

# Лабораторная работа 4.4.3

## Изучение призмы с помощью гониометра

**Выполнил Жданов Елисей Б01-205**

### **1 Цель работы:**

Знакомство с работой и настройкой гониометра Г5

Определение зависимости показателя преломления стекла призмы от длины волны

Определение марки стекла и спектральных характеристик призмы

### **2 Оборудование:**

Гониометр

Ртутная лампа

Призма

Стеклоплатинка плоскопараллельная

Призменный уголкового отражателя

### **3 Теоретическая справка**

Гониометр служит для точного измерения углов и находит широкое применение в оптических лабораториях. С помощью гониометра можно определять показатели преломления и преломляющие углы призм и кристаллов, исследовать параметры дифракционных решёток, измерять длины волн спектральных линий и т. д. В настоящей работе прибор применяется для исследования дисперсии стеклянных призм — зависимости показателя преломления от длины волны.

Показатель преломления материала призмы удобно определять по углу наименьшего отклонения. Известно, что минимальное отклонение луча, преломленного призмой, от направления луча, падающего на призму, получается при симметричном ходе

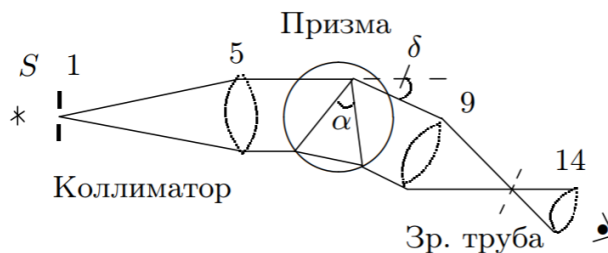


Рис. 1: Оптическая схема эксперимента

луча (в призме луч идёт перпендикулярно биссектрисе преломляющего угла). Угол минимального отклонения  $\delta$ , преломляющий угол  $\alpha$  (угол при вершине призмы на рис. 1) и показатель преломления  $n$  связаны между собой соотношением

$$n = \frac{\sin \frac{\alpha + \delta}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}}.$$

Измерив с помощью гониометра преломляющий угол призмы и углы наименьшего отклонения для света разных длин волн, можно рассчитать величину  $n$  и построить дисперсионную кривую — график зависимости  $n(\lambda)$ .

По наклону дисперсионной кривой можно оценить разрешающую способность призмы

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = b \frac{dn}{d\lambda}.$$

Здесь  $\delta\lambda$  — минимальный интервал длин волн, разрешаемый по критерию Релея,  $b$  — размер основания призмы, если вся рабочая грань призмы освещена параллельным пучком.

## 4 Измерения, Обработка

1) Откалибруем зрительную трубу, предметный столик, колимматор, входную щель, начало отсчета.

2) Измерим преломляющий угол

Углы, соответствующие отражению колимматорного креста:

$$\alpha_1 = 1^\circ 20' 27''$$

$$\alpha_2 = 118^\circ 21' 59''$$

$$\Delta\alpha = 117^\circ 1' 32''$$

Тогда преломляющий угол  $\phi = 62^\circ 58' 28''$

3) Показатели преломления посчитаем по формуле

используя минимальные углы отклонения, полученные при замера призмы

№	$K_1$	1	2	3	4	5	6
$\lambda$ , нм	623.4	579.1	577.0	546.1	491.6	435.8	404.7
$n$	1,6587	1,6623	1,6625	1,6657	1,6729	1,6838	1,6925

Случайная погрешность составляет 1 что намного меньше приборной погрешности, которая может составлять вплоть до  $10''$ . Тогда погрешность  $n$  составит около  $10^{-4}$ . Таким значением и определим точность полученных значений  $n$ .

