

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Физтех-школа прикладной математики и информатики

**Отчёт о выполнении лабораторной работы 4.2.4
ИНТЕРФЕРОМЕТР МАЙКЕЛЬСОНА**

Автор:
Чикин Андрей Павлович
Б05-304

Долгопрудный, 2025

Цель работы: Изучение двухлучевой интерференции, определение длины волны, проверка эффекта Доплера.

В работе используется: интерферометр Майкельсона с подвижным зеркалом, лазер, фотомножитель, частотомер, линзы.

Установка

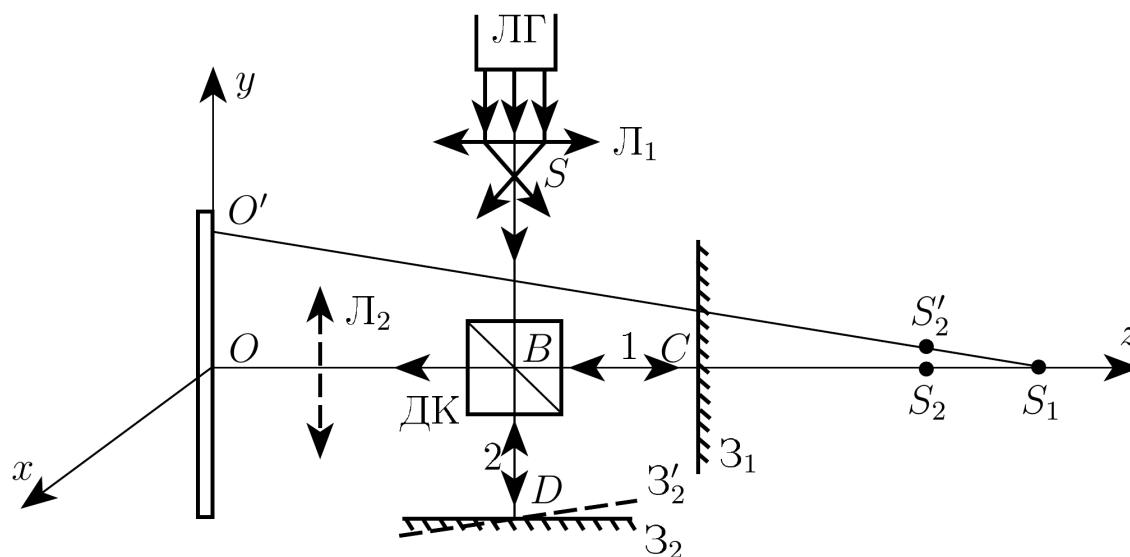


Рис. 1: Схема интерферометра

ДК - делительный кубик.

ЛГ - гелий-неоновый лазер ЛГН-203.

L_1, L_2 - линзы.

Z_1, Z_2 - зеркала.

Z_1 закреплено, Z_2 можно поворачивать.

Э - экран в точке O , для наблюдения интерференции.

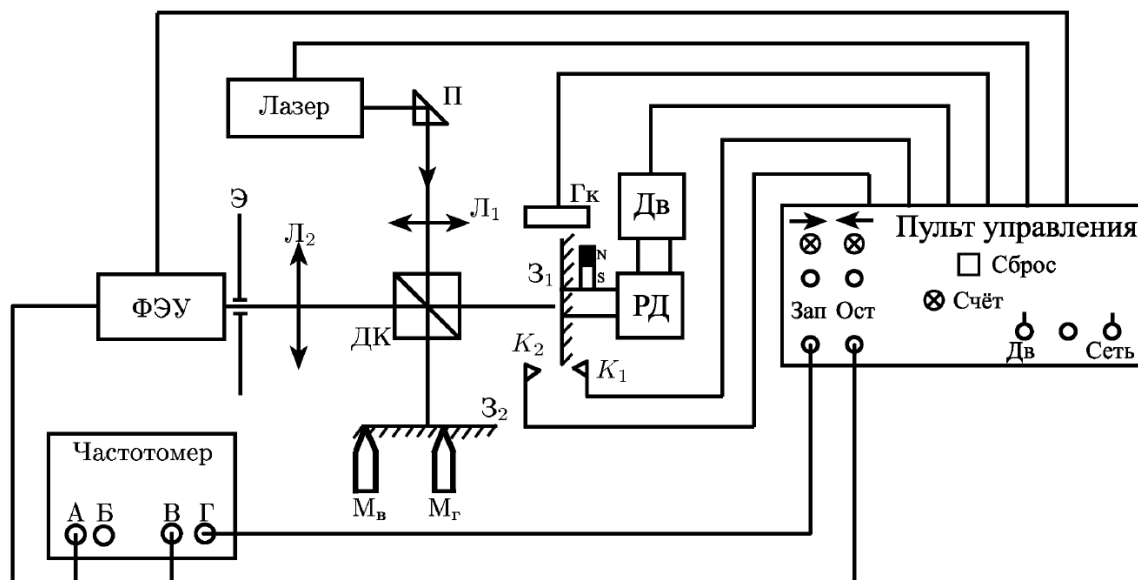


Рис. 2: Схема экспериментальной установки

ДВ - двигатель, который меняет положение З1.

