

Группа РЗ114 К работе допущен \_\_\_\_\_  
Студент Миндроганов Э.Ю. Работа выполнена \_\_\_\_\_  
Преподаватель Кушиев В.А. Отчет принят \_\_\_\_\_

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 4.03

Исследование "Кольца Ньютона"  
вариант № 14

### 1. Цель работы.

Изучение интерференционной системы Кольца Ньютона.  
Вычисление радиуса кривизмы линзы

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

Проведение измерений интенсивности отраженного света  
Расчет кривизны линзы и погрешности измерения.

### 3. Объект исследования.

Теор. расчет радиусов выности max и min, сравнение с  
экспериментальными.

### 4. Метод экспериментального исследования.

Компьютерное моделирование системы

### 5. Рабочие формулы и исходные данные.

Вариант 14:

$$n_1 = 1,5 \quad n_2 = 1,25$$

$$\lambda_1 = 585 \quad \lambda_2 = 544$$

### 6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	<u>Ось рисостоя</u>	<u>измер.</u>	<u>2мм.</u>	<u>0,1мм.</u>
2	<u>переключатель длины волны</u>	<u>цифровой</u>	<u>382 - 778nm</u>	<u>1nm.</u>
3				
4				

① Вычисление радиуса кривизны линзы с погрешности  
а) Для измерения 1 ( $n=16 \quad x_1=585$ )

Değeri bulunur  $R = \frac{r_m^2 - r_n^2}{(m-n)X_1}$

$v_{m,n}$  - paguže melnāze  
kolej:

$$m=3, n=1 \Rightarrow$$

$$R = \frac{(1 \cdot 10^{-3})^2 - (0,6 \cdot 10^{-3})^2}{(3-1) \cdot 585 \cdot 10^{-9}} = 0,62 \mu.$$

$$r_m = 1 \text{ mm}$$

$V_n = 0,6 \text{ mm}$

непрямая:

$$\Delta R = \sqrt{\left(\frac{d}{dr_m} \Delta r_m\right)^2 + \left(\frac{d}{dr_n} \Delta r_n\right)^2 + \left(\frac{d}{d\lambda} \Delta \lambda\right)^2} = 0,04 \text{ м}$$

$\downarrow$                        $\downarrow$                        $\downarrow$

$$\frac{2r_m}{(m-n)\lambda} \quad \quad \quad - \frac{2r_n}{(m-n)\lambda} \quad \quad \quad - \frac{r_m^2 - r_n^2}{(m-n)\lambda^2}$$

$\Delta r = \frac{2}{3} \cdot \Delta n_{\text{comp}} = \frac{2}{3} \cdot 0,1 \text{ мм}$   
 $\Delta \lambda = \frac{2}{3} \cdot \Delta n_{\text{comp}} =$

$$R_1 = (0, 62 \pm 0, 07) \mu \quad \varepsilon_R = 12\%$$

д) Аналогично для уравнения 2 ( $n=1,25 \quad \lambda=585$ )  $m=3, n=1$

$$R = \frac{(1,2 \cdot 10^{-3})^2 - (0,7 \cdot 10^{-3})^2}{(3-1) \cdot 585 \cdot 10^{-9}} = 0,69 \mu$$

$$V_m = 1, 2 \text{ mehr}$$

$$V_h = 0.7 \text{ mm}$$

$\Delta R$  не изменяется

$$R_2 = (0,69 \pm 0,07) \mu \quad \varepsilon_R = 10\%$$

Результаты измерений равны в пределах погрешности:

$$R = (0,65 \pm 0,07) \mu \quad \varepsilon_R = 12\%$$

② Расчет величины  $V$  и  $\Delta$ , и  $V_{\text{теор.}}$ .

Пример расчета для 2-х значений  $n$  для измерения  
 $(n, \pm 1,25 \quad \lambda_1 = 583, \lambda_2 = 544)$

$$r = \frac{\min + \max}{2} = \frac{0,67 + 0,82}{2} = 0,74 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\text{ном}} = \frac{r^2}{R} \cdot n = \frac{(0,74 \cdot 10^{-3})^2}{0,65} \cdot 1,25 = 820 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$V_{\text{факт}} = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} = \frac{0,98 - 0,01}{0,98 + 0,01} = 0,97(\Delta)$$

$$V_{\text{теор.}} = \frac{2T}{T^2 + 1} \cdot \frac{\sin\left(\frac{\Delta\omega}{2c} \cdot \Delta_{\text{ном}}\right)}{\frac{\Delta\omega}{2c} \cdot \Delta_{\text{ном}}} =$$

$$\Delta\omega = 2\pi \left( \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) c$$

$$\frac{\Delta\omega}{2c} = \pi \left( \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) =$$

$$= 3,44 \cdot 10^{-5} \text{ 1/м}$$

$$= \frac{2 \cdot 0,98}{0,98^2 + 1} \cdot \frac{\sin(4 \cdot 10^{-5} \cdot 820 \cdot 10^{-9})}{4 \cdot 10^{-5} \cdot 820 \cdot 10^{-9}} =$$

