

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Физтех-школа физики и исследований им. Ландау

# Отчёт о выполнении лабораторной работы №4.4.1

Амплитудная дифракционная решетка

Автор:

Сенокосов Арсений Олегович

Сафин Дим Рустемович

Б02-012

Долгопрудный  
11 августа 2022 г.

# 1 Введение

**Цель работы:** знакомство с работой и настройкой гониометра Г5, определение спектральных характеристик амплитудной решетки.

**В работе используются:** гониометр, дифракционная решетка, ртутная лампа.

## 2 Теоретические сведения

Основное соотношение приближенной теории дифракционной решётки:

$$d \sin \varphi_m = m\lambda. \quad (1)$$

Угловая дисперсия  $D$  характеризует угловое расстояние между близкими спектральными линиями:

$$D = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{m}{d \cos \varphi} = \frac{m}{\sqrt{d^2 - m^2 \lambda^2}}. \quad (2)$$

## 3 Экспериментальная установка

При работе с дифракционной решёткой основной задачей является точное измерение углов, при которых наблюдаются главные максимумы для различных длин волн. В нашей работе для измерения углов используется гониометр Г5. Принципиальная схема экспериментальной установки приведена на рис. 3.

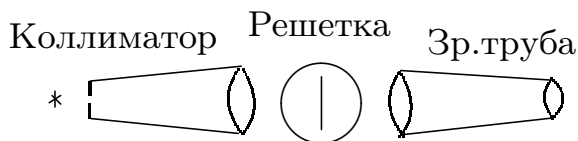


Рис. 1: Схема установки

## 4 Ход работы

Измерим угловые координаты спектральных линий ртути в  $\pm 1$  порядках, рассчитаем углы дифракции  $\varphi_m$ . Результаты измерений и вычислений занесем в таблицу 1.

	синий	голубой	зеленый	желтый	желтый	красный	красный
$\varphi$	12°34'55"	14°13'44"	15°50'49"	16°45'51"	16°49'45"	17°49'58"	18°09'50"
$\sin \varphi$	0,2178	0,2457	0,2731	0,2884	0,2895	0,3062	0,3117
$\lambda$ , нм	435,8	491,6	546,1	577,0	579,1	623,4	690,7

Таблица 1: Измерение угловых положений спектральных линий

Для оценки угловой дисперсии решётки определим разности угловых координат линий жёлтого дублета во всех видимых порядках ( $\Delta\lambda = 21 \text{ \AA}$ ):

