

Преподаватель Бочкарев М. Э. Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №4.02

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Экран	Миллиметровая шкала	–30 – 30 мм	±1 мм
2	Оптический рельс	Рельс с линейкой	0 – 1200 мм	±10 мм

7. Схема установки.

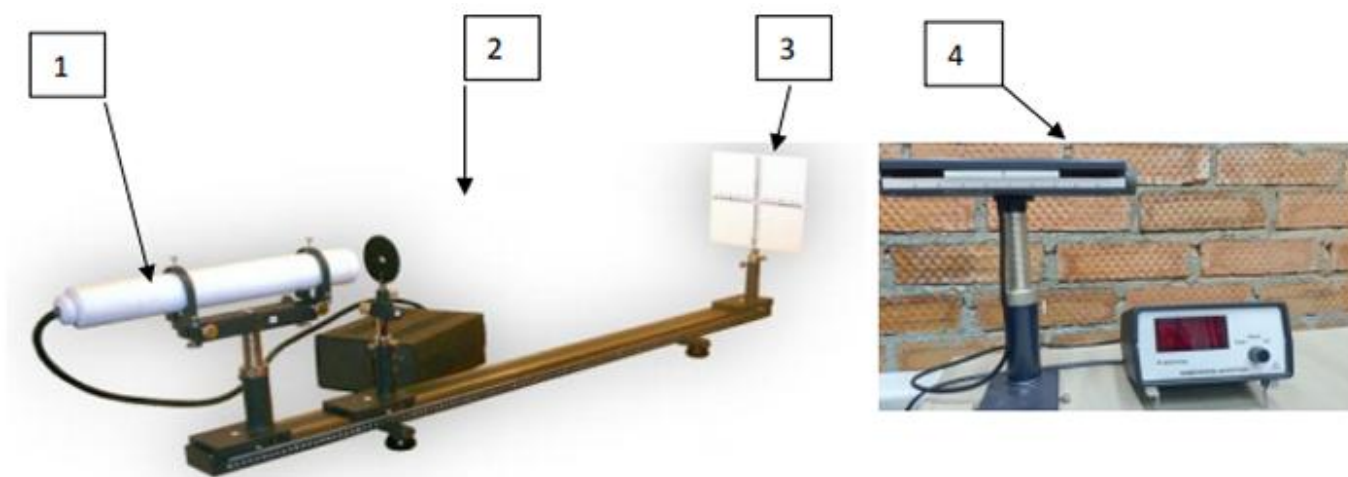


Рисунок 1 – Фото экспериментальной установки

1 – лазер, 2 – объект, 3 – экран, 4 – фоторезистор с линейкой и измерителем фототока.

8. Результаты прямых измерений и их обработки.

Пользуясь линейкой на оптической скамье, измерим координату экрана $X_э$. Установив экран на максимальном расстоянии от объекта, запишем по горизонтальной линейке координаты 10 последовательных минимумов, начиная от середины интерференционной картины влево. Сдвигая экран к объекту на 5 см, сделаем те же измерения ещё 5 раз:

$X_0 = 1135,$ мм	$X_э = 100,$ мм	$X_э = 150,$ мм	$X_э = 200,$ мм	$X_э = 250,$ мм	$X_э = 300,$ мм	$X_э = 350,$ мм
$x_1, \text{ мм}$	4	4	4	4	4	3,5
$x_2, \text{ мм}$	8	7	7	6	6	6
$x_3, \text{ мм}$	11	11	10	9	9	8
$x_4, \text{ мм}$	14,5	14	13	12	12	11
$x_5, \text{ мм}$	17	16	15	15	14	14
$x_6, \text{ мм}$	21	20	18	17	16,5	16,5
$x_7, \text{ мм}$	24	23	22	20	19,5	19,5
$x_8, \text{ мм}$	28	26	25	23	21	21
$x_9, \text{ мм}$	31	29	27	25	24	24
$x_{10}, \text{ мм}$	34	32	30	29	27	26
$L, \text{ мм}$	1035	985	935	885	835	785

Для каждого измерения вычислили расстояние между объектом и экраном (1).

9. Расчет результатов косвенных измерений.