$$T = \frac{4n}{(n+1)^2} = \frac{4 \cdot 1,25}{(2,25)^2} \approx 0,98$$

$$= 0,98(\Delta)$$

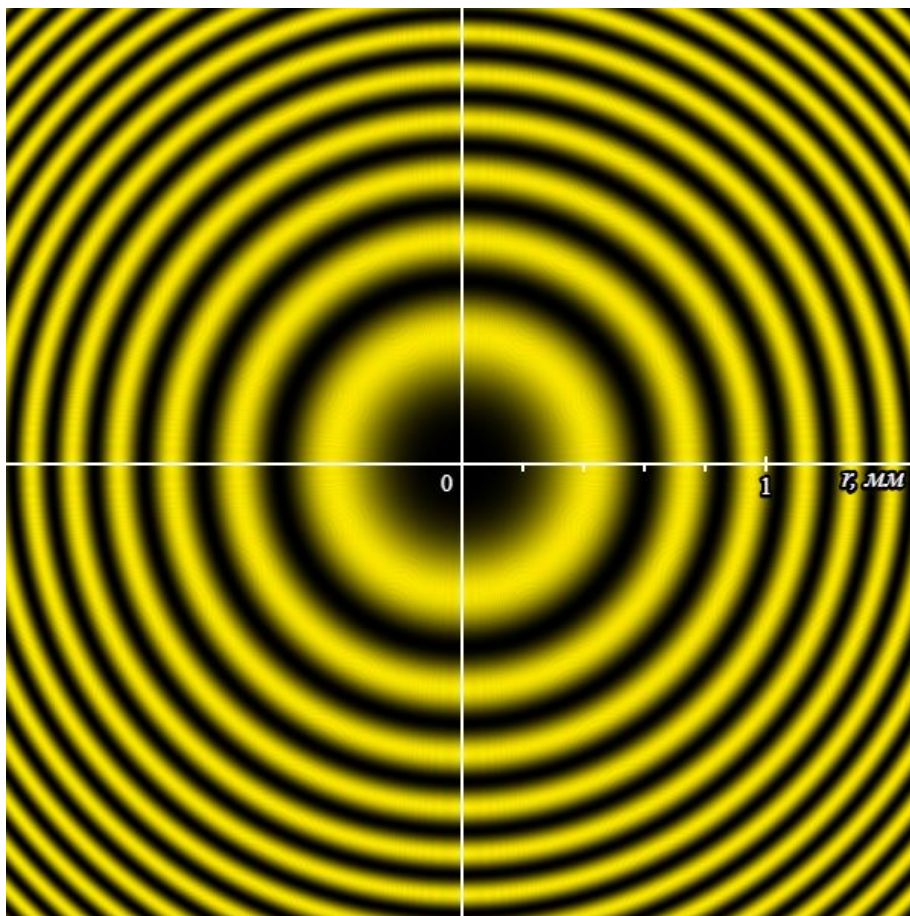


### ③ Вывод

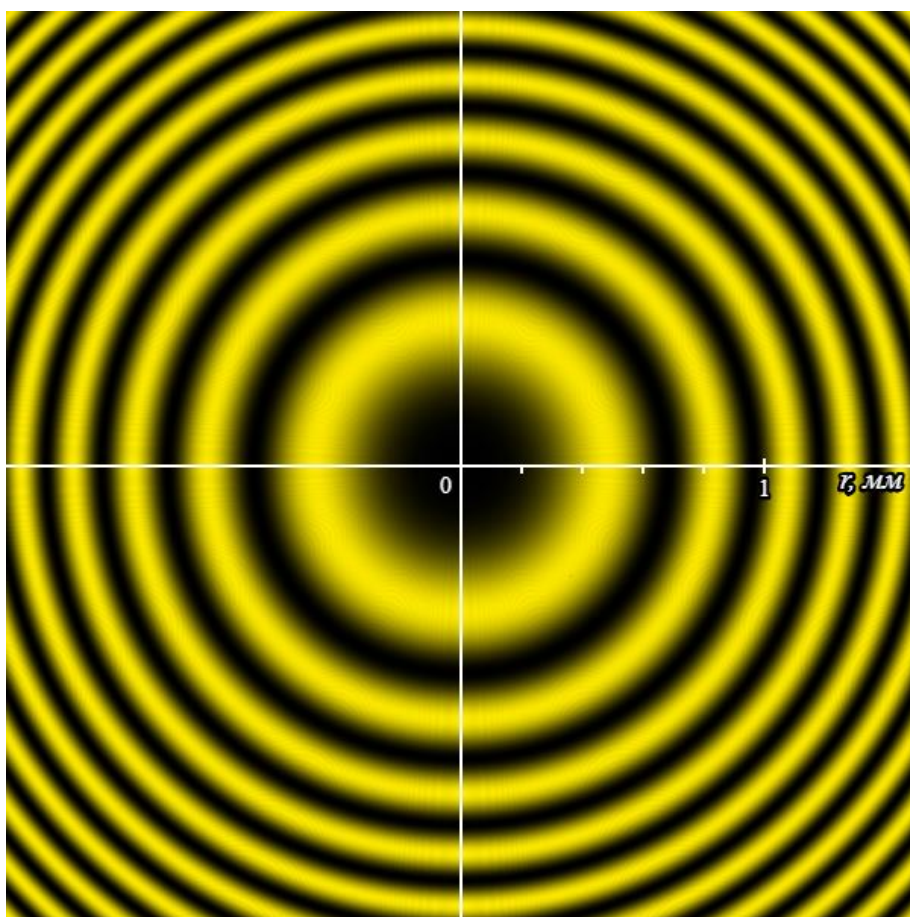
- 1) Траектории квадратов радиусов от <sup>центра</sup> колец имеют ~~линейную зависимость~~  
линейный характер
- 2) Результаты измерений радиуса могут попадать в пределы погрешности.
- 3)  $R = (0,65 \pm 0,04) \text{ м}$   $\varepsilon_R = 12\%$
- 4) Зависимости  $V_{\text{экст}}$  и  $V_{\text{теор}}$ . более схожи при однородном сплошном спектре, чем при дифракционном излучении
- 5) Можно сделать вывод, что зависимость радиуса от оптической разности хода не описывает оба разности излучения

