

Группа М3216

К работе допущен \_\_\_\_\_

Студент Квачук С.А. Орлов В.Д.

Работа выполнена \_\_\_\_\_

Преподаватель Тимофеева Э.О.

Отчет принят \_\_\_\_\_

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №4.03

### Определение радиуса кривизны линзы по интерференционной картине колец Ньютона

#### 1. Цель работы.

Изучение интерференционной картины Колец Ньютона.

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

1. Определение радиуса кривизны плоско-выпуклой линзы с помощью интерференционной картины колец Ньютона.
2. Оценка спектральной полосы пропускания оптических фильтров.

#### 3. Объект исследования.

Плоско-выпуклая линза.

#### 4. Метод экспериментального исследования.

Многократные прямые измерения радиуса колец интерференционной картины.

#### 5. Рабочие формулы и исходные данные.

##### 1. Радиус линзы:

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

##### 2. Квадрат радиуса темного кольца с порядком интерференции $m, r_m^2$ :

$$r_m^2 = \frac{m\lambda R}{n_2}$$

##### 3. Алгоритм расчёта коэффициентов $a$ и $b$ в методе МНК:

1. Найти средние значения всех экспериментальных точек:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i;$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i$$

2. Найти коэффициенты прямой по следующим формулам:

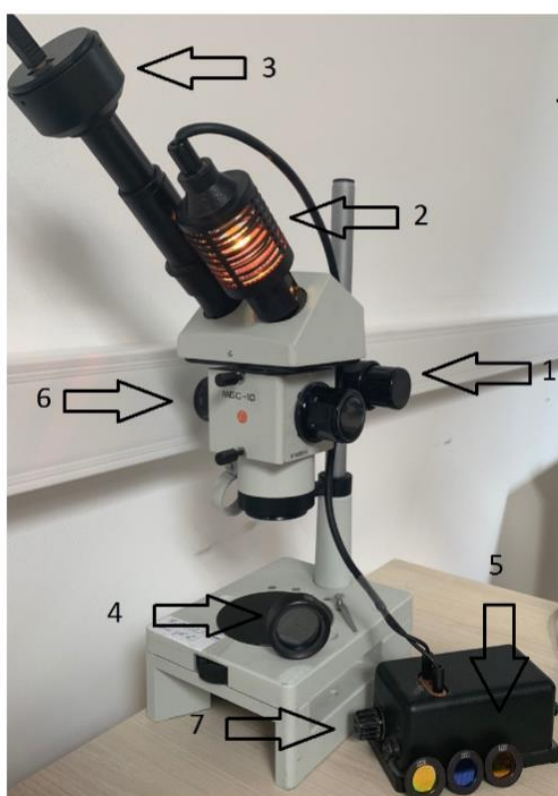
$$b = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum(x_i - \bar{x})^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Линейка	электронная	0–5 мм	0.5 мм

7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).



Общий вид лабораторной установки

1. Ручки вертикального смещения тубуса (фокусировка).
2. Источник света.
3. Видео окуляр.
4. Плоско-выпуклая линза.
5. Светофильтр с заданной длиной волны.
6. Переключатель линз.
7. Регулятор интенсивности света.

8. Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).

Фильтр  $\lambda_{red} = 630$  нм

	Номер кольца			
	1	2	3	4
$r_1$ , мм	1,24	1,52	1,75	1,94
$r_2$ , мм	1,24	1,52	1,75	1,95
$r_3$ , мм	1,24	1,53	1,74	1,94
$r_{cp}$ , мм	1,24	1,523	1,747	1,943

Фильтр  $\lambda_{green} = 546$  нм

	Номер кольца			
	1	2	3	4
$r_1$ , мм	1,19	1,44	1,65	1,83
$r_2$ , мм	1,19	1,44	1,64	1,83
$r_3$ , мм	1,18	1,44	1,64	1,83
$r_{cp}$ , мм	1,187	1,44	1,643	1,83

Фильтр  $\lambda_{blue} = 435$  нм

	Номер кольца			
	1	2	3	4
$r_1$ , мм	1,15	1,38	1,57	1,73
$r_2$ , мм	1,15	1,39	1,57	1,73
$r_3$ , мм	1,16	1,38	1,57	1,75
$r_{cp}$ , мм	1,153	1,383	1,57	1,737

Но объекта	Ширина щели, мм	Расстояние между щелями, мм
32	0,02	0,12
33	0,04	0,12
34	0,12	0,12
35	0,20	0,12

9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

Пример расчета коэффициентов для МНК для  $\lambda_{red} = 630$  нм:

$$b = \frac{14.8942}{20} = 0.7447$$

$$a = 2.6714 - 0.7447 * 2.5 = 0.8096$$

Пример расчет радиуса кривизны линзы для  $\lambda_{red} = 630$  нм:

$$R_{11} = \frac{2.3205 - 1.5376}{(3 - 1) * 0.00000063} = 1.2428 \text{ м}$$

Фильтр $\lambda_{red} = 630$ нм						
R	1242,76896	1159,206	1151,904762	1155,556	1184,627	1200,988
$R_{cp} = 1,182508328$ м						
Фильтр $\lambda_{green} = 546$ нм						
R	1056,22575	995,1499	1029,135802	1012,143	1026,837	1025,688
$R_{cp} = 1,024196551$ м						
Фильтр $\lambda_{blue} = 435$ нм						
R	926,084656	875,0617	874,7795414	874,9206	891,9753	900,5732
$R_{cp} = 0,890565844$ м						

