

Лабораторная работа 1-ИИ

Изучение интерференции света с помощью бипризмы Френеля.

Приборы и принадлежности: лазер, магнитная оправка с бипризмой Френеля, набор собирающих линз ($F=50$ мм, $F=100$ мм), экран, набор рейтеров (3 шт.), поляризатор, оптическая скамья, видеокамера logi HD 1080.

Описание установки.

Бипризма представляет собой две одинаковые призмы с малыми преломляющими углами θ (порядка 1°), сложенные основаниями. Падающий пучок света S от лазера после преломления бипризмой разделяется на два перекрывающихся пучка, исходящих от мнимых источников S_1 и S_2 .

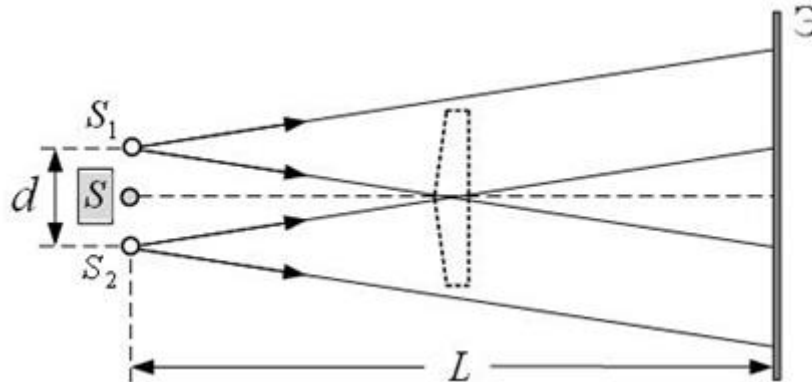


Рис.1

Источники S_1 и S_2 когерентны, и в пространстве за бипризмой в области перекрывания пучков можно наблюдать интерференцию. Бипризма располагается так, что ребро тупого двугранного угла параллельно пучку S , а сама бипризма перпендикулярна плоскости, проходящей через это ребро и пучок S . Экран для наблюдения интерференционной картины располагается параллельно бипризме.

Установка (рис.2) состоит из оптической скамьи **6**, лазера **1**, бипризмы **2**, линз **3** и **4**, экрана **5**. Скамья снабжена линейкой с ценой деления 1 мм. Все детали смонтированы на рейтерах, имеющих указатели для отсчета их положения. Элементы (2, 3, 4) установки можно перемещать вверх и вниз и закреплять в требуемом положении.



Рис.2

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений.

ВНИМАНИЕ! При работе с лазером **НЕЛЬЗЯ** допускать попадания луча лазера в глаза.

1. Включить лазер и, вращая коллиматор лазера, настроить луч так, чтобы на экране было световое пятно диаметром ~ 5 см.
2. Установить линзу $F=50$ мм на ближайший к лазеру рейтер.
3. Далее установить на рейтер магнитную оправку с бипризмой Френеля. Убедитесь, что лазерный луч проходит через короткофокусную линзу и преломляющий угол бипризмы. На поверхности бипризмы видно световое пятнышко диаметром $\sim 3-4$ мм. На экране должна наблюдаться интерференционная картина – система вертикальных светлых и темных полос (3-4 порядка).

Определение расстояния между мнимыми источниками.

1. Установить на оптическую скамью между бипризмой и экраном линзу $F=100$ мм.
2. Перемещая рейтер с линзой к бипризме, добиться резкого изображения мнимых источников, которые имеют вид двух ярких небольших точек.
3. Зарисовать положения мнимых источников на листе бумаги.
4. Замерить расстояния между изображениями мнимых источников S'_1 и S'_2 , а также расстояния $-l_1$ от фокуса линзы $F=50$ мм до линзы $F=100$ мм и $-l_2$ от линзы $F=100$ мм до экрана.
5. Сбить и найти фокус точек (изображения мнимых источников) повторно, и вновь зарисовать и сделать замеры расстояний. Провести измерения не менее 5 раз.
6. Результаты этих измерений обработать методом Стьюдента.

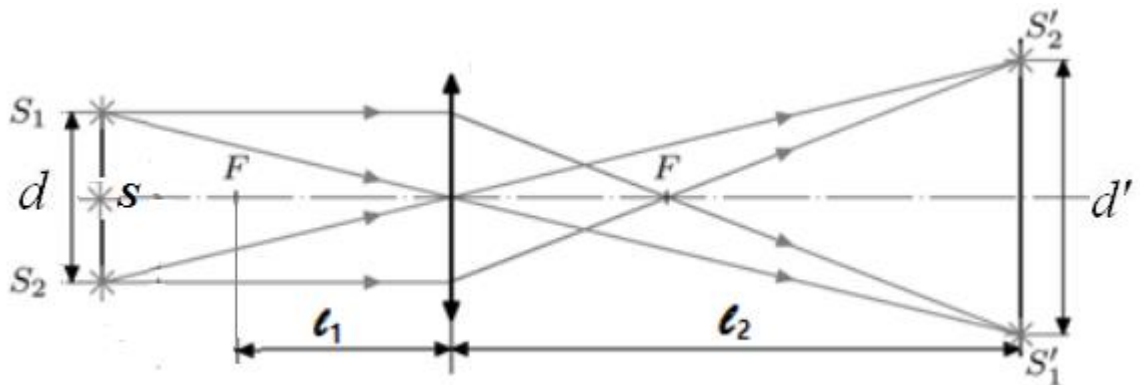


Рис.3

7. Расстояние между мнимыми источниками S_1 и S_2 определяется через результаты прямых измерений с помощью формулы увеличения линзы

$$\frac{d'}{d} = \frac{l_2}{l_1}$$

8. Рассчитать значение действительного расстояния между мнимыми источниками d .

