

Московский государственный университет

имени М. В. Ломоносова

Физический факультет

Курсовая работа на курсе Web-технологии:

«Моделирование работы интерферометра Майкельсона»

Выполнил

Студент 2 курса, 207 группы

Рыжков Дмитрий Васильевич

## Цели работы

- методами языков Javascript, PHP, R написать программу, моделирующую работу интерферометра Майкельсона, а именно наблюдение возможных интерференционных картин и распределения по интенсивности
- обеспечить работу программы без перезагрузки страницы
- обеспечить возможность сохранения результатов и использованных для их получения параметров

## Физическая основа работы

Интерферометр Майкельсона представляет из себя оптический прибор, осуществляющий деление амплитуды для получения интерференционных эффектов.

Конструктивно он состоит из двух зеркал и светоделительной пластинки, посредством которых и создаётся разность хода лучей. Проходя через пластинку, часть света отражается в сторону второго зеркала, а часть проходит на первое.

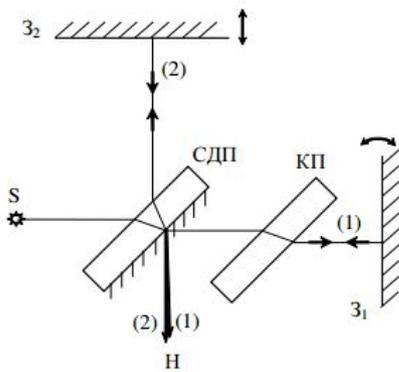
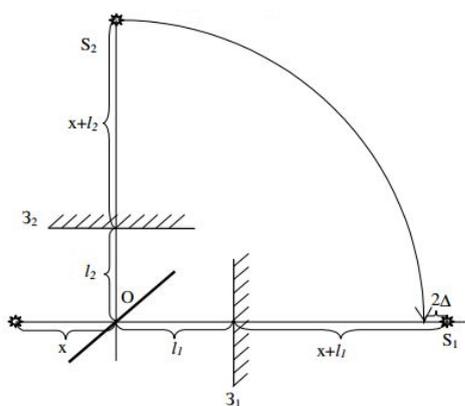


Рис.1: S- источник, СДП – светоделительная пластинка, З1 – первое зеркало, З2 – второе зеркало, Н – объектив для наблюдения

В данном интерферометре реализуются два варианта интерференции – полосы равного наклона и полосы равной толщины. В первом случае на экране получается система интерференционных колец, во втором же параллельных полос.

Для формирования системы колец зеркала устанавливаются строго перпендикулярно поверхности, при этом одно из них смещается на небольшое расстояние, создавая разность хода между лучами, которая равна



$$2\Delta = 2(l_1 - l_2).$$

Рис.2: Схема получения полос равного наклона

В центре картины интенсивность задаётся стандартным уравнением двухлучевой интерференции,  $I = I_0(1 + \cos\alpha)$ , а распределение на экране формулой:

$$I(x, y) = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \left[ \frac{2\pi}{\lambda_0} \left( 2\Delta z_M - \frac{\Delta z_M}{z_1 z_2} (x^2 + y^2) \right) \right]$$

, которая выводится из разности фаз и закона интерференции. На основе этого распределения строится интерференционная картина колец в работе.

Для полос равной толщины распределение находится аналогично, но с другими условиями:

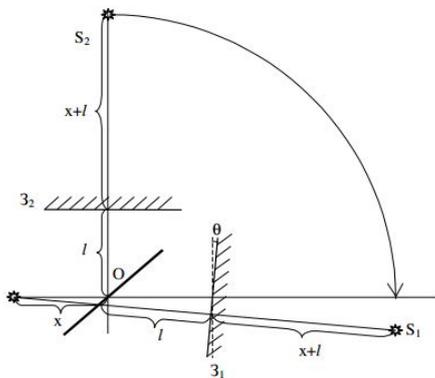


Рис.3: Схема получения полос равной толщины

Интенсивность в любой точке картины задаётся соотношением:

$$I = \frac{1}{2}(I_0)(1 + \cos\delta)$$

Разность хода лучей:

$$\delta = (2 * \pi * \Delta) / l$$

Разность длин плеч, создаваемая интерферометром:

$$\Delta = z * \sin(a)$$

После подстановки получаем:

$$I = \frac{1}{2}(I_0)(1 + \cos((2 * \pi * z * \sin(a)) / l))$$

Это распределение используется для моделирования картины интерференционных полос в работе программы.

## Основные элементы программы

Программа представляет из себя HTML страницу с интерфейсом для моделирования интерференционного прибора. В ней присутствует окно для отображения интерференционной картины, инструменты для задания необходимых параметров, такие

как слайдеры и переключатели, окно для отображения графика распределения интенсивности, кнопки отображения схемы установки и скачивания данных.

## **Взаимодействие с программой**

Работа с программой осуществляется через элементы формы. Первым делом выбирается необходимый режим: поворот или смещение одного из зеркал, от чего зависит вид получаемой картины и распределения, что уже разъяснено выше. Далее возможно в текстовом поле задать интенсивность света источника, расстояние до зеркал от пластинки и изменять с помощью слайдеров разность плеч лучей, а также длину волны проходящего света.

## **Описание работы программы**

Основой программы является HTML страница, с интерфейсом, реализованным с помощью HTML форм. Данные, вносимые через текстовые поля или с помощью прочих элементов web-форм поступают в JS, где по выше указанным формулам рассчитывается распределение и возвращаются в canvas в виде массива, по данным которого уже наносятся точки. Используемая цветовая палитра HSV позволяет в зависимости от полученного значения интенсивности света изменять яркость точек «экрана», и в результате получить картину. С её же помощью реализуется выбор цвета. Полученное распределение отправляется через AJAX на сервер в обработчик PHP, связанный с R скриптом, которые обеспечивает рисование графика распределения по интенсивности для середины экрана, после чего график передаётся скриптом обратно на страницу. Обновление графика происходит каждый раз при изменении параметров формы. При нажатии на кнопку «Записать данные» распределение отправляется в PHP файл, где обрабатывается и записывается в текстовый документ в виде двумерного массива. Так же в другой файл записываются изначально использованные данные разности хода, длины волны, интенсивности и расстояния до зеркал. При нажатии на кнопку «Показать схему установки» данные формы отправляются на сервер и в зависимости от выбранного режима будет отображена та или иная схема. Благодаря использованию JS, при изменении параметров, картина перерисовывается мгновенно и без перезагрузки страницы.

## **Возможности улучшения и дальнейшего развития программы**

- более широкое моделирование промежуточных процессов
- моделирование других интерференционных схем с необходимыми для них параметрами, таких как бипризма, билинза и так далее
- увеличение интерактивности, взаимодействия с пользователем
- реализация немонахроматических источников, в том числе белого света