

Группа М3215 К работе допущен \_\_\_\_\_

Студент Васильков Д.А., Лавренов Д.А. Работа выполнена \_\_\_\_\_

Преподаватель Тимофеева Э.О. Отчет принят \_\_\_\_\_

## **Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №4.11**

“Определение основных характеристик дифракционной решётки”

### **1. Цели работы.**

1. Изучить характеристики дифракционной решётки.

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

1. Провести измерения угловых координат зеленой и синей линий для первого порядка спектра. Повторить измерения трижды.
2. Рассчитать среднее значение угла дифракции для каждой из линий. Зная длину волны зеленой линии, рассчитать период дифракции, а также количество штрихов на 1 мм ширины решетки.
3. Двумя способами рассчитать угловую дисперсию. Сравнить полученные значения.
4. Найти полное число штрихов решетки, рассчитать разрешающую способность решетки в спектре рассматриваемого порядка.
5. Вывести формулу для расчета погрешности определения периода решетки. Вычислить абсолютную и относительную ошибки расчета периода решетки.

### **3. Объект исследования.**

Лабораторная установка, состоящая из ртутной лампы, осветительный коллиматора, дифракционной решётки и зрительной трубы.

#### 4. Метод экспериментального исследования.

Получение экспериментальных данных угловых координат зеленой и синей линии в первом порядке спектра с помощью гониометра и нониуса.

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

1	$\varphi = \frac{N_2 - N_1}{2}$	Угол дифракции
2	$d \sin \varphi = m\lambda$	Условие возникновения главных интерференционных максимумов решётки
3	$n = \frac{1}{d}$	Число штрихов, нанесённых на 1 мм ширины решётки
4	$D = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta\lambda}$	Угловая дисперсия решётки
5	$D = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{m}{d \cos \varphi}$	Угловая дисперсия решётки
6	$R = mN$	Разрешающая способность решётки

#### 6. Измерительные приборы.

№	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Гониометр	Аналоговый	0°-360°	30"

#### 7. Схема установки.

1. Ртутная лампа  
2. Осветительный коллиматор  
3. Изучаемый объект  
4. Зрительная труба

Рисунок 1. Схема лабораторной установки.

## 8. Результаты прямых измерений и их обработки.

Таблица 1. Ширина решётки  $36 \pm 0,5$  мм.

	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_3$	$\varphi_{cp}$	$m$
$N_1^{зел}$	$19^\circ 20'$	$19^\circ 20'$	$19^\circ 40'$	$19^\circ 26'$	2
$N_1^{син}$	$15^\circ 40'$	$15^\circ 20'$	$15^\circ 20'$	$15^\circ 26'$	1
$N_2^{зел}$	$42^\circ 20'$	$42^\circ 00'$	$42^\circ 00'$	$42^\circ 06'$	4
$N_2^{син}$	$32^\circ 20'$	$32^\circ 20'$	$32^\circ 20'$	$32^\circ 20'$	3

$$\varphi_{cp}^{зел} = \frac{N_2^{зел}(\varphi_1) - N_1^{зел}(\varphi_1)}{2} = 42^\circ 06' - 19^\circ 26' = 11^\circ 40'$$

$$\varphi_{cp}^{син} = \frac{N_2^{син}(\varphi_1) - N_1^{син}(\varphi_1)}{2} = 32^\circ 20' - 15^\circ 26' = 8^\circ 46'$$

$$d = \frac{m \lambda_{зел}}{\sin \varphi_{cp}}; \quad m=2; \quad \lambda_{зел}=546 \text{ нм}; \quad d=0,006 \text{ мм}$$

$$n = \frac{1}{d} = \frac{1}{0,006} = 181 \text{ м м}^{-1}$$

$$D_1 = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{|\tan \varphi_{cp}^{зел}|}{\lambda_{зел}} = \frac{|\tan 11^\circ 40'|}{5,46 \cdot 10^{-7}} = 369295,548 \text{ м}^{-1}$$

$$D_2 = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{m}{d |\cos \varphi_{cp}^{зел}|} = \frac{2}{5,5 \cdot 10^{-6} \cdot |\cos 11^\circ 40'|} = 369295,548 \text{ м}^{-1}$$

$$\Delta D = |D_2 - D_1| = |369295,548 - 369295,548| = 0 \text{ м}^{-1}$$

$$N = nL; \quad L = 36 \text{ мм}; \quad N = 6516,17$$

$$R = mN = 2 \cdot 6516,17 = 13032,35$$

## 9. Расчет погрешностей измерений.

$$\Delta_d = \lambda_{зел} \frac{\Delta \sin \varphi_{cp}^{зел}}{\sin \varphi_{cp}^{зел}} = \lambda_{зел} \frac{\sin \varphi_{cp}^{зел} \cos \varphi_{cp}^{зел}}{\sin^2 \varphi_{cp}^{зел}} = 2,7 \cdot 10^{-6} \text{ мм};$$

## 10. Окончательные результаты.

$$\varphi_{cp}^{зел} = 11^\circ 40'$$

$$d = 0,006 \text{ мм}$$

$$n = 181 \text{ мм}^{-1}$$

$$D_1 = 369295,548 \text{ м}^{-1}$$

$$D_2 = 369295,548 \text{ м}^{-1}$$

$$N = 6516,17$$

$$R = 13032,35$$

## **11. Выводы и анализ результатов работы.**

Исследованы основные характеристики дифракционной решетки: рассчитан период решетки и количество штрихов на миллиметр. Угловая дисперсия решетки определена двумя методами. Найдено общее количество штрихов и разрешающая способность решетки. Также вычислены погрешности для периода решетки.

# Приложение

600 мкм/мм  
и см

Таблица 1: Ширина решетки (~~600~~ ± 0,5) мм

	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_3$	$\varphi_{\text{ср}}$	m
$N_1^{\text{зел}}$	19,20	19,20	19,40		2
$N_1^{\text{син}}$	15+(2·20) 15,40	15,20	15,20		1
$N_2^{\text{зел}}$	42,20	42	42		4
$N_2^{\text{син}}$	32,20	32,20	32,20		3

Васильев, Лавренов Д 1Р4.71

МЗ2У 20.05.24

*[Signature]*