



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Физики»

## **Практикум** по дисциплине

### **«Физика»**

Лабораторная работа № 07  
ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ  
СВЕТА ПРИ ПОМОЩИ БИПРИЗМЫ ФРЕНЕЛЯ

Авторы  
Егорова С.И.,  
Егоров И.Н.,  
Лемешко Г.Ф.

Ростов-на-Дону, 2018

## Аннотация

Практикум содержит краткое описание рабочей установки и методику получения интерференции с помощью бипризмы Френеля. Лабораторная работа предназначена для студентов инженерных специальностей всех форм обучения в лабораторном практикуме по физике (раздел «Оптика»).

Предназначен для студентов очной, заочной формы обучающихся по всем направления изычающих физику

## Авторы

профессор, д.т.н.  
Егорова С.И.,  
доцент, к.т.н.  
Егоров И.Н.,  
профессор, к.ф.-м.н.  
Лемешко Г.Ф.



## Оглавление

ЗАДАНИЕ 1. Определение расстояния между когерентными источниками света. ....	7
ЗАДАНИЕ 2. Определение длины световой волны.....	8
Контрольные вопросы .....	10
Рекомендуемая литература.....	10

**Цель работы:** Ознакомиться с методикой определения основных характеристик интерференционного поля, полученного с помощью бипризмы Френеля.

**Оборудование:** Бипризма Френеля, источник света, конденсор, микроскоп, набор светофильтров, собирающая линза.

### **Краткая теория**

***Интерференция*** – это наложение когерентных волн, при котором происходит пространственное перераспределение светового потока, в результате чего в одних местах возникают максимумы, а в других минимумы интенсивности.

***Когерентными*** называются волны одинаковой частоты и постоянной разности фаз. Для получения когерентных волн необходимо разделить световой луч, исходящий из одного источника. Это возможно осуществить с помощью экранов и щелей, зеркал и преломляющих тел.

В работе для получения интерференции света используется **бипризма Френеля В** (рис.1), которая представляет собой две соединённые основаниями призмы с одинаковыми и очень малыми (порядка  $30'$ ) преломляющими углами  $\theta$ .

Выходящий из щели  $S$  пучок света после преломления в бипризме разделяется на две цилиндрические волны, соответствующие мнимым когерентным источникам  $S_1$  и  $S_2$ . Разделённые пучки частично перекрываются, образуя зону интерференции  $OPQ$  (рис.1). На экране  $\mathcal{E}$  наблюдается интерференционная картина, представляющая собой чередующиеся тёмные и светлые полосы.

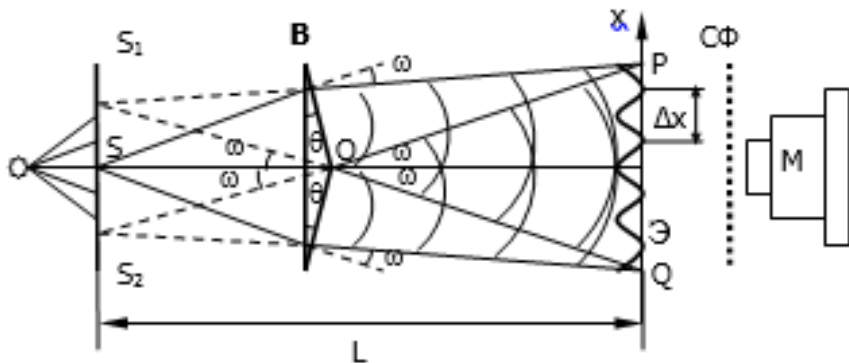


Рис. 1

Расстояние между серединами светлых (или между серединами тёмных) полос называется **шириной интерференционной полосы**  $\Delta x$  (рис.1).

Расстояние  $d$  между когерентными источниками (рис.2) определяется следующим образом.

Между бипризмой и экраном устанавливается линза с фокусным расстоянием  $F$  таким образом, чтобы лучи после прохождения через линзу шли параллельным пучком до экрана (рис.2). Пучки света, соответствующие источникам  $S_1$  и  $S_2$ , проходя через линзу, создают на экране их изображения  $S'_1$  и  $S'_2$ , расстояние между которыми определяется с помощью микроскопа, умножением цены деления микроскопа  $c$  на число делений  $n$ , укладываемых между изображениями источников, т.е.  $S'_1 S'_2 = c \cdot n$ . Из подобия треугольников  $S_1 O_1 F$  и  $COF$  (рис.2)

получаем:  $\frac{d}{A - F} = \frac{c \cdot n}{F}$ . Отсюда выражаем  $d$ :

$$d = c \cdot n \left( \frac{A}{F} - 1 \right) \quad (1)$$

где  $F$  - фокусное расстояние линзы,  $A$  - расстояние от источников до линзы.

