

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

КАФЕДРА ФИЗИКИ

**Отчет по индивидуальному домашнему
заданию №2
«Интерференционная картина, создаваемая
3-мя когерентными источниками»**

Фамилия И.О.: Николаев В. Ю.
Вариант: 14
Преподаватель: Альтмарк А. М.
Крайний срок сдачи: 18.05.2025

Санкт-Петербург, 2025

Содержание

1	Введение	2
2	Теоретические положения	2
3	Реализация	2
3.1	C++	2
3.2	Python	3
4	Результаты	3
5	Заключение	4

1 Введение

Цель работы — исследовать интерференцию трёх когерентных точечных источников, расположенных в пространстве, и найти на экране максимумы интенсивности.

Вариант 14 задаёт параметры:

$$\begin{aligned}\lambda &= 1, \quad A_1 = 3, \quad A_2 = 3, \quad A_3 = 5, \\ r_1 &= (-4.5, 30), \quad r_2 = (0, 30), \quad r_3 = (1.5, 27), \\ \varphi_1 &= -0.5236, \quad \varphi_2 = 0.5236, \quad \varphi_3 = \pi.\end{aligned}$$

Экран — линия $y = 0$, $x \in [-H, H]$ с $H = 5$.

2 Теоретические положения

Общая формула интенсивности от трёх когерентных источников на точке x экрана:

$$\begin{aligned}k &= \frac{2\pi}{\lambda}, \quad l_i(x) = \sqrt{(x - x_i)^2 + y_i^2}, \\ E_i(t; x) &= A_i \cos(\omega t - k l_i(x) + \varphi_i), \quad E_\Sigma = \sum_{i=1}^3 E_i, \\ I(x) &= \frac{1}{T} \int_0^T E_\Sigma^2 dt = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 A_i^2 + \sum_{1 \leq i < j \leq 3} A_i A_j \cos(k(l_i - l_j) + \varphi_i - \varphi_j).\end{aligned}$$

Задача сводится к численному вычислению $I(x)$ на сетке $x \in [-5, 5]$ и поиску точки максимума x_{\max} :

$$x_{\max} = \arg \max_x I(x).$$

3 Реализация

3.1 C++

Код проекта разбит на модули:

- `include/calc.h`, `src/calc.cpp` — вычисление волнового числа, длины до источников, электрического поля и интенсивности;
- `src/utils.cpp` — считывание параметров из `params.txt`;
- `src/main.cpp` — поиск точки максимума интенсивности и запись результата в `IDZ2.txt`.

Алгоритм поиска x_{\max} реализован в два этапа:

1. Грубый перебор с шагом 0.01 по отрезку $[-H, H]$ позволяет определить приближённое положение максимума.

2. Далее запускается уточнение методом дихотомии. На каждом шаге сравниваются значения $I(x)$ немного левее и правее текущей середины отрезка. Интервал сужается в сторону большего значения. После 60 итераций достигается точность около 10^{-8} .

Сборка выполняется через CMake:

```
mkdir build && cd build
cmake ..
make
```

3.2 Python

Скрипт `scripts/plot.py` принимает три аргумента: `data.txt`, `params.txt`, `output_image.png`. Строит график $I(x)$, отмечает:

- положения источников (x_i, y_i) ,
- значения $I(x_i)$,
- точку максимума (x_{\max}, I_{\max}) .

Результат сохраняется в `figures/intensity_with_sources.png`.

4 Результаты

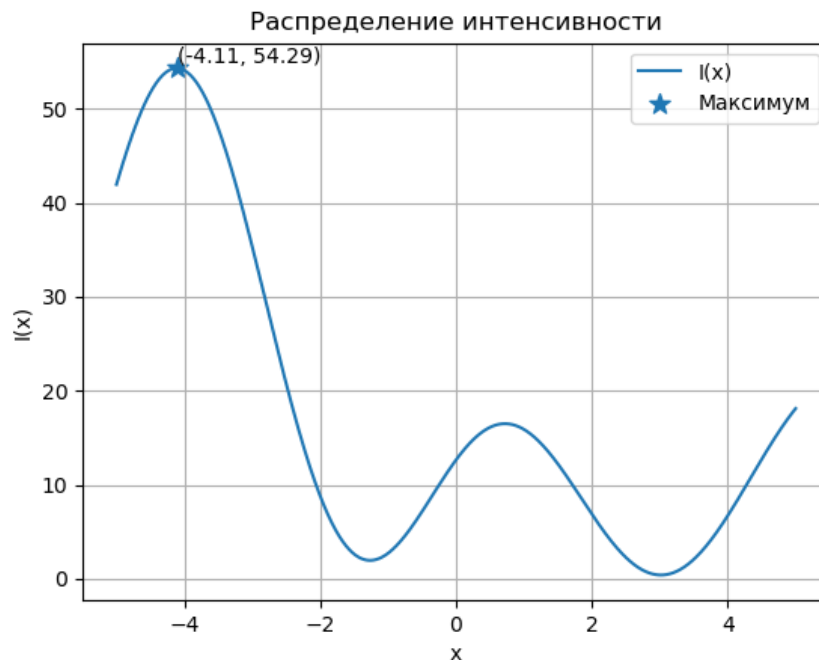


Рис. 1: Распределение интенсивности $I(x)$, положения источников и максимум.

Координата максимума, записанная в `IDZ2.txt`:

$$x_{\max} \approx -4.114307.$$

5 Заключение

- Получены аналитические формулы для $I(x)$ и найдена численная реализация.
- Построен график распределения интенсивности, отмечены источники и максимум.
- В файл `IDZ2.txt` записана координата x_{\max} .