## Измерения

1. Длина волны  $\lambda = 585$  нм. Показатель преломления – 1.6

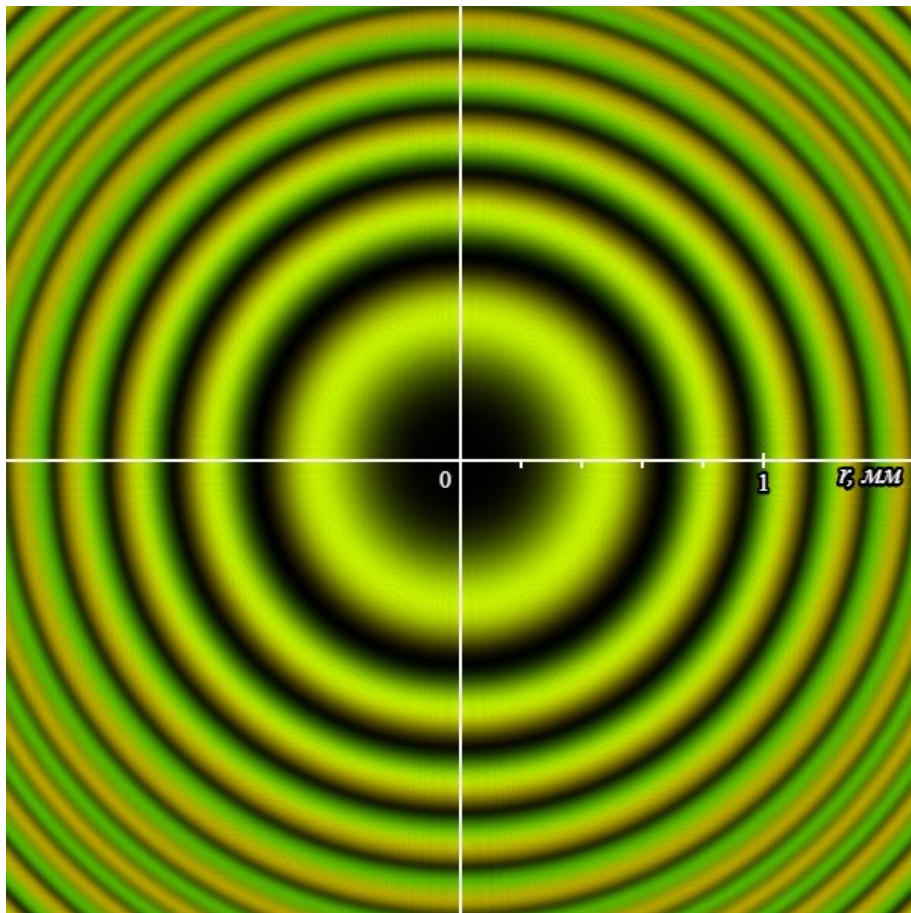


2. Длина волны  $\lambda = 585$  нм. Показатель преломления – 1.25

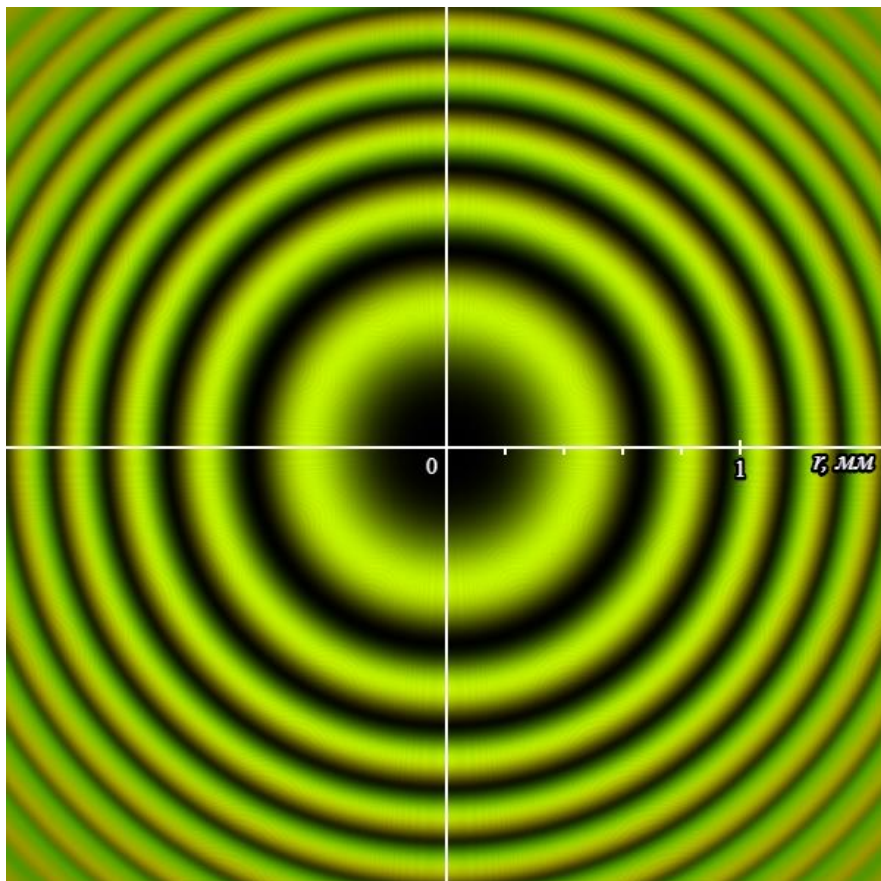




3. Две длины волн: Длина волны 1:  $\lambda_1 = 585$  нм, длина волны 2:  $\lambda_2 = 544$  нм. Показатель преломления – 1.25

