

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Физтех-школа прикладной математики и информатики

**Отчёт о выполнении лабораторной работы 4.3.1
ИЗУЧЕНИЕ ДИФРАКЦИИ СВЕТА**

Автор:
Чикин Андрей Павлович
Б05-304

Долгопрудный, 2025

Цель работы: исследовать явления дифракции Френеля и Фраунгофера на щели, изучить влияние дифракции на разрешающую способность оптических инструментов.

В работе используются: оптическая скамья, ртутная лампа, монохроматор, щели с регулируемой шириной, рамка с вертикальной нитью, двойная щель, микроскоп на поперечных салазках с микрометрическим винтом, зрительная труба.

Установка

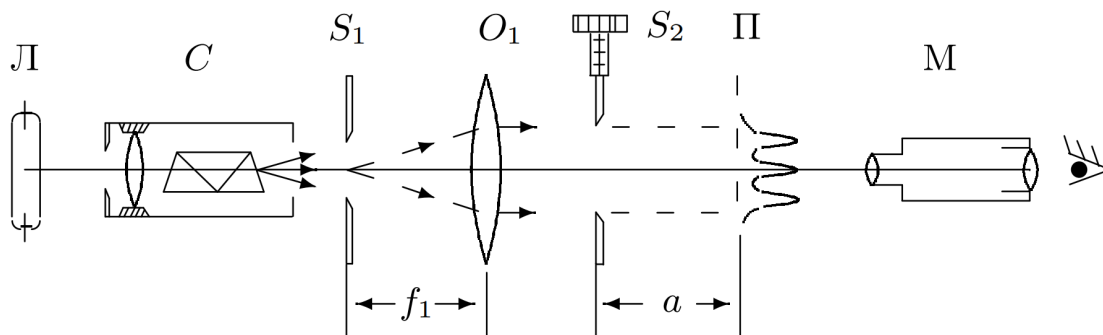


Рис. 1: Схема установки для наблюдения дифракции Френеля

М – микроскоп.

П – плоскость фокуса микроскопа.

O_1 – линза с ф.р. f_1 .

Л – лампа.

С – монохроматор.

S_1, S_2 – щели.

Суммарная ширина m зон Френеля:

$$z_m = \sqrt{am\lambda} \quad (1)$$

Число Френеля:

$$\Phi^2 = \frac{D}{\sqrt{a\lambda}} \quad (2)$$

Волновой параметр:

$$p = \frac{1}{\Phi^2} \quad (3)$$

А. Дифракция Френеля

Условие наблюдения дифракции:

$$\Phi \gtrsim 1 \quad (4)$$

Пусть m – число зон Френеля, укладывающихся на полуширине щели, тогда будет видно $n = m - 1$ темных полос.