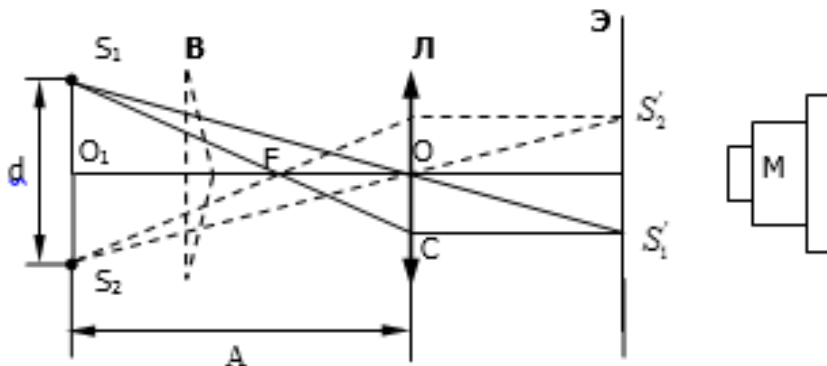


Рис. 2

Ширину интерференционной полосы  $\Delta x$  (см. рис.1) можно получить путём измерения микроскопом расстояния  $x$ , на котором укладывается  $N$  хорошо видимых светлых или тёмных интерференционных полос. При этом учитываем, что между  $N$  полос укладывается  $(N - 1)$  промежутков  $\Delta x$ . Например, на рис.3  $N = 6$ , следовательно между первой и шестой полосами находится пять промежутков  $\Delta x$ .

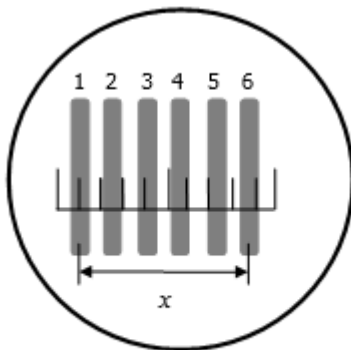


Рис.3

В результате получаем:

$$\Delta x = \frac{x}{N - 1} = \frac{c \cdot n}{N - 1}, \quad (2)$$

где  $c$  - цена деления микроскопа,  $n$  - число делений микроскопа, укладываемых на расстоянии  $x$ .

Из теории по интерференции света получена формула для ширины интерференционной полосы:

$$\Delta x = \frac{L}{d} \lambda, \quad (3)$$

где  $\lambda$  - длина световой волны,  $d$  - расстояние между когерентными источниками,  $L$  - расстояние от когерентных источников до экрана, т.е. до изображения источников в микроскопе (рис.4).

Приравнивая формулы (2) и (3), получаем формулу для определения длины волны:

$$\lambda = \frac{c \cdot n \cdot d}{(N - 1) \cdot L} \quad (4)$$

Принципиальная схема установки представлена на рис.4.

### Экспериментальная часть

#### **ЗАДАНИЕ 1. Определение расстояния между когерентными источниками света.**

1. Установить по заданию преподавателя длину тубуса микроскопа  $l$  и по таблице, находящейся на столе, определить цену деления микроскопа  $c$ .
2. Измерить расстояние  $A$  (рис.4) от источников света до линзы. При этом в поле зрения окуляра будут отчетливо видны изображения когерентных источников.
3. Фокусное расстояние линзы  $F$  дано на рабочем столе.
4. Поставить перед микроскопом светофильтр.
5. Посчитать число делений шкалы микроскопа  $n$ , укладываемых между изображениями когерентных источников.
6. Рассчитать по формуле (1) расстояние между когерентными источниками  $d$ .
7. Все данные занести в таблицу 1.
8. Повторить пункты 4-6 для разных светофильтров (не ме-

нее трёх).