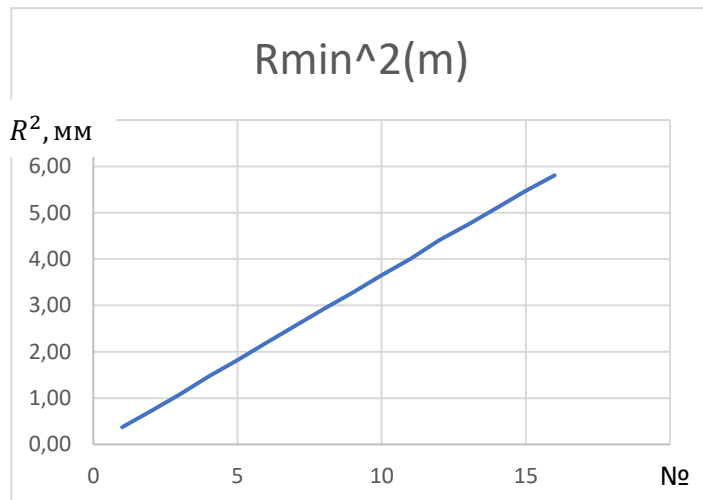
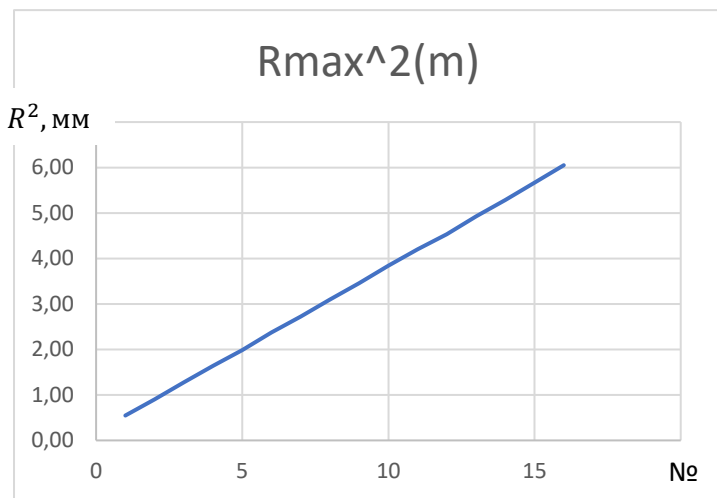


4. Диапазон длины волн. Длина волны 1:  $\lambda_1 = 585$  нм, длина волны 2:  $\lambda_2 = 544$  нм. Показатель преломления – 1.25

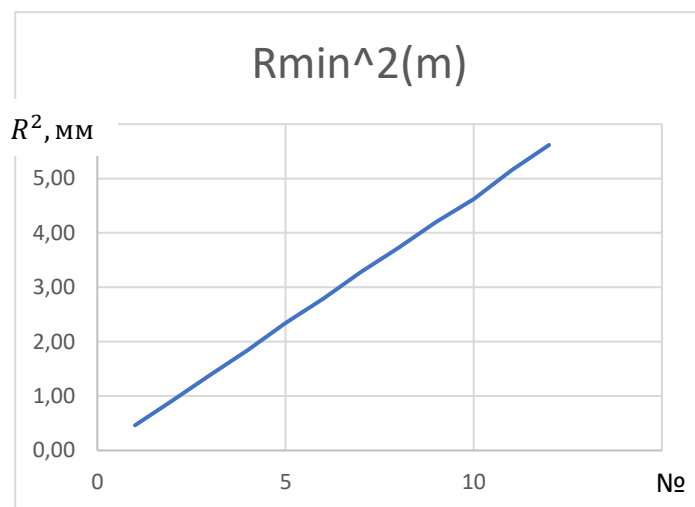
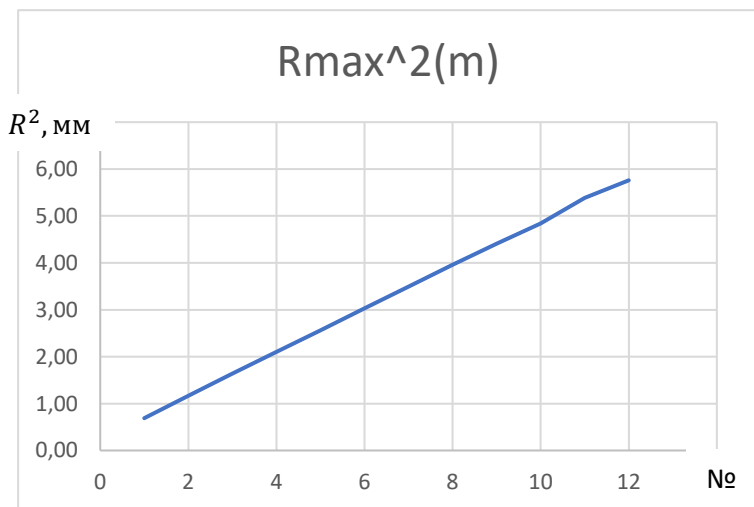


