

Отчет принят

В результате выполнения лабораторной работы удалось реализовать визуализацию интерференционной картины (кольца Ньютона) при наличии второй линзы, расположенной вместо плоской пластины, а также установить зависимость между радиусами тёмных и светлых наблюдаемых колец и радиусом кривизны второй линзы.

Рассмотрим уравнение $R^2 = r_m^2 + (R - \frac{m\lambda}{2})^2$:

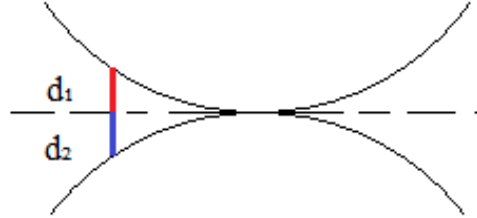
$$R^2 = r_m^2 + R^2 - 2Rd + d^2$$

$d^2 \rightarrow 0$, R^2 сокращается

$$d = \frac{r_m^2}{2R}$$

$$\Delta = 2d \Rightarrow \Delta_1 = \frac{r_m^2}{R_1}, \quad \Delta_2 = \frac{r_m^2}{R_2}$$

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = r_m^2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$



$r_m^2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = m\lambda$ – для светлых колец без отражения или для тёмных колец с отражением. Тогда для тёмных колец с отражением зависимость имеет вид:

$$r_m(R_2) = \sqrt{m\lambda \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right)}$$

А для светлых колец с отражением:

$$r_m(R_2) = \sqrt{\frac{2m+1}{2} \lambda \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right)}$$

