

## 4.4.1 Изучение амплитудной решётки

Александр Романов Б01-107

### 1 Введение

#### 1.1 Цель работы

Знакомство с работой и настройкой гониометра Г5, определение спектральных характеристик амплитудной решётки.

#### 1.2 В работе используются

Гониометр, дифракционная решётка, ртутная лампа.

### 2 Работа

Проведём юстировку системы, руководствуясь правилами, изложенными в Приложении. Характеристики установки:

$$d = 1/500 \text{ mm} = 0.002 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

№	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda, \text{ nm}$	690.7	623.4	579.1	577.0	546.1	491.6	435.8	404.7
Цвет	красн.	красн.	жёлт.	жёлт.	зелён.	голуб.	синий.	фиолет.
Яркость	4	4	10	8	10	4	4	3

Рис. 1: Характеристики спектра ртутной лампы

#### 2.1 Установка решётки

Установим решётку на столик так, чтобы её плоскость была перпендикулярна оси зрительной трубы и параллельна одному из установочных винтов 8. В центре поля зрения будет расположена белая ахроматическая полоса (спектр нулевого порядка). Высота полосы занимает менее четверти поля зрения трубы.

Винтом 8, перпендикулярным плоскости решётки, установим изображение щели в центр поля зрения. Отводя алидаду в сторону от коллиматора, найдём в трубе спектр самого дальнего порядка и винтом 8, параллельным плоскости решётки, снова приведём изображение щели в центр. Убедимся

что при повороте трубы изображение щели и спектр уходят не более чем на треть радиуса поля зрения.

## 2.2 Исследование спектра ртутной лампы

Подберём ширину входной щели коллиматора так, чтобы ширина линий жёлтого дублета была чуть больше промежутка между линиями двойного штриха окуляра зрительной трубы. Установим удобную для наблюдения высоту щели.

Убедимся в справедливости формулы

$$d \sin \varphi \simeq \lambda$$

Для этого определим углы дифракции для двух ярких линий спектра (синего и зелёного) в одном порядке.

$$\varphi_b = 12^\circ 32' 29''$$

$$\varphi_g = 15^\circ 46' 53''$$

**Для синего:**

$$d \sin \varphi_b = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 0.217 \simeq 434 \text{ nm}$$

Что точно совпадает с табличным значением длины волны для синего света ( $\lambda = 435.8 \text{ nm}$ ).

**Для зелёного:**

$$d \sin \varphi_g = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 0.272 \simeq 544 \text{ nm}$$

Что точно совпадает с табличным значением длины волны для зелёного света ( $\lambda = 546.1 \text{ nm}$ ).

Измерим угловые координаты спектральных линий ртути в  $\pm 1$  порядках. Голубой свет:

$$\varphi_{blue0} = 14^\circ 10' 41''$$

$$\varphi_{blue1} = 14^\circ 18' 19''$$

Для оценки угловой дисперсии решётки определим угловые координаты линий жёлтой пары во всех видимых порядках спектра.

$$\varphi_{y0} = 16^\circ 41' 36''$$

$$\varphi_{y1} = 16^\circ 45' 8''$$

$$\varphi_{y2} = 16^\circ 47' 51''$$

Отсюда разность длин волн жёлтой пары:

$$\delta \lambda_{yel} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot (0.288 - 0.287) = 2 \text{ nm}$$

Для определения аппаратной разрешающей способности (решётка + гониометр + глаз) измерим угловую ширину одной из линий жёлтой пары (по нулям интенсивности) в нескольких порядках.

$$\Delta\varphi = 16^\circ 42' 2'' - 16^\circ 41' 30'' = 0^\circ 1' 28''$$

Для качественного определения аппаратной разрешающей способности  $R$  измерим расстояние между центрами жёлтых линий.

$$\delta\varphi = 0^\circ 4' 28''$$

### 2.3 Зависимость разрешающей силы от ширины пучка

Настроим зрительную трубу на жёлтую пару. Определим начала отсчёта дополнительной щели с микрометрическим винтом (момент её открытия) Получим:

$$d_0 = 26 \mu m$$

Откроем щель пошире и укрепим её на коллиматорном объективе. Уменьшая ширину щели, добьёмся предельного разрешения жёлтой пары и запишем показания микрометрического винта:

$$d = 300 \mu m$$

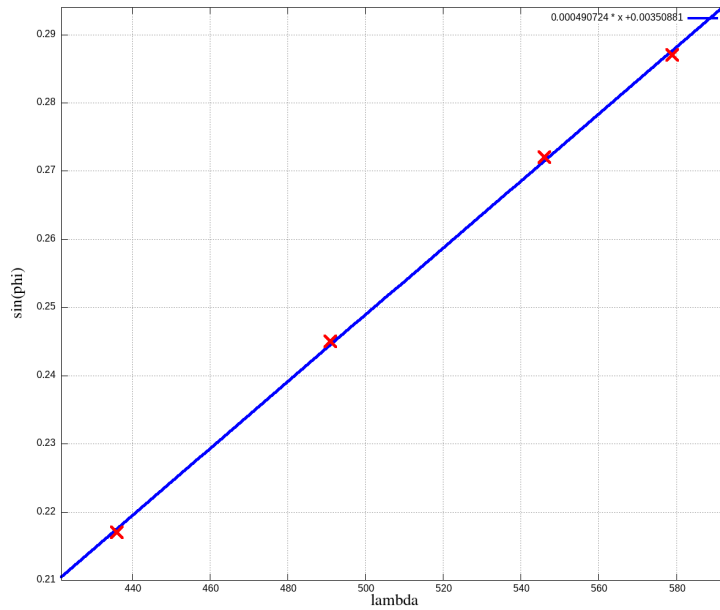
### 2.4 Обработка результатов

Сведём результаты измерения углов дифракции для разных длин волн:

$\lambda, nm$	579.1	546.1	491.6	435.8
$\varphi$	$16^\circ 41' 36''$	$15^\circ 46' 53''$	$14^\circ 10' 41''$	$12^\circ 32' 29''$

Рис. 2: Углы дифракции

Построим график:



Результаты опроксимации вида ( $y = kx$ ):

$$k = (491 \pm 5) \cdot \text{mm}^{-1}$$

Т.е. экспериментально получена плотность решётки  $491 \pm 5$  штрих/м. Что достаточно точно совпадает с теоретическим значением (500 штрих/мм).

По измерениям координаты и угловой ширины жёлтой линии рассчитаем экспериментальное значение разрешающей способности:

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = \frac{574 \cdot 10^{-9}}{20 \cdot 10^{-10}} \simeq 287$$

Определим число эффективно работающих штрихов:

$$N = \frac{R}{m} = \frac{287}{3} = 95$$

### 3 Выводы

В ходе лабораторной работы:

1. Были экспериментально измерены длины волн спектра ртутной лампы по их дифракционному углу. Результаты совпадают с теоретическими очень точно:

$$\lambda_{\text{синий}} = 434 \text{ nm vs } 436 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{голубой}} = 489 \text{ nm vs } 491 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{зелёный}} = 544 \text{ nm vs } 546 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{жёлтый}} = 573 \text{ nm vs } 579 \text{ nm}$$

2. Была экспериментально измерена разрешающая способность системы:

$$R = 287$$

3. Было определено кол-во активно работающих штрихов:

4. Было экспериментально получена характеристика решётки:

$$491 \text{ штрихов/mm vs } 500 \text{ штрихов/mm}$$