# Графики зависимостей

## 1. Для первого измерения

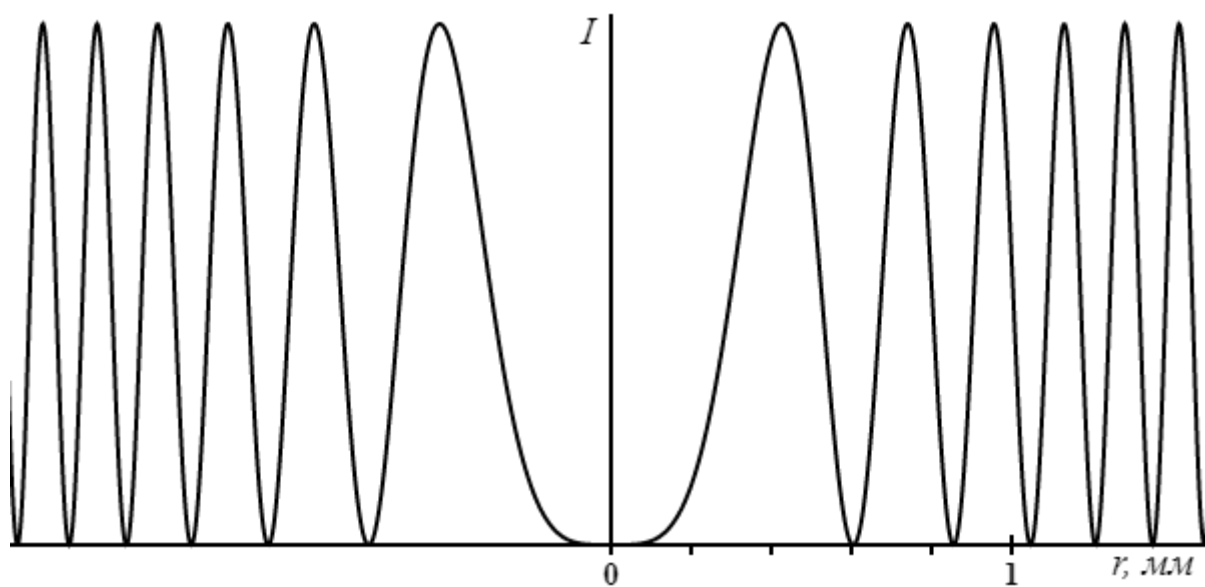


## 2. Для второго измерения

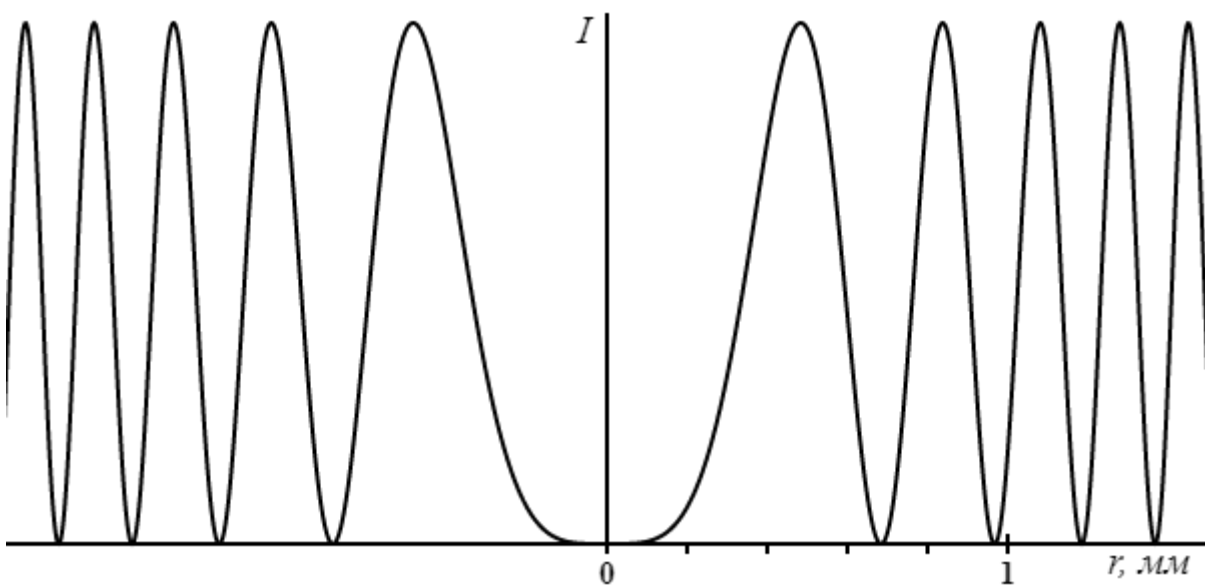


## Графики зависимостей

1. Зависимость интенсивности от координаты измерения 1

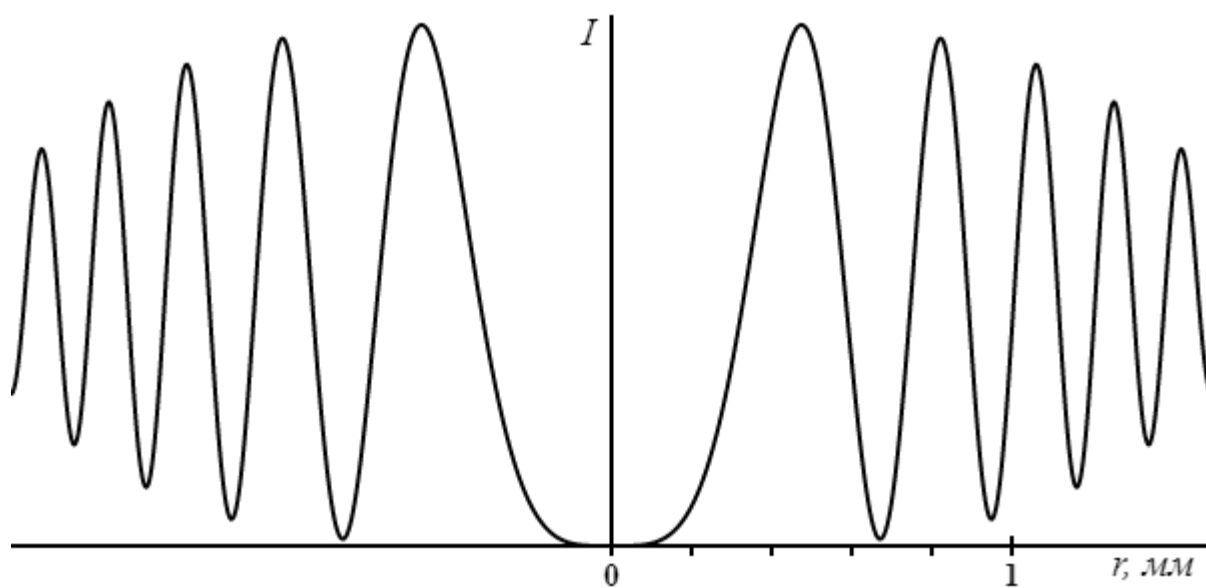


2. Зависимость интенсивности от координаты измерения 2

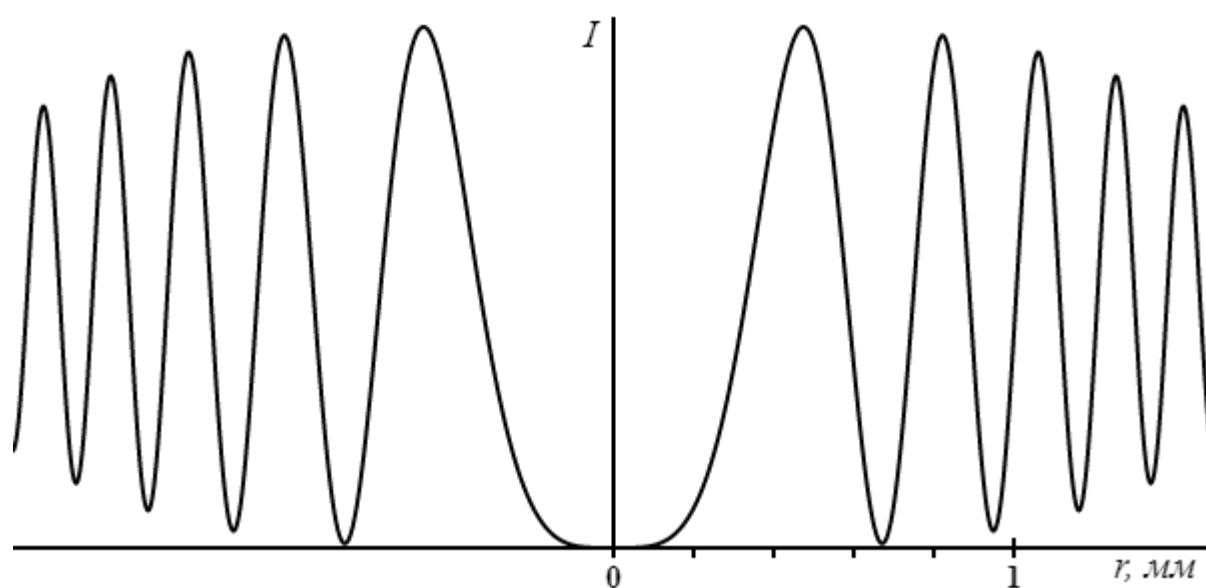




3. Зависимость интенсивности от координаты измерения 3

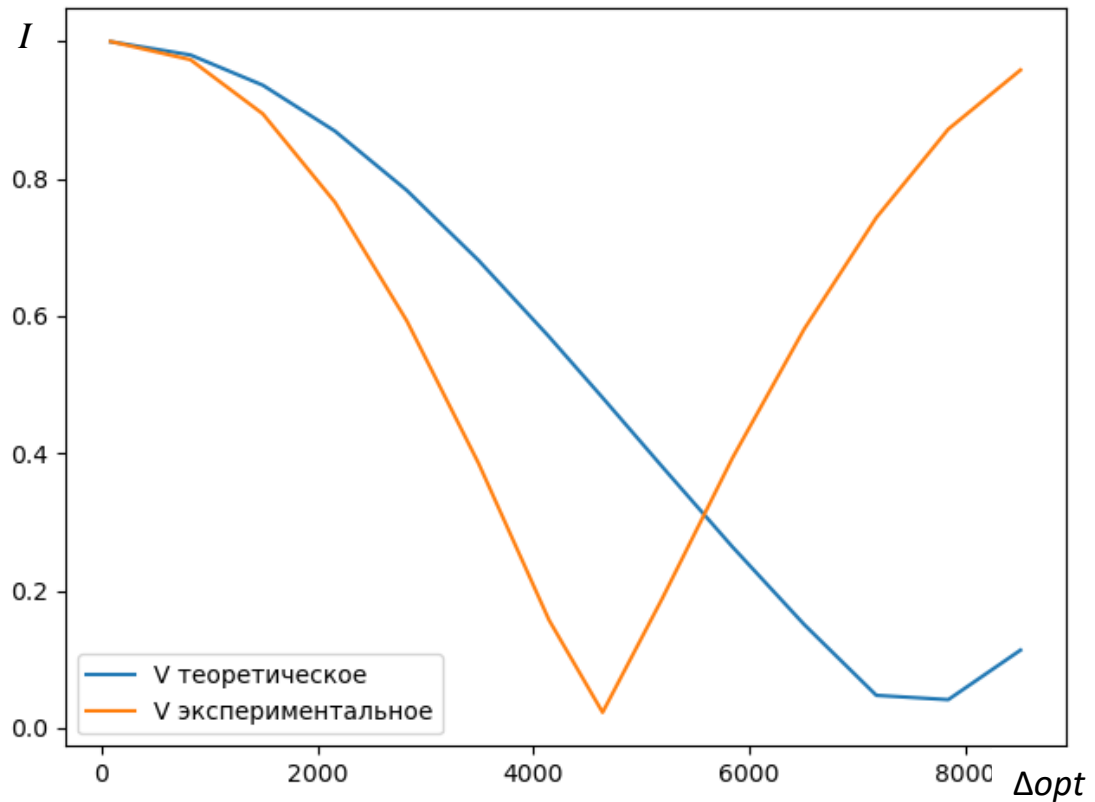


4. Зависимость интенсивности от координаты измерения 4

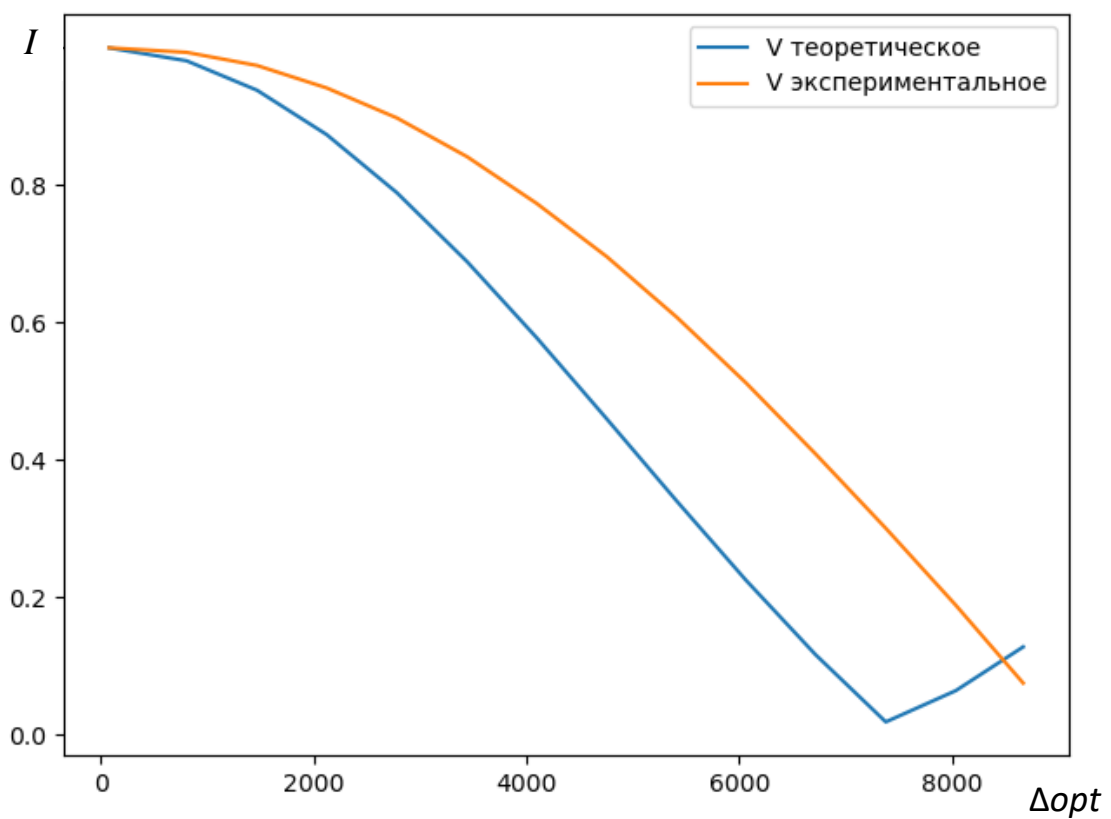


# Графики зависимостей

## 1. Зависимость $V$ от $\Delta$ для измерения 3



## 2. Зависимость $V$ от $\Delta$ для измерения 4



## Схема установки

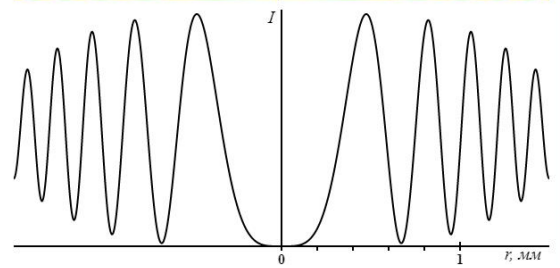
