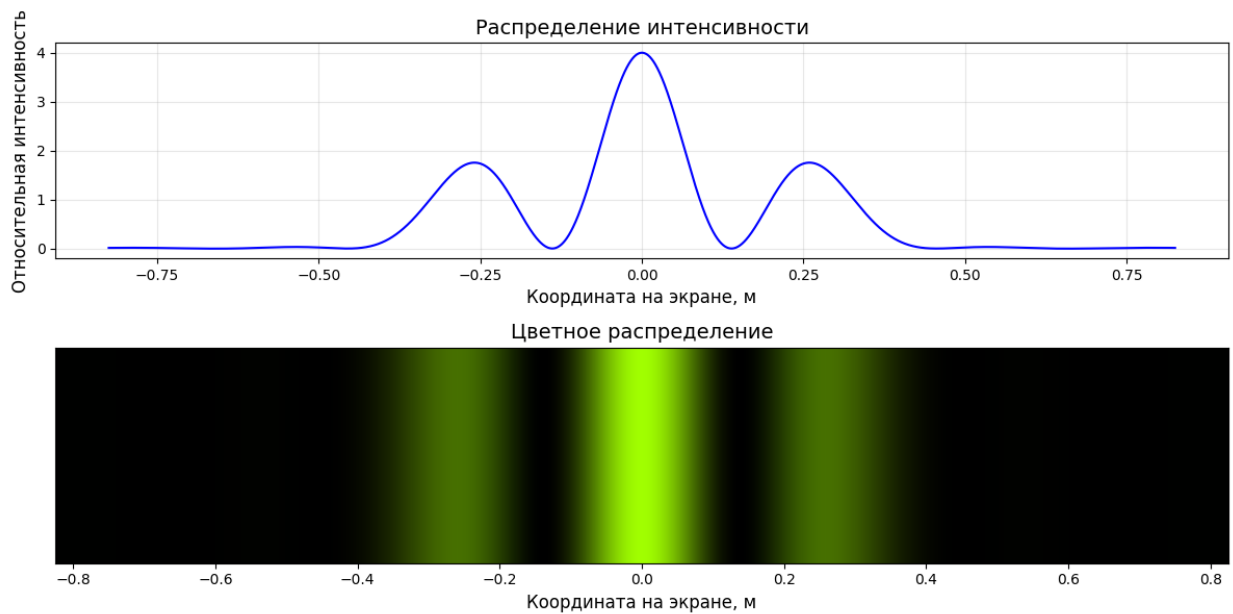
Четкие периодические полосы с равным расстоянием между максимумами.

Цвет красный, что соответствует ожиданию при $\lambda=650\text{нм}$

Большой период (d) увеличивает расстояние между полосами.

Квазимонохроматический свет

```
params = {  
    'N': 2,  
    'b': 1e-6,  
    'd': 2e-6,  
    'L': 1.0,  
    'lambda0': 550e-9, # Желто-зеленый свет (550 нм)  
    'delta_lambda': 50e-9 # Широкий спектр (50 нм)  
}
```



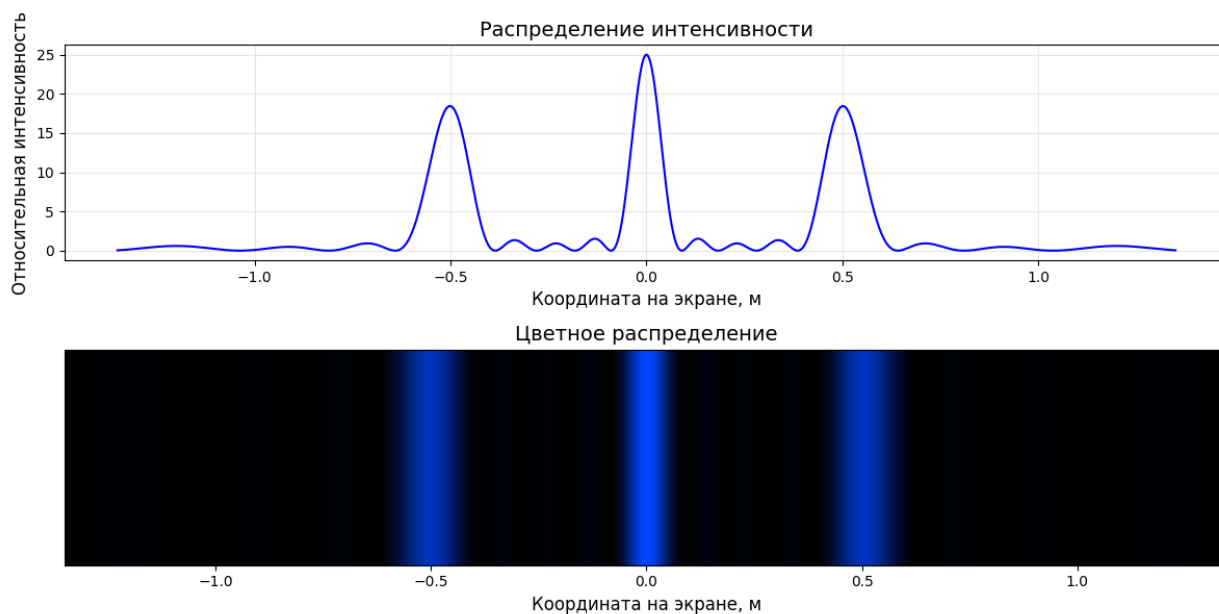
Размытые полосы с низким контрастом.

Цвет бело-желтый из-за смешения длин волн

Широкий спектр "смазывает" интерференционную картину.

Многощелевая решётка (N=5)

```
params = {  
    'N': 5,  
    'b': 0.3e-6,      # Очень узкая щель  
    'd': 1e-6,        # Малый период (1 мкм)  
    'L': 1.0,  
    'lambda0': 450e-9, # Синий свет (450 нм)  
    'delta_lambda': 0  
}
```



Узкие яркие максимумы с множеством слабых побочных.

Цвет ярко-синий.

Большое N делает главные максимумы острее.

5. Погрешности

Погрешности связаны с:

1. Приближением малых углов ($\sin \theta \approx \tan \theta$)
2. Дискретизацией спектра при моделировании квазимонохроматического света
3. Упрощённой моделью преобразования длины волны в RGB.