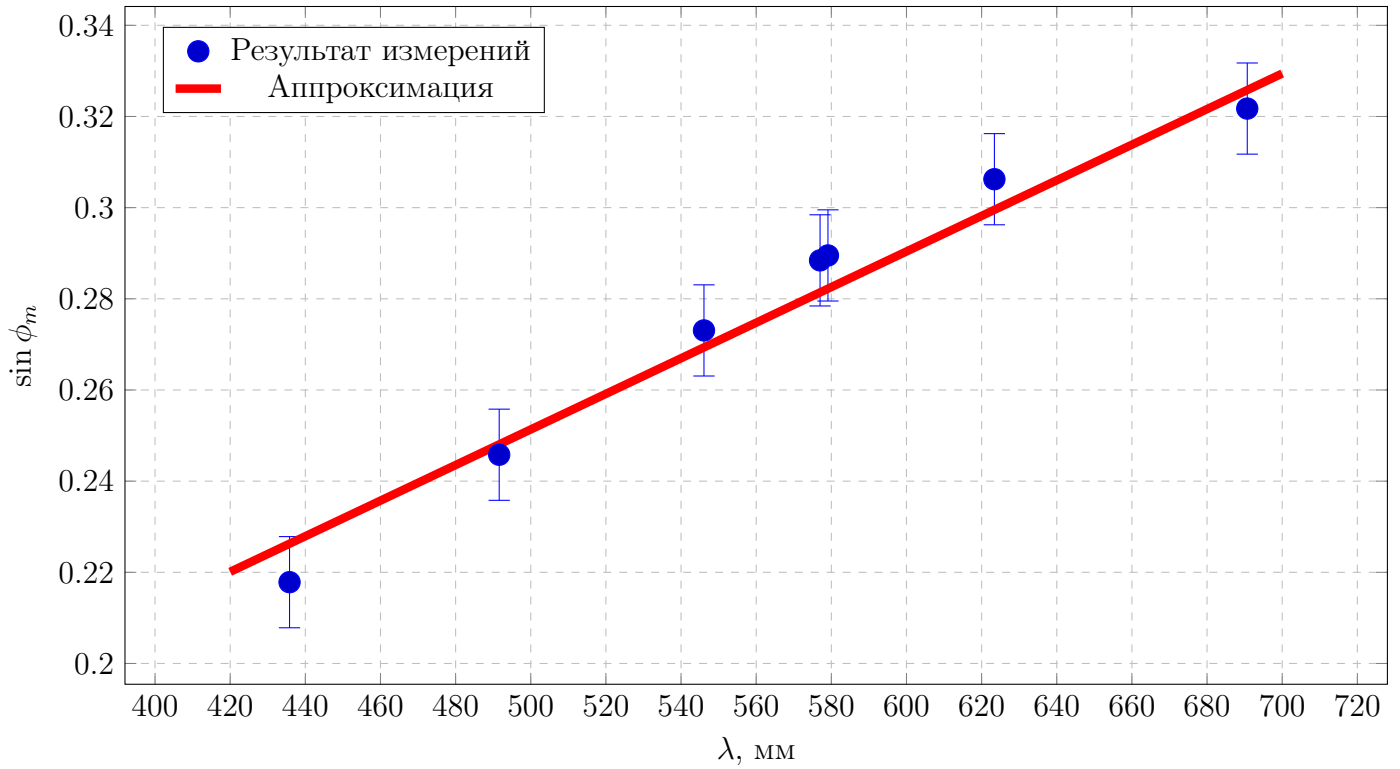
m	$\Delta\varphi, ''$	$D \cdot 10^{-5} \text{ рад}/\text{\AA}$	$\sigma_D \cdot 10^{-5} \text{ рад}/\text{\AA}$
1	224	5.17	0.21
-1	239	-5.52	0.22
2	588	13.57	0.54
-2	548	-12.65	0.51
3	1350	31.17	1.25
-3	1332	-30.75	1.23

Таблица 2: Исследование угловой дисперсии

## 5 Обработка результатов

Построим график зависимости  $\sin \varphi_m$  от длины волны  $\lambda$  для  $\pm 1$  порядка:

График 1 График зависимости угловой координаты спектральных линий от длины волны



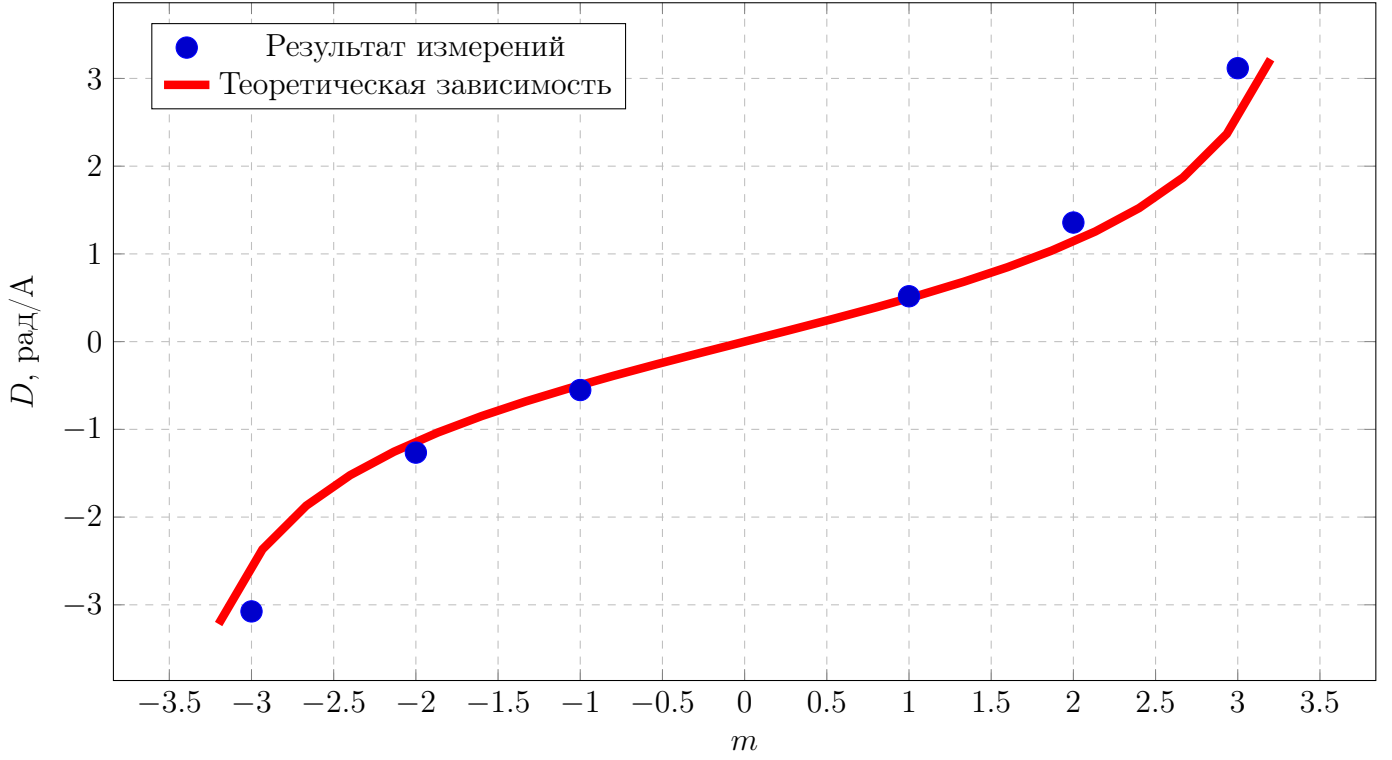
Определим по углу наклона графика период решётки  $d$ :