Код:

```
1. import numpy as np
2. import matplotlib.pyplot as plt
3.
4. m = 1
5. r1 = 1
6. labda = (550 * (10**(-9))) # зелёный
7.
8. r2 = np.arange(-10, 10, 0.001)
9. rm = np.sqrt(((2 * m + 1) / 2) * labda * ((r1 * r2) / (r1 + r2))))
10.
11. plt.plot(r2, rm)
12. plt.xlabel("R2")
13. plt.ylabel("rmax (R2)")
14. plt.title("Зависимость радиуса m-го светлого кольца" + "\n" + "от радиуса кривизны второй линзы")
15. plt.grid(True)
16. plt.savefig("max_dependency_graph.png")
17.
18. plt.cla()
19. plt.clf()
20.
21. rm = np.sqrt(m * labda * ((r1 * r2) / (r1 + r2))))
22.
23. plt.plot(r2, rm)
24. plt.xlabel("R2")
25. plt.ylabel("rmin (R2)")
26. plt.title("Зависимость радиуса m-го тёмного кольца" + "\n" + "от радиуса кривизны второй линзы")
27. plt.grid(True)
```

```

28. plt.savefig("min_dependency_graph.png")
29.
30. minimums = []
31. maximums = []
32.
33. plt.cla()
34. plt.clf()
35.
36. r2 = 5
37. for m in range(1, 17):
38.     rmin = np.sqrt(m * labda * ((r1 * r2) / (r1 + r2)))
39.     rmax = np.sqrt(((2 * m + 1) / 2) * labda * ((r1 * r2) / (r1 + r2)))
40.     minimums.append(rmin)
41.     maximums.append(rmax)
42.
43. for i in minimums:
44.     ring = plt.Circle((0, 0), i, color='black', fill=False)
45.     ax = plt.gca()
46.     ax.add_patch(ring)
47.
48. plt.axis('scaled')
49. plt.savefig("interference_minima.png")
50. plt.cla()
51. plt.clf()
52.
53. for j in maximums:
54.     ring = plt.Circle((0, 0), j, color='blue', fill=False)
55.     ax = plt.gca()
56.     ax.add_patch(ring)
57.
58. plt.axis('scaled')
59. plt.savefig("interference_maxima.png")
60. plt.cla()
61. plt.clf()
62.
63. for i in minimums:
64.     ring = plt.Circle((0, 0), i, color='black', fill=False)
65.     ax = plt.gca()
66.     ax.add_patch(ring)
67.
68. for j in maximums:
69.     ring = plt.Circle((0, 0), j, color='blue', fill=False)
70.     ax = plt.gca()
71.     ax.add_patch(ring)
72.
73. plt.axis('scaled')
74. plt.savefig("interference_pattern.png")

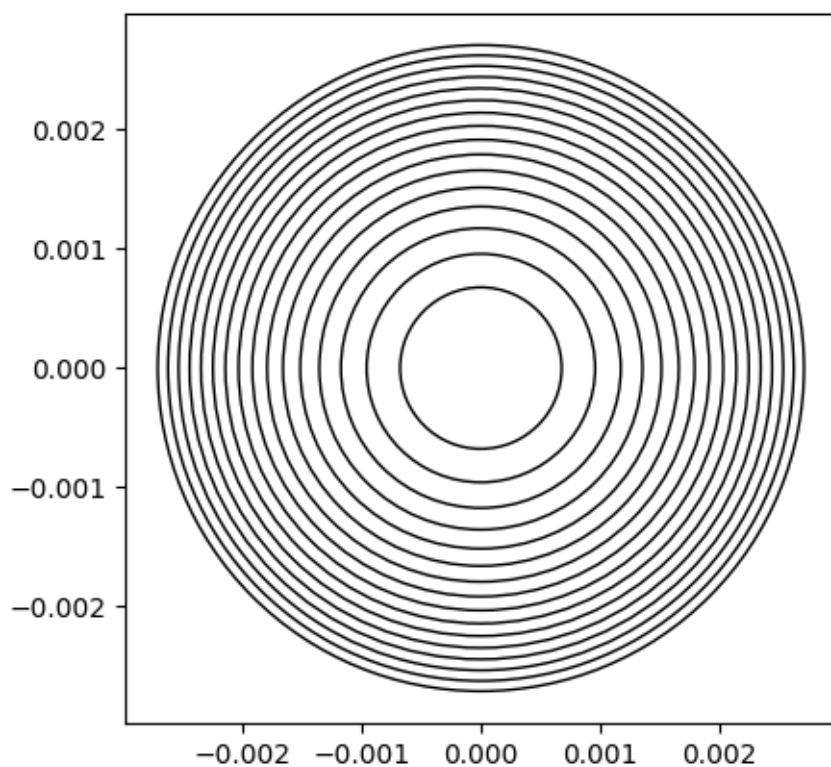
```

Принцип работы численного алгоритма:

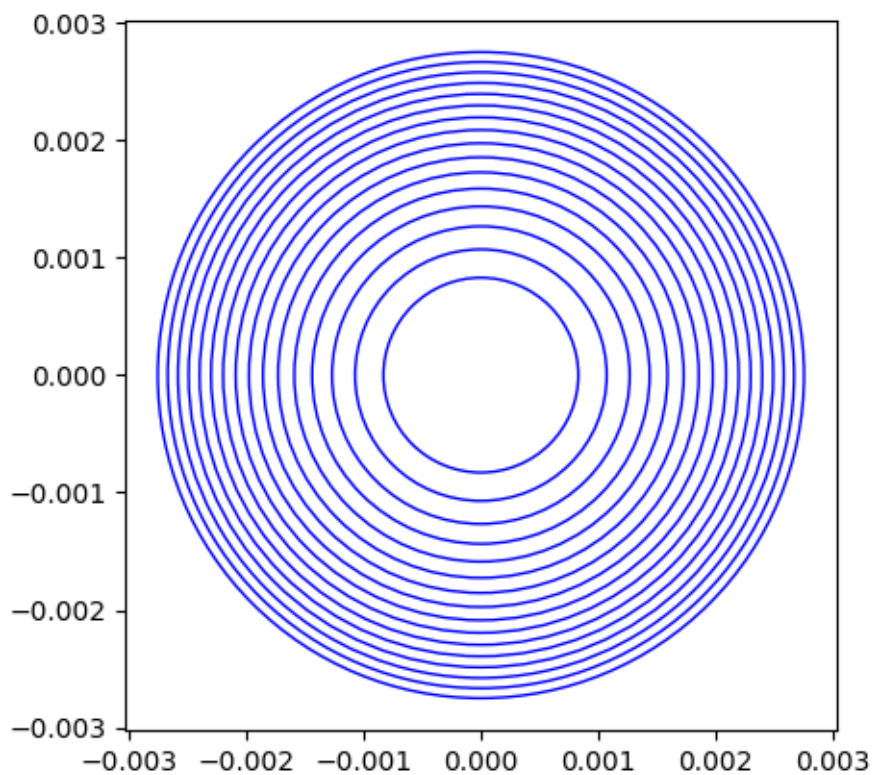
По полученным зависимостям, с помощью утилит matplotlib и numpy, с точностью 0.001 строятся кольца – по 16 штук светлых и тёмных. Также программа генерирует график искомой зависимости. Для моделирования интерференционной картины радиус кривизны первой линзы был принят как 1 (м), второй – 5 (м), длина волны – 550 (нм).