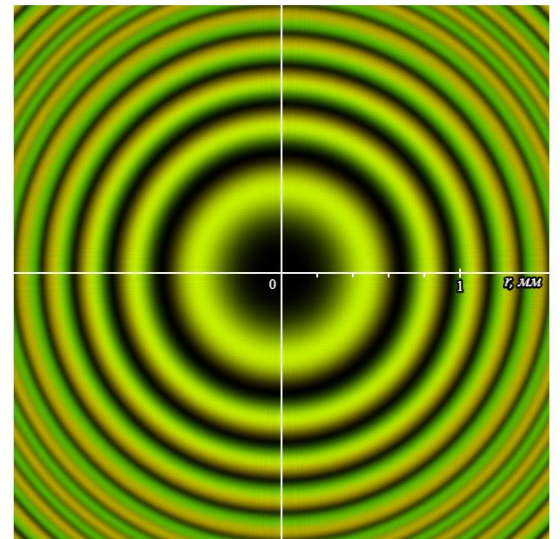
Наблюдение картины ☐ В проходящем свете ☒ В отраженном свете

Тип излучения ☐ Монохроматический источник ☒ Две длины волны ☐ Диапазон длин волн

Длина волны 1 382нм  778нм

Длина волны 2 382нм  778нм

Показатель преломления среды





1. Таблица с расчетами  $\min$  и  $\max$  для измерения 3

Минимум, мм	Максимум, мм	$I_{\max}$	$I_{\min}$	$r$ , мм	$\Delta_{opt}$ , нм	$V_{\text{эксп}}(\Delta)$	$V_{\text{теор}}(\Delta)$
0,00	0,48	1,00	0,00	0,24	83	1,00	1,00
0,67	0,82	0,97	0,01	0,75	823	0,97	0,98
0,95	1,06	0,92	0,05	1,01	1493	0,89	0,94
1,16	1,26	0,85	0,11	1,21	2160	0,77	0,87
1,34	1,42	0,76	0,19	1,38	2826	0,59	0,78
1,50	1,57	0,66	0,29	1,54	3490	0,39	0,68
1,64	1,71	0,55	0,40	1,67	4143	0,16	0,57