Вычислив расстояние между крайними координатами в каждом измерении, разделим его на число минимумов m , получим тем значение периода картины Δx .

$$\Delta x = \frac{x_{10} - x_1}{m} = \frac{34\text{мм} - 4\text{мм}}{10} = 3\text{ мм}$$

$X_0 = 1135,$ мм	$X_3 = 100,$ мм	$X_3 = 150,$ мм	$X_3 = 200,$ мм	$X_3 = 250,$ мм	$X_3 = 300,$ мм	$X_3 = 350,$ мм
$\Delta x, \text{ мм}$	3	2,8	2,6	2,5	2,3	2,25
$L, \text{ мм}$	1035	985	935	885	835	785

Аппроксимировав график зависимости ширины интерференционной полосы Δx от расстояния L (10), по коэффициенту наклона K (МНК) прямой и известной длине волны источника определим расстояние d между щелями (2):

$$\begin{cases} 6b + 5460K = 15.45 \\ 5460b + 5012350K = 14193.25 \end{cases}$$

$$b \approx -0.207, \quad K \approx 0.00306$$

$$d = \frac{632.82 \cdot 10^{-6}\text{мм}}{0.00306} \approx 206803.9 \cdot 10^{-6}\text{мм} \approx 0.207\text{ мм}$$

10. График

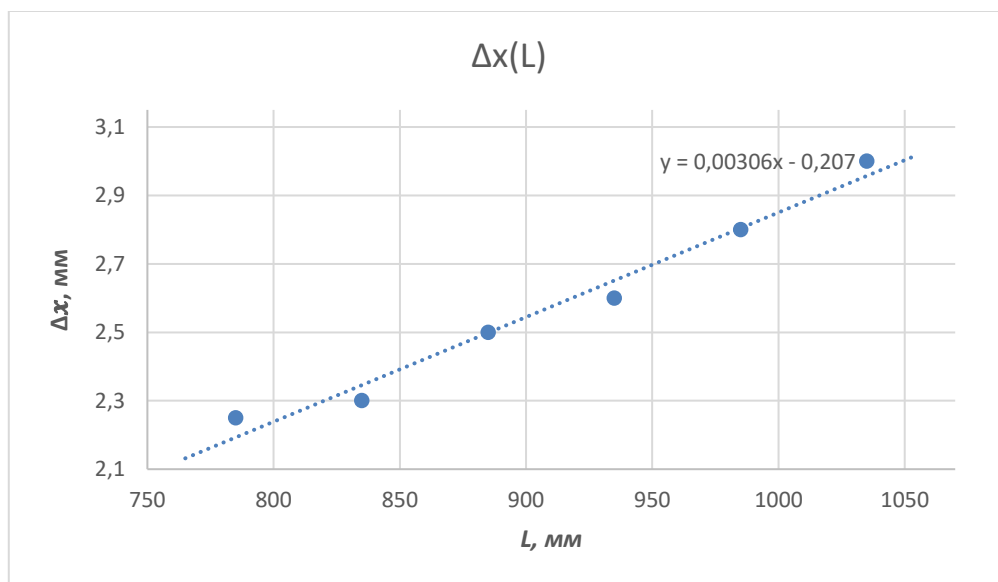


Рисунок 2 – График зависимости ширины интерференционной полосы Δx от расстояния L

11. Расчет погрешностей измерений.

Погрешность наклона ΔK рассчитывается по формуле:

$$\Delta K = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i - (KL_i + b))^2}{(n-2) \cdot \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}} \approx 0.2378 \cdot 10^{-3} \approx 0.0002$$

Но чтобы учесть погрешности измерений $\delta x = \pm 1$ мм и $\delta L = \pm 10$ мм скорректируем формулу:

$$\Delta K = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\delta \Delta x_i)^2 + K^2 \sum_{i=1}^n (\delta L_i)^2}}{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2} \approx 1.573 \cdot 10^{-3} \approx \mathbf{0.0016}$$

Используя ΔK найдем погрешность Δd :

$$\Delta d = \sqrt{\left(\frac{\partial d}{\partial K} \cdot \Delta K\right)^2 + \left(\frac{\partial d}{\partial \lambda} \cdot \Delta \lambda\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{\lambda}{K^2} \cdot \Delta K\right)^2 + \left(\frac{1}{K} \cdot \Delta \lambda\right)^2} \approx \mathbf{0.108}$$

12. Окончательные результаты.

Вычисленное расстояние между щелями:

$$d \approx 0.207 \pm 0.108 \text{ мм}, \quad \varepsilon_d \approx 52.288\%, \quad \alpha = 0.95$$

13. Выводы и анализ результатов работы.

В ходе лабораторной работы было определено расстояние между щелями интерференционным методом. Значение расстояния между щелями совпало с теоретическим значением в пределах погрешности.

Высокая погрешность обусловлена тем, что для L была взята предельная погрешность ± 10 мм, что завышает неопределённость, но позволяет учесть возможные ошибки измерения. Это оправдано, так как визуальные оценки координат минимумов могут содержать субъективные погрешности.

В целом эксперимент подтверждает теоретическое значение расстояния между щелями.