

Группа \_\_\_\_\_ М3211

К работе допущен \_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_ Ладошкина Наталья  
Владимировна

Работа выполнена \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_ Тимофеева Эльвира  
Олеговна

Отчет принят \_\_\_\_\_

## Рабочий протокол и отчет по моделированию №2

### Задание 3. «Моделирование колец Ньютона для линзы заданного радиуса»

#### 1. Цель работы.

Исследование интерференционной картины колец Ньютона для монохроматического и квазимонохроматического света с визуализацией распределения интенсивности в радиальном направлении и в двумерной проекции.

#### 2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Построение математической модели интерференции в системе "линза-пластина"
2. Численное моделирование для двух типов светового излучения
3. Визуализация результатов в виде:
  - Графика зависимости интенсивности от радиальной координаты
  - Цветных 2D-карт интерференционной картины
4. Сравнение характеристик интерференции для разных типов света

#### 3. Объект исследования.

Система плосковыпуклой линзы с радиусом кривизны  $R$  (задается), расположенной на плоской стеклянной пластине. Исследуется интерференция:

- Монохроматического света ( $\lambda = 550$  нм)
- Квазимонохроматического света ( $\lambda = 525-575$  нм)

#### 4. Метод экспериментального исследования.

- 1) **Теоретический расчёт:**
  - Оптическая разность хода, формула интенсивности
- 2) **Численное моделирование:**
  - Дискретизация области  $\pm 10$  мм с шагом 4 мкм (5000 точек)
  - Усреднение по 100 длинам волн для квазимонохроматического случая
  - Построение 2D-карты (1000×1000 точек)

#### 5. Используемые константы и входные данные.

Параметр	Значение	Единицы измерения
Радиус кривизны линзы(задается)	10.0	м

Центральная длина волны(задается)	550	нм
Ширина спектра(задается)	50	нм
Диапазон радиусов	-10 до 10	мм

## 6. Упрощение модели.

### 1. Геометрические упрощения:

- Параксиальное приближение ( $\sin\theta \approx \theta$ )
- Толщина зазора:  $d(r)=2Rr^2$  (пренебрежение высшими порядками)
- Пренебрежение кривизной волнового фронта за пределами параксиальной области

### 2. Оптические упрощения:

- Отражение только от нижней поверхности линзы и верхней поверхности пластины
- Потеря полуволны ( $\lambda/2$ ) только при отражении от пластины
- Пренебрежение многократными отражениями

### 3. Вычислительные упрощения:

- Дискретное интегрирование по спектру (100 точек вместо непрерывного)
- Линейная интерполяция при построении 2D-карты
- Ограничение области расчета  $\pm 10$  мм (пренебрежение краевыми эффектами)

## 7. Ход работы:

1) Расчет оптической разности хода:

$$\Delta = 2d + \frac{\lambda}{2} = \frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2}$$

2) Условия интерференции:

$$\text{Максимумы: } \Delta = m\lambda \rightarrow r_m = \sqrt{R(m - 0.5)\lambda}$$

$$\text{Минимумы: } \Delta = (m + \frac{1}{2})\lambda$$

3) Для квазимонохроматического света:

$$I_{total}(r) = \frac{1}{\Delta\lambda} \int_{\lambda_0 - \Delta\lambda/2}^{\lambda_0 + \Delta\lambda/2} I_0 \cos^2\left(\frac{\pi\Delta}{\lambda}\right) d\lambda$$

Численно аппроксимируется суммой по 100 точкам.

4) Вычисления в [коде](#)

