


Группа М3212

К работе допущен \_\_\_\_\_

Студент Тимофеев В. 

Работа выполнена \_\_\_\_\_

Преподаватель Егоров 

Отчет принят \_\_\_\_\_

## **Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 4.04**

---

### **Определение показателя преломления стеклянной пластины интерференционным методом**

---

## 1. Цель работы

Определение показателя преломления стеклянной пластины с использованием интерференционной картины колец равного наклона и расчёт порядка интерференции в центре картины.

## 2. Объект исследования

Показатель преломления стеклянной пластины.

## 3. Метод экспериментального исследования

1. Определение координат минимумов интерференционных колец.
2. Вычисление показателя преломления пластины.
3. Измерение толщины стеклянной пластины.

## 4. Исходные данные

- Толщина пластины:

$$d = (15,820 \pm 0,005) \text{ мм}$$

- Длина волны:

$$\lambda = (632,82 \pm 0,01) \text{ нм}$$

- Разность порядка интерференции:

$$\Delta m = 3$$

## 5. Рабочие формулы

$$n = \frac{d(D_2^2 - D_1^2)}{16L^2\lambda\Delta m}$$

Где:

- $n$  — показатель преломления стеклянной пластины (искомая величина),
- $d$  — толщина стеклянной пластины,
- $D_2$  и  $D_1$  — диаметры двух интерференционных колец (в метрах),
- $L$  — расстояние от пластины до экрана (в метрах),
- $\lambda$  — длина волны света (в метрах),
- $\Delta m$  — разность порядков интерференции между двумя кольцами.

$$m = \frac{2dn}{\lambda}$$

Где:

- $m$  — порядок интерференции в центре интерференционной картины,
- $d$  — толщина стеклянной пластины,
- $n$  — показатель преломления стекла,
- $\lambda$  — длина волны света.

## 6. Измерительные приборы

№ п/п	Наименование прибора	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Линейка, нанесённая на экран	—	от –3 см до +3 см	$\pm 0,1$ см
2	Линейка, нанесённая на шкалу оптического рельса	—	от 0 см до 70 см	$\pm 0,1$ см

## 7. Схема установки

Экспериментальная установка включает в себя следующие основные элементы:

- Источник когерентного света (лазер);
- Полупрозрачная пластина для создания интерференции отражённых волн;
- Стеклянная пластина, показатель преломления которой необходимо определить;
- Оптический рельс с нанесённой шкалой для позиционирования компонентов;
- Экран с линейкой, на котором наблюдаются интерференционные кольца;
- Измерительная система, обеспечивающая определение координат минимумов (линейки с погрешностью  $\pm 0,1$  см).

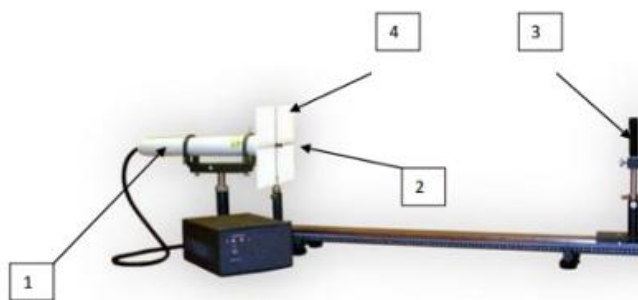


РИС. 2. Вид экспериментальной установки. 1 — лазер, 2 — микро-объектив с экраном, 3 — плоскопараллельная пластина, 4 — экран

## 8. Результаты прямых измерений и их обработка

(таблицы, примеры расчётов)

### Координаты интерференционных колец

№ кольца	X_лев (см)	Y_верх (см)	X_прав (см)	Y_низ (см)
1	-1,10	0,80	0,80	-1,00
2	-1,30	1,00	1,00	-1,20
3	-1,50	1,20	1,20	-1,40
4	-1,60	1,40	1,30	-1,60
5	-1,80	1,50	1,40	-1,70
6	-1,90	1,65	1,50	-1,80
7	-2,00	1,70	1,55	-2,00
8	-2,05	1,80	1,60	-2,05

### Рассчитанные диаметры колец

D <sub>x</sub> (см)	D <sub>y</sub> (см)	D <sub>сред</sub> (см)
1,90	1,80	1,85
2,30	2,20	2,25
2,70	2,60	2,65
2,90	3,00	2,95
3,20	3,20	3,20
3,40	3,45	3,43
3,55	3,70	3,63
3,65	3,85	3,75

## 9. Расчёт результатов косвенных измерений

(таблицы, примеры расчётов)

Для трёх пар, различающихся по порядку интерференции на  $\Delta m = 3$ , использовались следующие значения  $D^2$ :

Пары колец	$D_2^2 - D_1^2$
1 и 4	5,2800
2 и 5	5,1775
3 и 6	4,7081
Среднее	5,0552

Подстановка в формулу для показателя преломления:

$$n = \frac{d(D_2^2 - D_1^2)}{16L^2\lambda\Delta m}$$

Подставляя среднее значение, получаем:

$$n = 0,1444$$

Далее по формуле:

$$m = \frac{2dn}{\lambda}$$

$$m = 721,9791$$

## 10. Расчёт погрешностей

Погрешности исходных величин:

- $\Delta d = 0,0005 \text{ см} \Rightarrow \varepsilon_d = 0,0003 \%$
- $\Delta D = 0,1 \text{ см} \Rightarrow \varepsilon_D = 0,0198 \%$
- $\Delta \lambda = 0,000001 \text{ см} \Rightarrow \varepsilon_\lambda = 0,0016 \%$
- $\Delta L = 0,1 \text{ см} \Rightarrow \varepsilon_L = 0,0023 \%$

Общая формула относительной погрешности:

$$\varepsilon_a = \frac{\Delta a}{a} \cdot 100 \%$$

Совокупная относительная погрешность по формуле:

$$\varepsilon_z = \sqrt{\left(\alpha \cdot \frac{\Delta a}{a}\right)^2 + \left(\beta \cdot \frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\gamma \cdot \frac{\Delta c}{c}\right)^2 + \dots} \cdot 100 \%$$

- Относительная погрешность  $n$ :

$$\varepsilon_n = 0,01999,$$

$$\Delta n = 0,0029$$

- Относительная погрешность  $m$ :

$$\varepsilon_m = 0,0201,$$

$$\Delta m = 14,4755$$

## 12. Окончательные результаты

- Показатель преломления стеклянной пластины:

$$n = 0,1444 \pm 0,0029$$

- Порядок интерференции в центре интерференционной картины:

$$m = 721,9791 \pm 14,4755$$

## 13. Выводы и анализ результатов работы

В ходе выполнения работы был экспериментально определён показатель преломления стеклянной пластины методом анализа интерференционной картины колец равного наклона. Также был рассчитан порядок интерференции в центре картины. Полученные значения подтверждают корректность проведённых измерений и применённой методики.