Б. Дифракция Фраунгофера на щели

$$\Phi \ll 1 \quad (5)$$

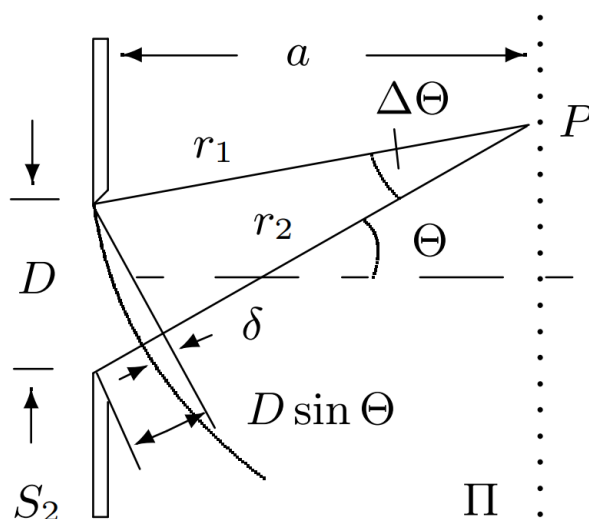


Рис. 2: К фазовым соотношениям при дифракции Фраунгофера

$$\Delta \approx D\theta \quad (6)$$

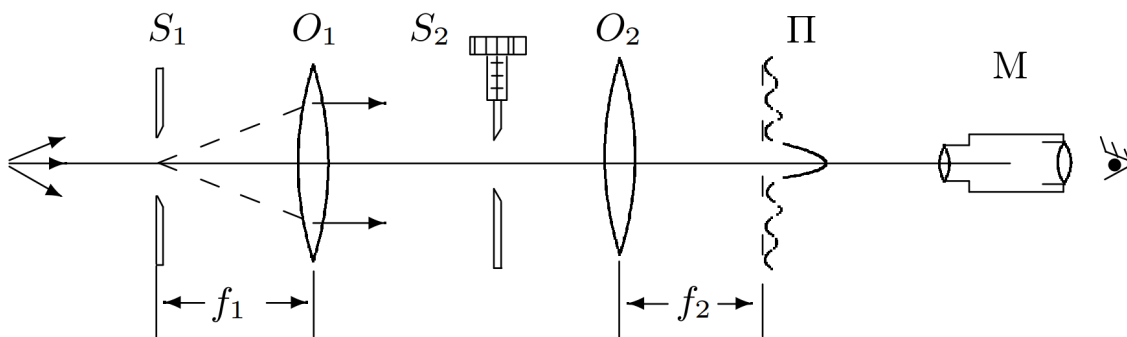


Рис. 3: Схема установки для наблюдения дифракции Фраунгофера на щели

К схеме А добавляется линза O_2 с фокусным расстоянием f_2 .

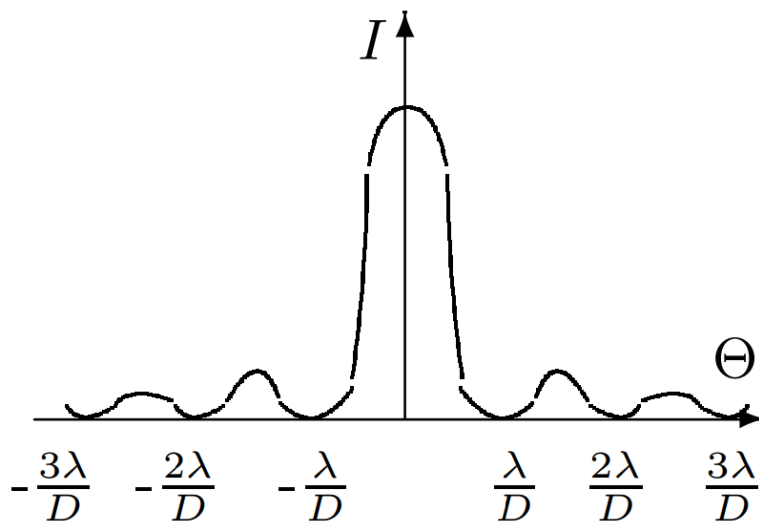


Рис. 4: Распределение интенсивности при дифракции Фраунгофера на щели

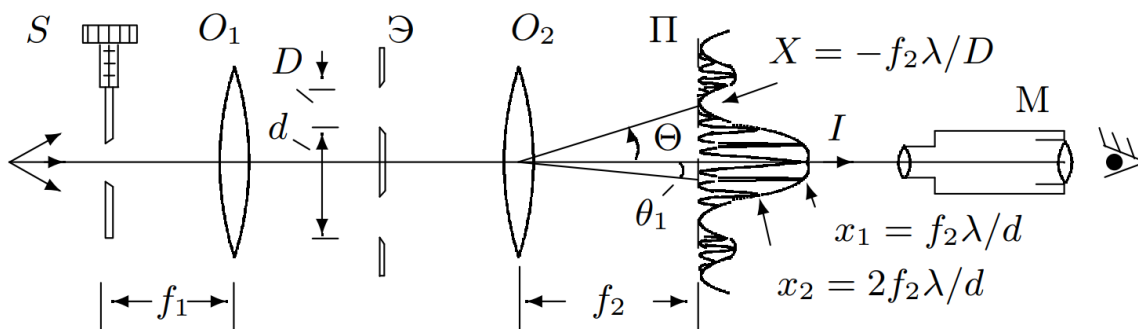
$$X \approx f_2 \theta \quad (7)$$

Положения темных полос:

$$\theta_m = \frac{m\lambda}{D}, \quad m \in \mathbb{N} \quad (8)$$

$$X_m \approx m \frac{f_2 \lambda}{D} \quad (9)$$

В. Дифракция Фраунгофера на двух щелях



От схемы Б.