1,75	1,79	0,52	0,50	1,77	4639	0,02	0,48
1,85	1,90	0,63	0,43	1,87	5192	0,19	0,38
1,96	2,02	0,73	0,32	1,99	5841	0,39	0,26
2,07	2,13	0,83	0,22	2,10	6506	0,58	0,15
2,18	2,23	0,91	0,13	2,20	7174	0,74	0,05
2,28	2,33	0,96	0,07	2,30	7840	0,87	0,04

2. Таблица с расчетами  $\min$  и  $\max$  для измерения 4

Минимум, мм	Максимум, мм	$I_{\max}$	$I_{\min}$	$r$ , мм	$\Delta_{opt}$ , нм	$V_{\text{эксп}}(\Delta)$	$V_{\text{теор}}(\Delta)$
0,00	0,47	1,00	0,00	0,24	81	1,00	1,00
0,67	0,82	0,99	0,00	0,74	809	0,99	0,98
0,94	1,05	0,98	0,01	1,00	1471	0,97	0,94
1,15	1,25	0,96	0,03	1,20	2125	0,94	0,87
1,33	1,41	0,94	0,05	1,37	2785	0,90	0,79
1,49	1,56	0,91	0,08	1,53	3445	0,84	0,69
1,63	1,70	0,87	0,11	1,67	4099	0,77	0,58
1,76	1,83	0,83	0,15	1,79	4758	0,70	0,46
1,89	1,94	0,79	0,19	1,91	5416	0,61	0,34