$$1/d = (453 \pm 21) \text{ штрих}/\text{мм} \quad (3)$$

$$d = (2,2 \pm 0,1) \text{ мкм} \quad (4)$$

Для угловой дисперсии построим график зависимости этой величины от порядка дифракции.

.10<sup>-4</sup> График 2 График зависимости угловой дисперсии от порядка максимума



Оценим разрешимый спектральный интервал  $\delta\lambda$ , разрешающую способность  $R$  и число эффективно работающих штрихов решётки  $N$ , а также её эффективный размер  $l$ . По результатам измерений угловая ширина первой жёлтой линии составляет  $\Delta\varphi = 30''$ .

$$\delta\lambda \approx \Delta\varphi/D = (2.8 \pm 0.2) \text{ \AA}; \quad (5)$$

$$R \approx \frac{\lambda}{\delta\lambda} = 2055 \pm 146 \quad (6)$$

$$N \approx R/m = 2055 \pm 146 \quad (7)$$

$$l \approx Nd = (4.5 \pm 0.3) \text{ мм} \quad (8)$$

Найдём порядок дифракции при которой жёлтая линия спектра совпадёт с фиолетовой:

$$(m+1)\lambda_{\text{ф}} = m\lambda_{\text{ж}}$$

$$m = \frac{\lambda_{\text{ф}}}{\lambda_{\text{ж}} - \lambda_{\text{ф}}} \approx 3.1$$

## 6 Обсуждение результатов и выводы

В ходе выполнения лабораторной работы были получены следующие результаты.

- Экспериментально измерено положение спектральных линий ртутной лампы в  $\pm 1$  порядке. По полученным данным был вычислен период дифракционной решётки.

$$1/d = (453 \pm 21) \text{ штрих/мм}$$

$$d = (2.2 \pm 0.1) \text{ мкм}$$

Эти данные примерно совпадают с реальными параметрами решётки  $1/d = 500$  штрих/мм.

- Далее была исследована угловая дисперсия дифракционной решётки, её зависимость от порядка максимума. Для жёлтой пары она была измерена в 3 порядках. Результаты представлены на Графике 2. Экспериментальные данные хорошо описывают теоретическую зависимость.
- По результатам измерений были определены основные параметры дифракционной решётки для первого порядка дифракции. Была определена разрешающая способность, эффективное число штрихов и её эффективный размер.

$$R = 2055 \pm 146$$

$$N = 2055 \pm 146$$

$$l \approx Nd = (4.5 \pm 0.3) \text{ мм}$$

- Также был рассчитан порядок дифракции при которой жёлтая линия спектра совпадёт с фиолетовой.

$$m = 3.1$$

Результаты, полученные в ходе выполнения работы можно назвать удовлетворительными. Основной вклад в погрешность вносит неточность определения цвета той или иной спектральной линии в силу слабой интенсивности некоторых линий спектра. Также свой вклад вносит неточность, появляющаяся в результате некоторого смещения нуля отсчёта угловых координат гониометра.