Результат работы программы:

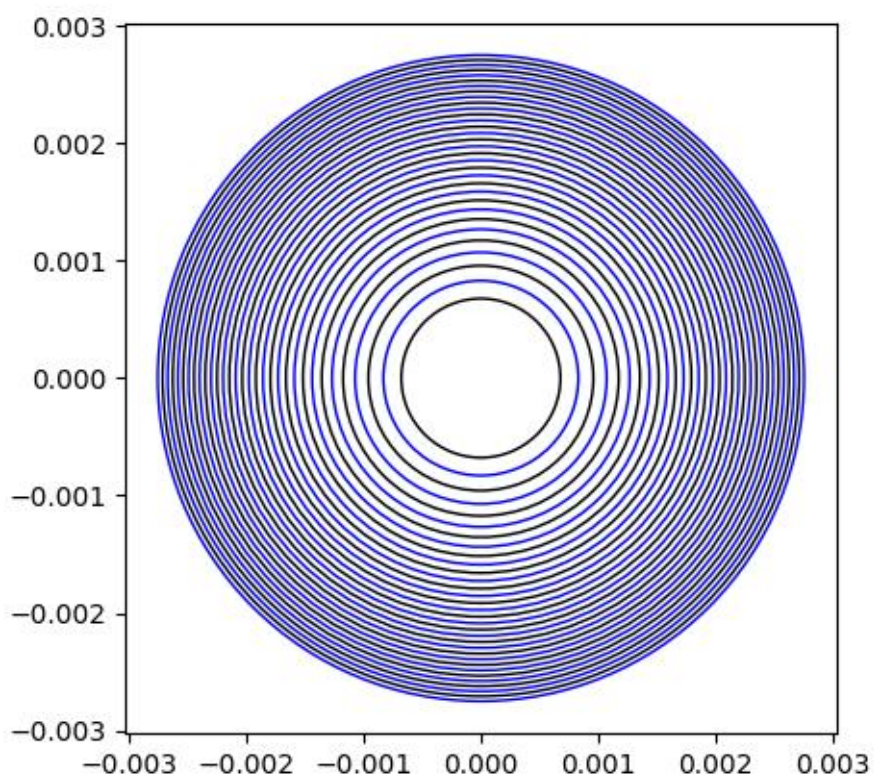
Визуализация тёмных колец (минимумов):