2,00	2,05	0,74	0,24	2,03	6064	0,51	0,22
2,11	2,16	0,69	0,29	2,13	6717	0,41	0,12
2,21	2,26	0,63	0,34	2,23	7378	0,30	0,02
2,31	2,36	0,58	0,39	2,33	8036	0,19	0,06

## Радиусы колец для измерения 1

Для темных колец:

№	R, мм
1	0,61
2	0,85
3	1,04
4	1,21
5	1,35
6	1,48
7	1,60
8	1,71
9	1,81
10	1,91
11	2,00
12	2,10
13	2,18
14	2,26
15	2,34
16	2,41

Для светлых колец:

№	R, мм
1	0,74
2	0,95
3	1,13
4	1,28
5	1,41
6	1,54
7	1,65
8	1,76
9	1,86
10	1,96
11	2,05
12	2,13
13	2,22
14	2,30
15	2,38
16	2,46

## Радиусы колец для измерения 2

Для темных колец:

№	R, мм
1	0,68
2	0,96
3	1,18
4	1,36
5	1,53
6	1,67
7	1,81
8	1,93
9	2,05
10	2,15
11	2,27
12	2,37

Для светлых колец:

№	R, мм
1	0,83
2	1,08
3	1,28
4	1,45
5	1,60
6	1,74
7	1,87
8	1,99
9	2,10
10	2,20
11	2,32
12	2,40