9. Вычислить среднее значение  $\langle d \rangle$ .
10. Рассчитать абсолютную  $\Delta d$  и относительную  $\delta_d$  погрешности по формулам:

$$\Delta d_i = |\langle d \rangle - d_i|; \quad \delta_d = \frac{\langle \Delta d \rangle}{\langle d \rangle} 100\%$$

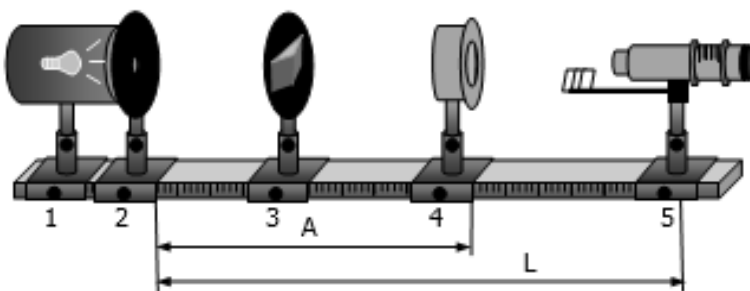


Рис. 4. Принципиальная схема установки. 1 – источник света, 2 – конденсор, 3 – бипризма, 4 – линза, 5 – микроскоп

Таблица 1

$l =$	$c =$	$A =$		$F =$	
№	Цвет свето-фильтра	$n$	$d$	$\Delta d$	$\delta_d$
		дел	мм	мм	%
1					X
2					
3					
$\langle \text{ср.} \rangle$	X				

## ЗАДАНИЕ 2. Определение длины световой волны

1. Не изменяя длины тубуса микроскопа  $l$ , снять с оптической скамьи линзу, а перед объективом микроскопа уста-



- новить светофильтр.
- Измерить расстояние  $L$  от когерентных источников до экрана (см.рис.4).
  - Перемещая микроскоп поперёк поля интерференции (вдоль координаты  $x$ ) получить в поле зрения окуляра отчётливую интерференционную картину.
  - Выбрать  $N$  тёмных (или светлых) хорошо видимых полос и посчитать число делений микроскопа  $n$ , на которых они укладываются (см.рис.3).
  - Вычислить длину волны  $\lambda$  по формуле (4), где расстояние между когерентными источниками  $d$  берётся как среднее значение из таблицы 1.
  - Для данного светофильтра повторить пункты 4-5, выбирая другое число хорошо видимых полос  $N$ .
  - Вычислить среднее значение длины волны  $\langle \lambda \rangle$  для данного светофильтра.
  - Посчитать абсолютную  $\Delta\lambda$  и относительную  $\delta_\lambda$  погрешности по формулам:

$$\Delta\lambda_i = |\langle \lambda \rangle - \lambda_i|; \quad \delta_\lambda = \frac{\langle \Delta\lambda \rangle}{\langle \lambda \rangle} 100\%$$

- Повторить пункты 2-8 для другого светофильтра, занося данные в таблицу 3, аналогичную таблице 2.

Таблица 2

$L =$ цвет светофильтра -					
№	$N$	$n$	$\lambda$	$\Delta\lambda$	$\delta_\lambda$
		<i>дел</i>	<i>м</i>	<i>м</i>	<i>%</i>
1					X
2					
3					
$\langle \text{ср.} \rangle$	X	X			

Таблица 3

$L =$ цвет светофильтра -					
№	$N$	$n$	$\lambda$	$\Delta\lambda$	$\delta_\lambda$
		<i>дел</i>	<i>м</i>	<i>м</i>	<i>%</i>
1					X
2					
3					
$\langle \text{ср.} \rangle$	X	X			

### Контрольные вопросы

1. Почему интерференция считается одним из основных доказательств волновой природы света?
2. Что называется интерференцией света?
3. Какие лучи называются когерентными?
4. Условия максимума и минимума при интерференции.
5. Методы получения когерентных волн.
6. Что называется шириной интерференционной полосы?
7. Что такое оптическая разность хода?
8. Способ получения интерференции с помощью бипризмы.
9. Вывести формулу для определения ширины интерференционной полосы.
10. Вывести формулу для определения длины световой волны.
11. Почему интерференционная картина в белом свете имеет радужную окраску?

### Рекомендуемая литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики, -т.1.-М.: Наука, 2006.
2. Трофимова Т.И. Курс физики, - М.: Высш. шк., 2004.
3. Справочное руководство по физике. Ч.2. Колебания, волны, оптика, атомная и ядерная физика: Учеб.-метод. пособие.- Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2009.
4. Федосеев В.Б. Физика. Ростов н/Д: Феникс, 2009.