

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Физтех-школа биологической и медицинской физики

Лабораторная работа по общей физике

4.3.3 Исследование разрешающей способности микроскопа методом Аббе

Выполнила студентка группы Б06-103:
Фитэль Алена

Долгопрудный, 2023 г.

1 Введение

Цель работы: определение дифракционного предела разрешения объектива микроскопа.

В работе используются: лазер; кассета с набором сеток разного периода; щель с микрометрическим винтом; оптический стол с набором рейтеров и крепёжных винтов; экран; линейка.

2 Теоретические сведения

Для иммерсионного микроскопа разрешающая способность объектива при некогерентном освещении

$$\ell_{min} \approx \frac{0.61\lambda}{\sin u}, \quad (1)$$

где u – апертурный угол объектива микроскопа (угол между оптической осью и лучом, направленным из центра объекта в край линзы).

Метод Аббе для оценки разрешающей способности состоит в разделении хода лучей на две части: сначала рассматривается картина в задней фокальной плоскости F объектива – она называется первичным изображением. Это первичное изображение рассматривается как источник волн, создающий вторичное изображение в плоскости P_2 , сопряжённой плоскости предмета.

Первичное изображение есть картина дифракции Фраунгофера (на дифракционной решётке), если её период d , то для направления максимальной интенсивности φ_m

$$d \sin \varphi_m = m\lambda. \quad (2)$$

При этом проходят пучки только с $\varphi_m < u$. Можно условием разрешения считать, что $u > \varphi_1$, иначе говоря

$$\sin u \geq \lambda/d.$$

или

$$d \geq \frac{\lambda}{\sin u} \approx \frac{\lambda}{D/2f}, \quad (3)$$

где D – диаметр линзы, f – фокусное расстояние.

Сетку можно рассматривать как две перпендикулярные друг другу решетки, для максимумов которых выполняется соотношение

$$d \sin \varphi_x = m_x \lambda, \quad d \sin \varphi_y = m_y \lambda. \quad (4)$$

3 Экспериментальная установка

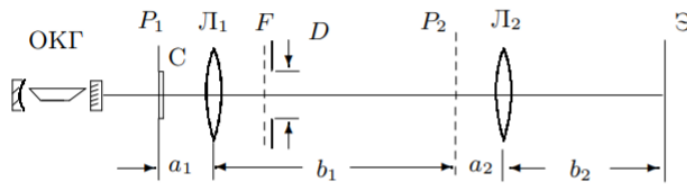


Рисунок 1: Схема установки

Схема установки приведена на Рис. 1. Предметом P_1 служат сетки в кассете C . Линза L_1 длиннофокусная, а L_2 короткофокусная. В F устанавливаются диафрагмы D , с помощью сеток с разными d и щелевой диафрагмы можно проверить соотношение (3). Период сеток может быть измерен либо по расстоянию между дифракционными максимумами на экране, либо по увеличенному с помощью микроскопа изображению. Пространственную фильтрацию (получение наклонного изображения решётки) можно получить с помощью подбора угла наклона и ширины вспомогательной щели.

4 Обработка результатов