# 10. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).

Вычисление погрешности для радиуса кривизны линзы:

$$\Delta R_{630} = \frac{\sum |R_i - R_{cp}|}{N} = \frac{0.000161}{6} = 0.0269$$

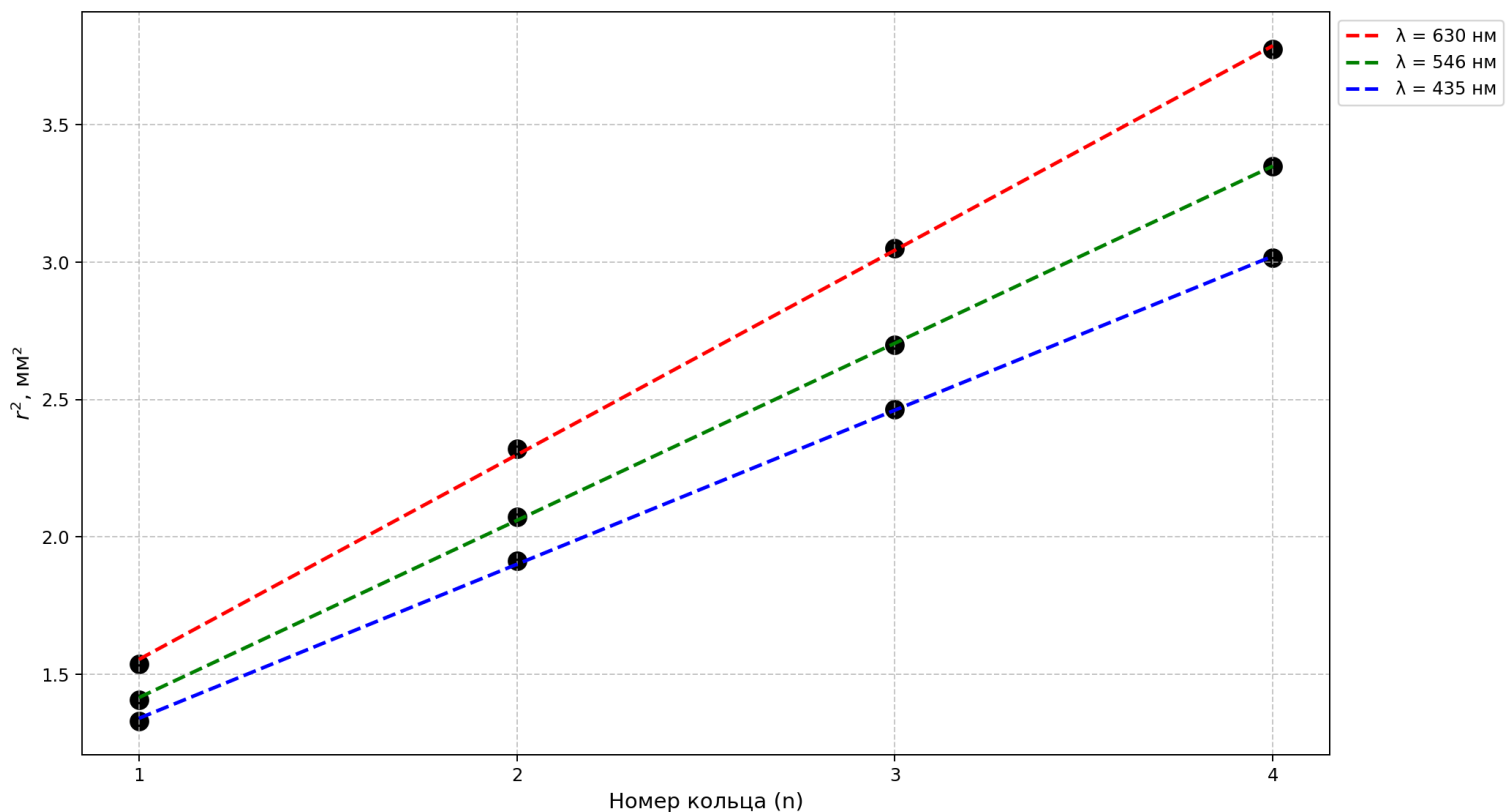
$$\Delta R_{546} = \frac{\sum |R_i - R_{cp}|}{N} = \frac{0.000082}{6} = 0.0137$$

$$\Delta R_{435} = \frac{\sum |R_i - R_{cp}|}{N} = \frac{0.000093}{6} = 0.0156$$

# 11. Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2).

Графики зависимостей  $r^2(n)$ :

Зависимость квадрата радиуса от номера кольца для разных длин волн



## 12. Окончательные результаты.

$$R_{630} = (1.183 \pm 0.0269)_M, \varepsilon_R = 2.28\%$$

$$R_{546} = (1.024 \pm 0.0137)_M, \varepsilon_R = 1.34\%$$

$$R_{435} = (0.891 \pm 0.0156)_M, \varepsilon_R = 1.76\%$$

## 13. Выводы и анализ результатов работы.

В результате проведенной лабораторной работы была изучена интерференционную картину колец Ньютона. Были построены графики квадратов радиусов темных колец с помощью метода наименьших квадратов. У функций есть свободный коэффициент, что является следствием некоторых ошибок во время измерения: внешний свет лампы на рабочем столе, неточность измерений. Были вычислены радиусы кривизны плоско-выпуклых линз.

14. Дополнительные задания.

15. Выполнение дополнительных заданий.

16. Замечания преподавателя (*исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт*).

**Примечание:**

1. Пункты 1-6,8-13 Протокола-отчета **обязательны** для заполнения.
2. Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете.
3. При ручном построении графиков рекомендуется использовать миллиметровую бумагу.
4. Приложения 1 и 2 вкладывают в бланк протокола-отчета.