Построим дисперсионную кривую

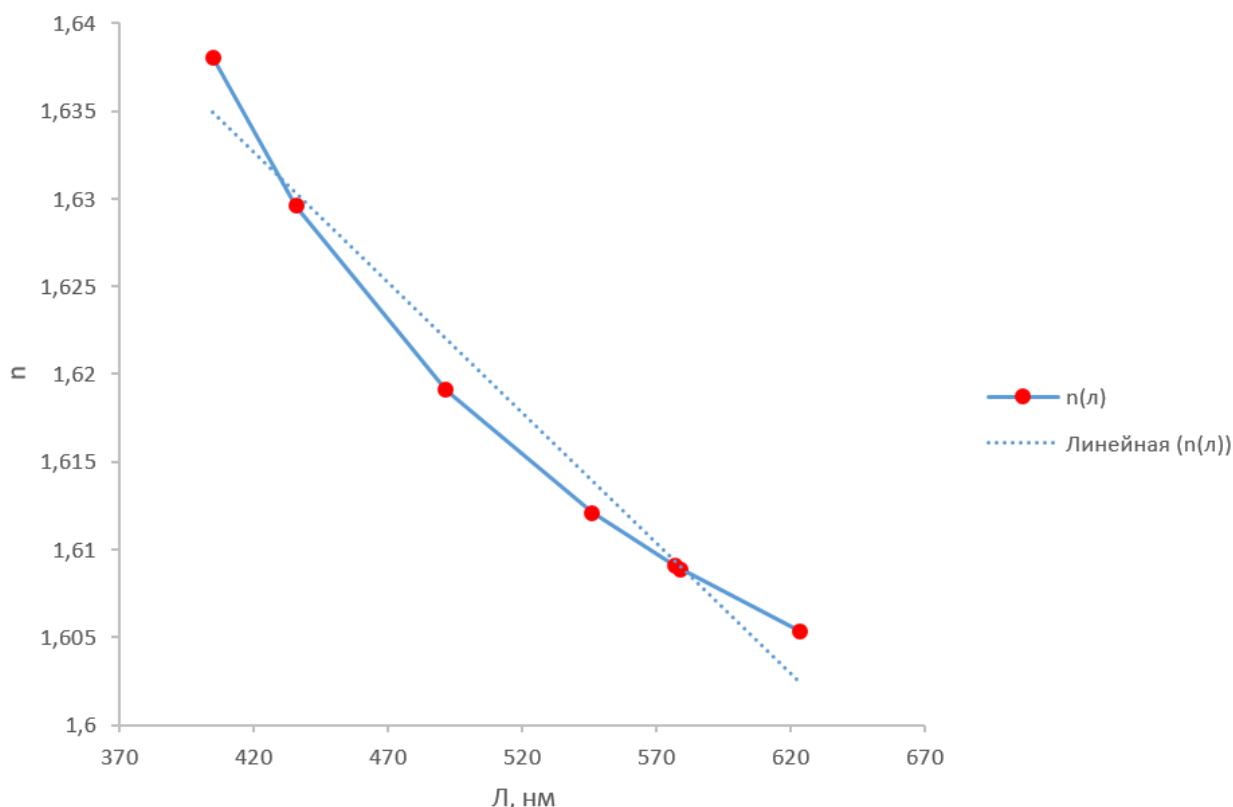


Рис. 2: Дисперсионная кривая

Найдем угловые коэффициенты прямых для каждой установки по МНК.

$$a = \frac{\langle x_i y_i \rangle - \langle x \rangle \langle y_i \rangle}{\langle x_i^2 \rangle - \langle x_i \rangle^2}$$

$$b = \langle y_i \rangle - a \langle x_i \rangle$$

Также рассчитаем их погрешности

$$S_a^2 = \frac{\langle x_i^2 \rangle}{\langle x_i^2 \rangle - \langle x_i \rangle^2} \cdot \frac{\langle b_i - b \rangle^2}{n - 2}$$

Полученная аппроксимация

$$n = (1.6949 \pm 0.0066) - (0.000148 \pm 0.000013) \cdot \lambda$$

Средняя дисперсия

$$\frac{dn}{d\lambda} = 1.50 \cdot 10^3 \pm 2 \cdot 10^2 \text{ см}^{-1}$$

Что соответствует тяжелому флинту ТФ1.

3) Дисперсия решетки в 1 порядке

$$D = 100 \text{ штр/мм} = 10^4 / \text{ нм}$$

Дисперсия призмы составит (из МНК для зависимости угла от длины волны)  $d\phi/d\lambda = 0.0167^\circ / \text{ нм}$ .

4) По наклону кривой  $n(\lambda)$  рассчитаем максимальную разрешающую способность призмы

$$R = a \frac{dn}{d\lambda} = 1100 \pm 100$$

По измерениям желтого дублета

$$R > \frac{\lambda}{\delta\lambda} \approx 1100$$

Оценим, при каком размере решетки 100 штр/мм, она обладает такой же разрешающей способностью как призма с основанием 5 см.

$$a \cdot 100 = R = b \frac{dn}{d\lambda}$$

$$a = 37 \pm 3 \text{ мм}$$

## 5 Вывод

Даже с учетом дисперсии стекла, с помощью призмы удастся заниматься довольно точной спектрометрией, если помнить про границы выбранных приближений.

## 6 Ресурсы

Расчет по МНК: метод-наименьших-квадратов.рф