## 8. Графики

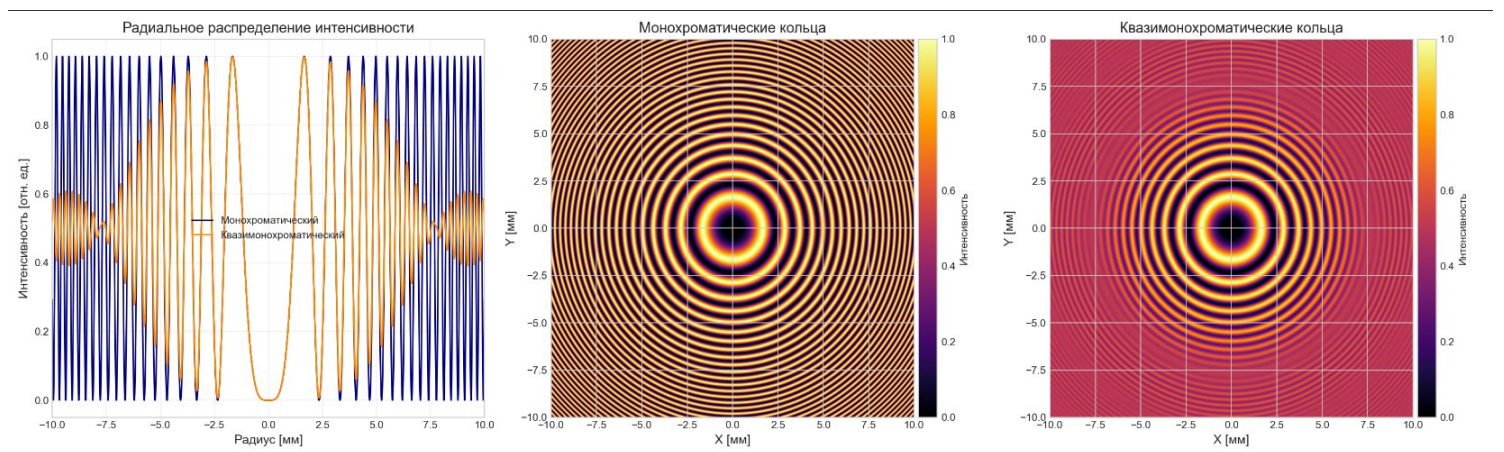
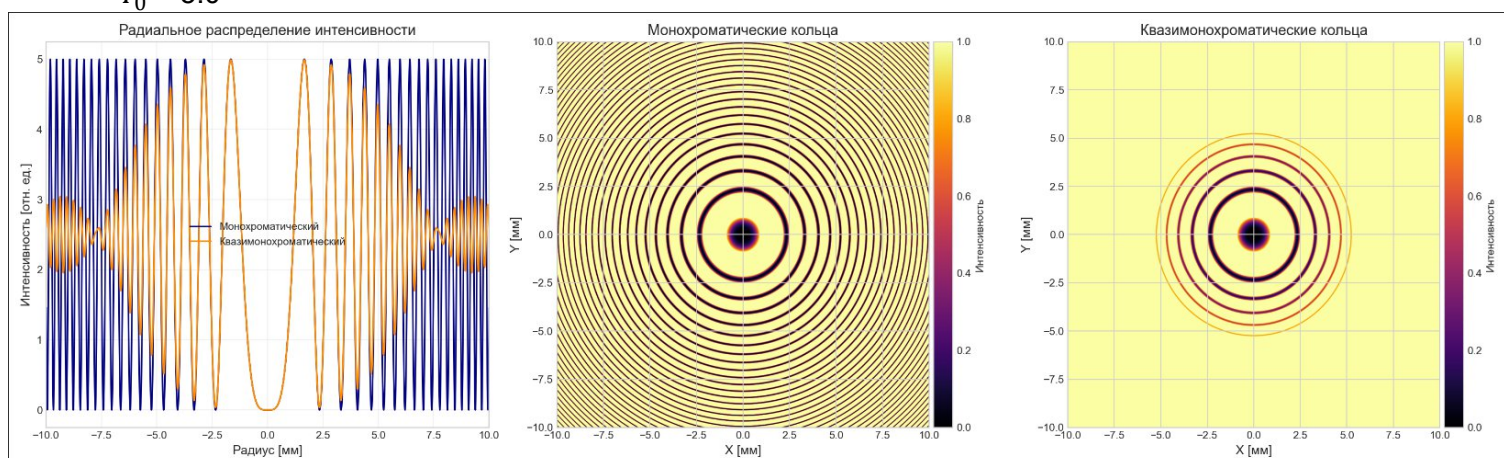
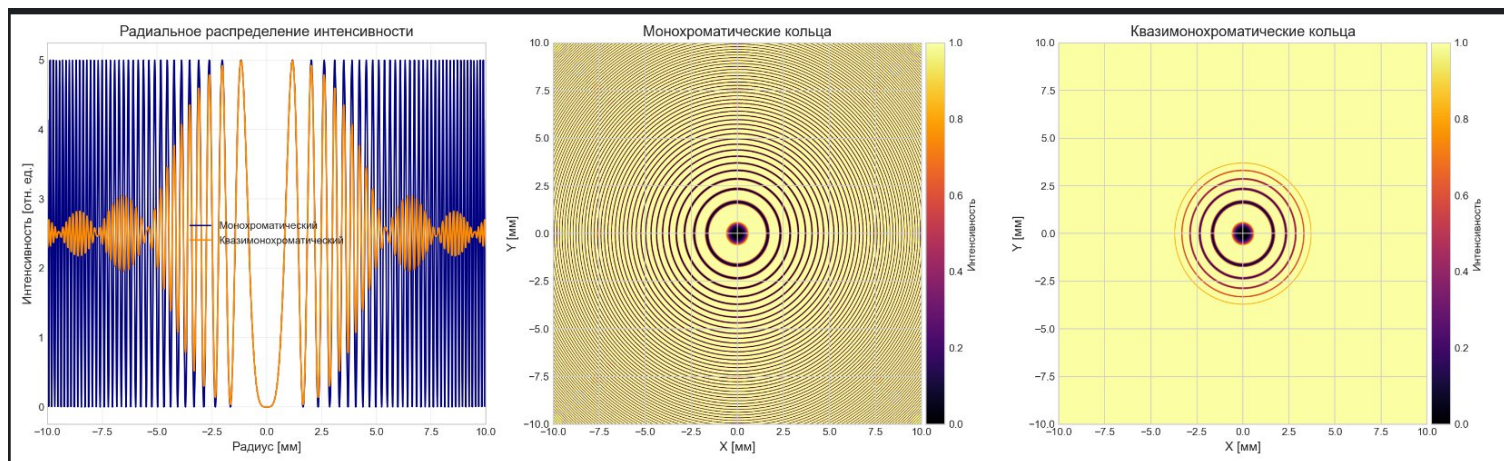
Значения:

$$R = 5.0 \text{ м}$$

$$\lambda = 550 \text{ нм}$$

$$\Delta\lambda = 50 \text{ нм}$$

$$I_0 = 5.0$$



## 9. Вывод

График радиального распределения интенсивности демонстрирует, как спектральная ширина света влияет на резкость интерференционной картины. Узкополосный свет даёт чёткие кольца, широкополосный — размытые.

Из-за того, что при монохроматическом свете одна длина волны, а при квазимонохроматическом – наложение волн разной длины, можем заметить, что количество видимых колец при монохроматическом свете больше, также более четкие границы между кольцами при монохроматическом свете. Таким образом монохроматический свет даёт эталонную картину для прецизионных измерений, а квазимонохроматический свет имитирует реальные условия.

#### **10. Код на python**