РД - редуктор, может менять вкорость ДВ.

ФЭУ - фотоэлектронный умножитель ФЭУ-68, для регистрации изменения интенсивности света.

Изменение положения 31 приводит к периодическому изменению интенсивности на Э. Эти изменения фиксируются и подсчитываются частотомером.

Теоретическая часть

Ход работы

1 Юстировка системы

Получим интерференционную картину (и.к.) на экране.

Для этого расположим элементы установки как на схеме.

Э, 31 и Л фиксированы. Можно передвигать линзы и поворачивать 32.

Удачи...

2 Исследование интерференционной картины

1. Разместим центр и.к. в центре экрана.

2. Запишем радиусы пяти-шести первых тёмных колец.
Убедимся в справедливости формулы (2.69):

$$r_n \approx \sqrt{2nL(L-a)/m_0} \quad (1)$$

$\Delta L = a = S_2 S'_2 = 2(BC - BD)$ - разница хода

$L = S_1 O$

$m_0 = \frac{\Delta L}{\lambda} \approx 1.2 \cdot 10^5$ - порядок интерференции

n	1	2	3	4	5
$r_n, \text{мм}$	0.5	1.0	1.5	1.7	2.2

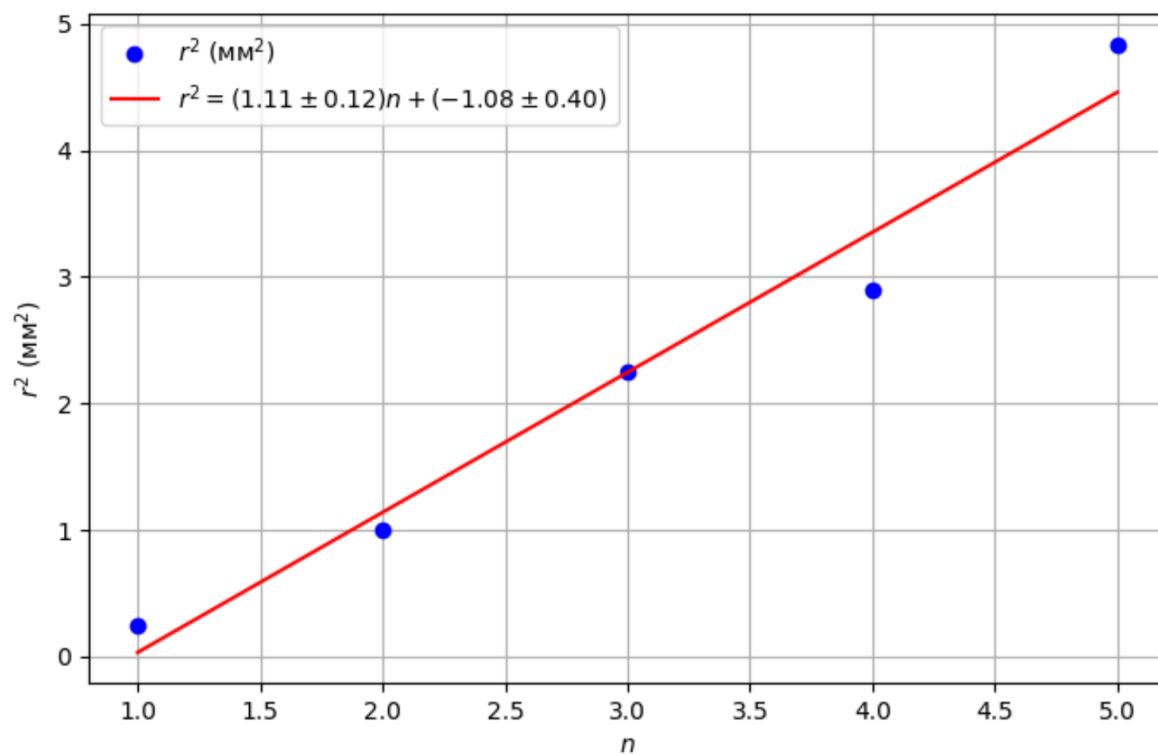


Рис. 3: Зависимость r^2 от n

Теорическое значение:

$$\frac{\Delta r_n^2}{\Delta n} = \frac{2L(L-a)}{m_0} = (1.11 \pm 0.12)_{\text{мм}^2}$$

Реальное значение:

$$\frac{2L(L-a)}{m_0} = 1.2_{\text{мм}^2}$$

3. Измерим ширину полос.

Получим вертикальные полосы.

Сместим центр и.к. от центра экрана (т. O').

Измерим ширину центральной полосы и OO' .

$$OO' \approx 3\text{мм}$$

$$\theta = \frac{1}{2} \frac{OO'}{L} \approx 0.1^\circ$$

3 Измерение длины волны лазерного излучения

Включим частотомер и осциллограф.

Включим двигатель.

Запишем результаты подсчета для нескольких циклов работы двигателя.

n	1	2	3	4	5	6	7
$N, 10^3$	144	126	132	121	127	124	129

При выполнении, у нас получались большие выбросы. N принимало значения от 100 до 500.