S_2 заменяем на экран Э с двумя щелями.

Положения темных полос:

$$\theta_m = m \frac{\lambda}{d} \quad (10)$$

$$X_m = m \frac{\lambda f_2}{d} \quad (11)$$

$$\delta X = \frac{\lambda f_2}{d} \quad (12)$$

Кол-во полос в главном максимуме:

$$n = \frac{2\lambda f_2}{D} \frac{1}{\delta X} = 2 \frac{d}{D} \quad (13)$$

Условие наблюдения дифракции:

$$b \leq f_1 \frac{\lambda}{d} \quad (14)$$

b – ширина входной щели S.

Г. Влияние дифракции на разрешающую способность оптического инструмента

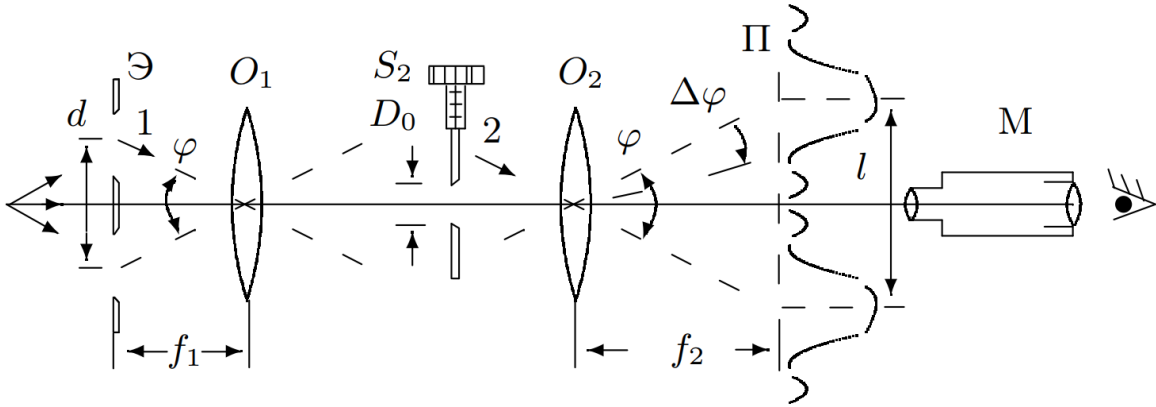


Рис. 5: Схема установки для исследования разрешающей способности оптического инструмента

От схемы Б.

S_1 заменяем на экран Э с двумя щелями.

$$\varphi = \frac{d}{f_1} \quad (15)$$

$$l = \varphi f_2 = d \frac{f_2}{f_1} \quad (16)$$

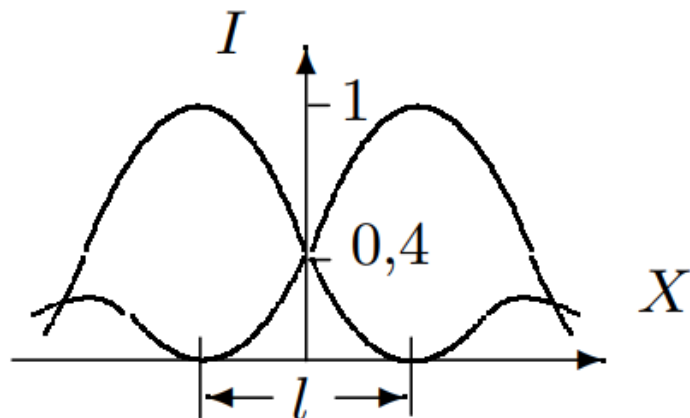


Рис. 6: Критерий разрешения по Рэлею

$$\varphi = \frac{\lambda}{D_0} = \frac{l}{f_2} = \frac{d}{f_1} \quad (17)$$

Теоретическая часть

Ход работы

Выводы