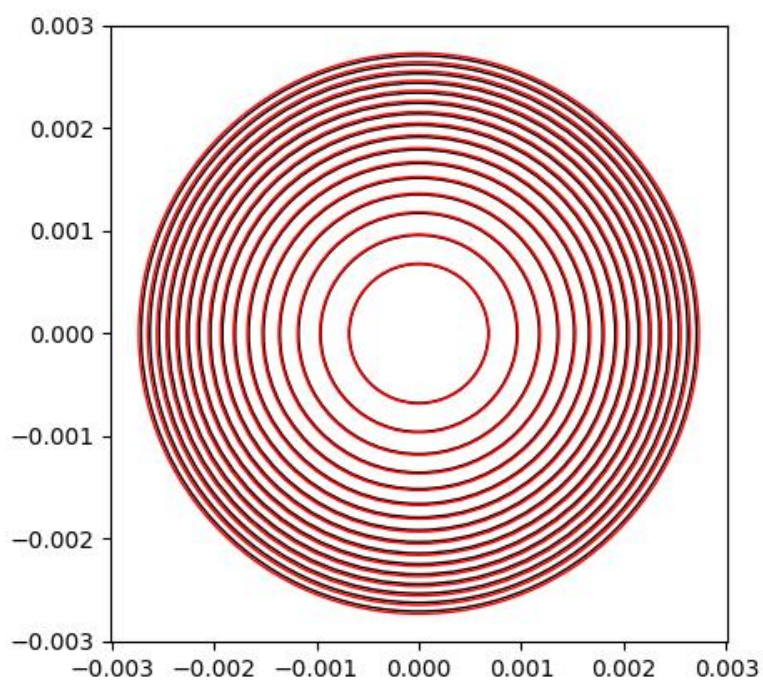
Визуализация светлых колец (максимумов):



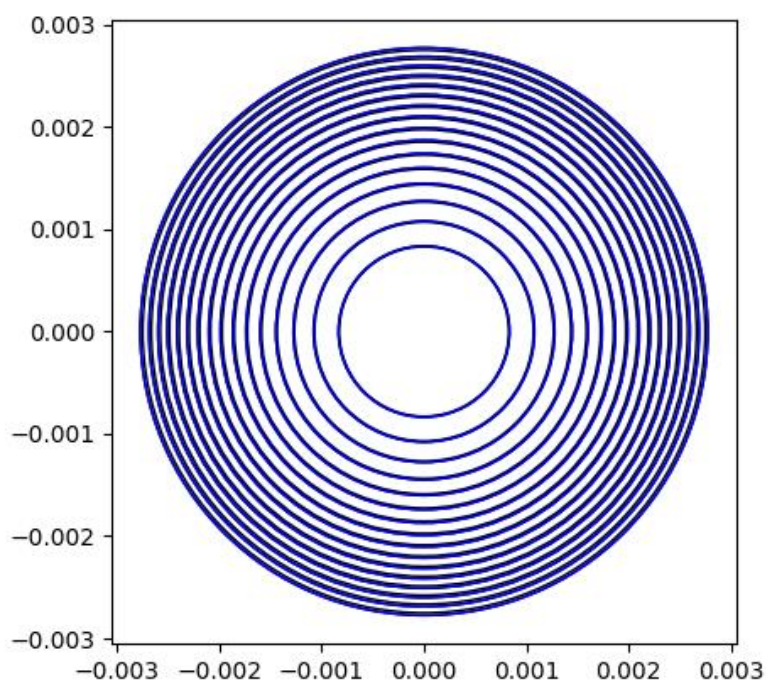
Полная интерференционная картина. Синие окружности – светлые кольца (максимумы), чёрные окружности – тёмные кольца (минимумы):



Сравнение интерференционной картины, получаемой при двух разных длинах волн (минимумы). Красные кольца – 560 (нм), чёрные кольца – 550 (нм):



Для максимумов (здесь синие кольца – 560 (нм), чёрные кольца – 550 (нм)):



Вывод: в результате выполнения лабораторной работы было установлено, что при увеличении диапазона пропускаемых длин волн, происходит наложение интерференционных картин, поэтому нельзя отчетливо наблюдать кольца Ньютона (чем больше диапазон пропускаемых длин волн, тем меньше кольца различимы, начиная от центра).