В таблице записаны наиболее согласованные с теорией значения.

В народе такой метод называют “подгон”.

$$\langle N \rangle = 129 \pm 8$$

$$l = 32\text{мм}$$

$$\text{Формула (2.70) : } \lambda = \frac{2l}{N} \quad (2)$$

$$\Delta\lambda = \frac{2l}{N^2} \Delta N \quad (3)$$

Теоретическое значение:

$$\lambda = 6328 \text{ \AA}$$

Полученное значение:

$$\lambda = (5000 \pm 30) \text{ \AA}$$

4 Исследование эффекта Доплера

Определим частоту колебаний.

$$v = \frac{N}{T} \quad (4)$$

T - период работы двигателя.

$$v = \frac{l}{T} \quad (5)$$

n	T_n, c	$v_n, \frac{MM}{c}$
1	42 ± 0.3	0.760 ± 0.004
2	82 ± 0.3	0.390 ± 0.001
3	225 ± 0.3	0.1400 ± 0.0002

	1	2	3
$v_1, \text{кГц}$	2.5	2.3	2.1
$v_2, \text{кГц}$	1.7	1.5	1.6
$v_2, \text{кГц}$	1.6	1.5	1.7

$$v_n = v_0 \left(1 - \frac{2v_n}{c} \right) \quad (6)$$

$$v_0 = \frac{c}{\lambda} \quad (7)$$

$$\Delta v_n = v_n - v_0 = \frac{2v_n}{\lambda} \quad (8)$$

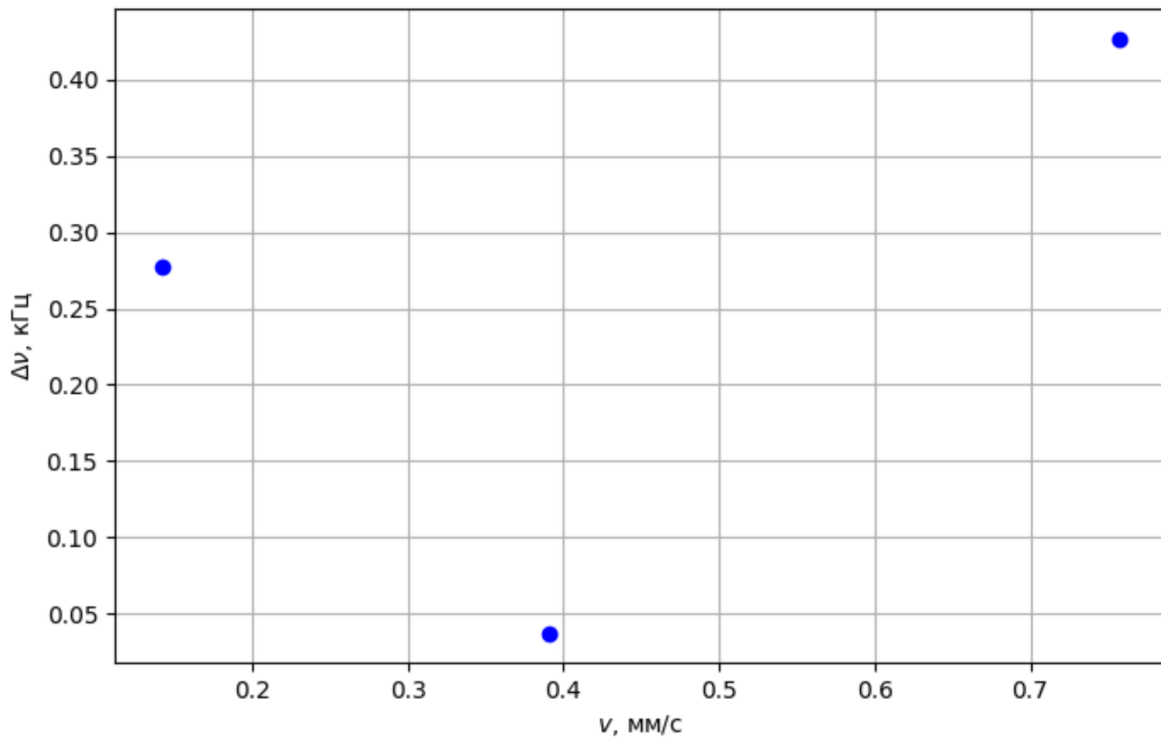


Рис. 4: Зависимость ν от v

Выводы

В ходе работы мы провели несколько экспериментов с интерферометром Майкельсона.

1. Наблюдали интерференционные картины, измерили радиусы тёмных колец. Подтвердили линейную зависимость $r_n^2 \sim n$.
2. Определили длину волны лазерного излучения по числу проходящих полос, но, видимо, из-за неудачной юстировки результат отклонился от действительного.
3. Зафиксировали изменение частоты сигнала ФЭУ при движении зеркала. Однако расхождения между сериями систематические.
4. Построили график зависимости $\Delta\nu$ от v , получили расхождение с теорией, что говорит об отсутствии эффекта Доплера в интерферометре Майкельсона (или о кривоте наших рук).