$$d = d' \frac{c_1}{c_2}$$

9. При измерении расстояния между мнимыми источниками можно **использовать видеокамеру**. Для устранения бликов на камере на рейтер перед лазером необходимо установить поляризатор. Вращая поляризатор, получить четкое изображение мнимых источников. Файл «Интерференция» позволяет произвести замеры расстояния между мнимыми источниками, предварительно сделав калибровку изображения, получаемого видеокамерой (ознакомиться с файлом «Справка»).

Определение ширины интерференционной полосы

1. **Не меняя** положение рейтера с бипризмой, переместить рейтер с собирающей линзой $F=100$ мм так, чтобы на экране появилось *увеличенное* изображение интерференционной картины.
2. Прикрепить лист бумаги к экрану. Зарисовать на листе наблюдаемую интерференционную картину - систему вертикальных светлых и темных полос (3-5 порядков). Для определения ширины интерференционной полосы измерить расстояние X между темными полосами и разделить на количество светлых полос N между ними.

Рекомендация: выбирать полосы, расположенные подальше друг от друга.

При измерении ширины интерференционной полосы можно **использовать видеокамеру** (поляризатор снять).

3. Ширина наблюдаемой интерференционной полосы по результатам прямых измерений определяется равенством

$$h' = \frac{X}{N}$$

4. Повторить измерения величин X и N не менее 5 раз. Результаты этих измерений обработать методом Стюдента.

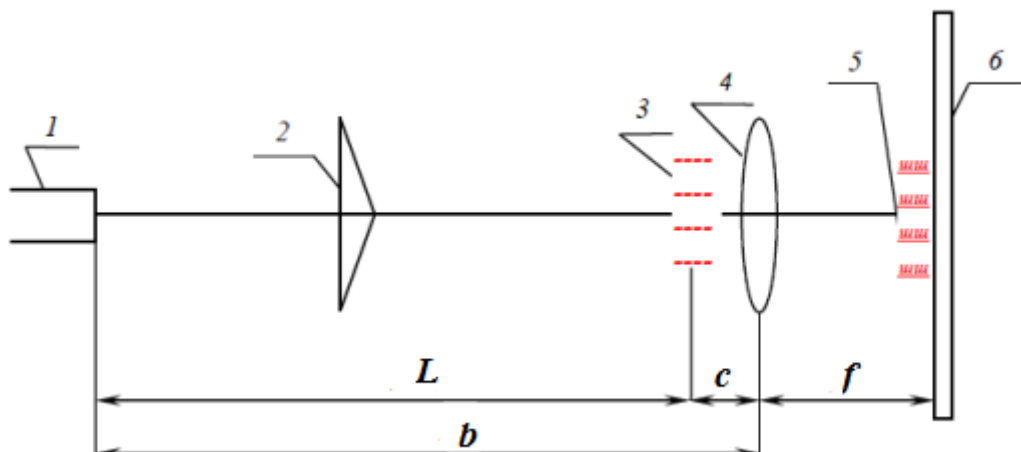


Рис.4

На рис. 4 приведена оптическая схема для вычисления длины волны лазера: 1- лазер, 2 – бипризма Френеля, 3 – интерференционные полосы, 4 – собирающая линза, 5 – интерференционная картина увеличенная линзой, 6 – экран.

5. Ширина h проецируемых на экран полос (3) связана с шириной h' наблюдаемых на экране полос (5) формулой увеличения линзы

$$h = h' \frac{c}{f},$$

где c – расстояние от полос 3 до линзы 4, f – расстояние между линзой 4 и экраном 6. Для расстояний c, f и фокусного расстояния F линзы 4 справедлива формула тонкой линзы.

$$\frac{1}{c} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}.$$

6. Измерить расстояния f и h' .
7. Вычислить расстояние c .
8. Используя известные значения величин f, h' и c вычислить ширину h интерференционной полосы.

Определение длины волны лазерного излучения.

Преобразуем формулу для нахождения длины световой волны

$$\lambda = \frac{d}{L} h$$

Величина L – расстояние между источником излучения и проецируемыми на экран интерференционными полосами. На рис.4 $L = b - c$, где b – расстояние от лазера до линзы $F=100$ мм. Итоговая формула для определения длины волны выглядит следующим образом:

$$\lambda = \frac{d h}{b - c}$$

1. Измерить расстояние b .
2. Рассчитать длину волны лазера.
3. Рассчитать погрешность длины волны лазера.
4. Сделать выводы.