

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский университет  
ИТМО»

Факультет Программной инженерии и компьютерной техники

Отчёт по лабораторной работе №4

Алгоритмы компьютерной графики

Выполнил: студент группы Р3314

Силинцев В.В.

Преподаватель: Потемин И.С.

Санкт-Петербург 2025

## **Содержание**

Цель работы.....	3
Задание.....	3
Алгоритм разработанного приложения.....	5
Интерфейс пользователя.....	5
Алгоритм работы.....	5
Формула.....	5
Сохранение файла.....	6
Листинг программы.....	7
Результаты работы программы.....	7
Выводы.....	9

## Цель работы

Овладеть навыками расчета и визуализации распределения яркости на диффузной сфере, освещенной точечными источниками света.

## Задание

- Провести расчет распределения яркости на сфере в пределах заданной области.
- Рекомендуемые пределы значений параметров для расчёта:
  - Размер прямоугольного экрана по высоте (H) и ширине (W) варьируются в диапазоне от 100 до 10000 миллиметров.
  - Разрешение изображения по высоте (Hres) и ширине (Wres) варьируются в диапазоне от 200 до 800 пикселей. Разрешение должно обеспечивать квадратные пиксели.
  - Координаты источников света ( $x_{L_i}, y_{L_i}, z_{L_i}$ ) [мм] по осям X и Y  $\pm 10000$ , по оси Z от 100 до 10000.
  - Координаты наблюдателя:  $(0, 0, z_o)$  [мм].
  - Координаты центра сферы:  $(x_c, y_c, z_c)$  [мм] по осям X и Y  $\pm 10000$ , по оси Z от 100 до 10000. Сфера должна целиком помещаться в область видимости.
  - Сила излучения  $I_0$  варьируются от 0.01 до 10000 Вт/ср.
  - Параметры модели Блинн-Фонга. Выбираются так, чтобы на изображении был виден ярко выраженный пик.

- Написать приложение на Python, формирующее изображение рассчитанного распределения яркости для заданного разрешения с нормировкой (0-255) на максимальное значение яркости.
- Записать сформированное изображение в файл.
- Визуализировать изображение на мониторе.

## **Алгоритм разработанного приложения**

### **Интерфейс пользователя**

Приложение позволяет изменять все основные параметры: размер области, разрешение изображения, координаты источников света и их силу излучения, координаты наблюдателя (по оси  $z$ ), координаты центра сферы и её радиус, а также коэффициенты диффузного отражения, зеркального отражения и блеска. Ошибки ввода автоматически выводятся пользователю, что предотвращает некорректные расчёты.

### **Алгоритм работы**

Для ввода параметров со стороны пользователя используется библиотека Tkinter для создания интерфейса. При нажатии на кнопку «Рассчитать» вызывается основная функция `calculate()`, которая с помощью вспомогательных функций проверяет корректность введённых данных. Если все параметры верны, осуществляется расчёт яркости.

### **Формула**

Обозначения:

- $I_a$  – фоновая составляющая освещенности в точке.
- $I_d$  – рассеянная составляющая освещенности в точке.
- $k_d$  – свойство материала воспринимать рассеянное освещение.
- $i_d$  – мощность рассеянного освещения.

- $\vec{L}$  – направление из точки на источник.
- $\vec{N}$  – вектор нормали в точке.
- $I_s$  – зеркальная составляющая освещенности в точке.
- $k_s$  – коэффициент зеркального отражения.
- $i_s$  – мощность зеркального освещения.
- $\alpha$  – коэффициент блеска, свойство материала.
- $\vec{H}$  – "медиана" угла между векторами  $\vec{L}$  и  $\vec{V}$ , где  $\vec{V}$  – направление на наблюдателя.
- $I$  – освещение точки поверхности.

Для расчёта яркости используется модель Блинн-Фонга:

$$I = I_a + \sum_{i=0}^N (I_d^{(i)} + I_s^{(i)}), \text{ где } I_d = k_d \cos(\vec{L}, \vec{N}) i_d, \quad I_s = k_s \cos^\alpha(\vec{N}, \vec{H}) i_s. \text{ (ссылка на источник:}$$

[https://kpfu.ru/staff\\_files/F823558158/Lecture5.pdf](https://kpfu.ru/staff_files/F823558158/Lecture5.pdf)).

### Сохранение файла

Сформированное изображение можно сохранить на диск с помощью кнопки «Сохранить», которая вызывает функцию `save()`. Поддерживаются форматы PNG, JPEG и BMP.

## Листинг программы

Полный исходный код приложения:

<https://github.com/vvlaads/Computer-graphics-4>

## Результаты работы программы

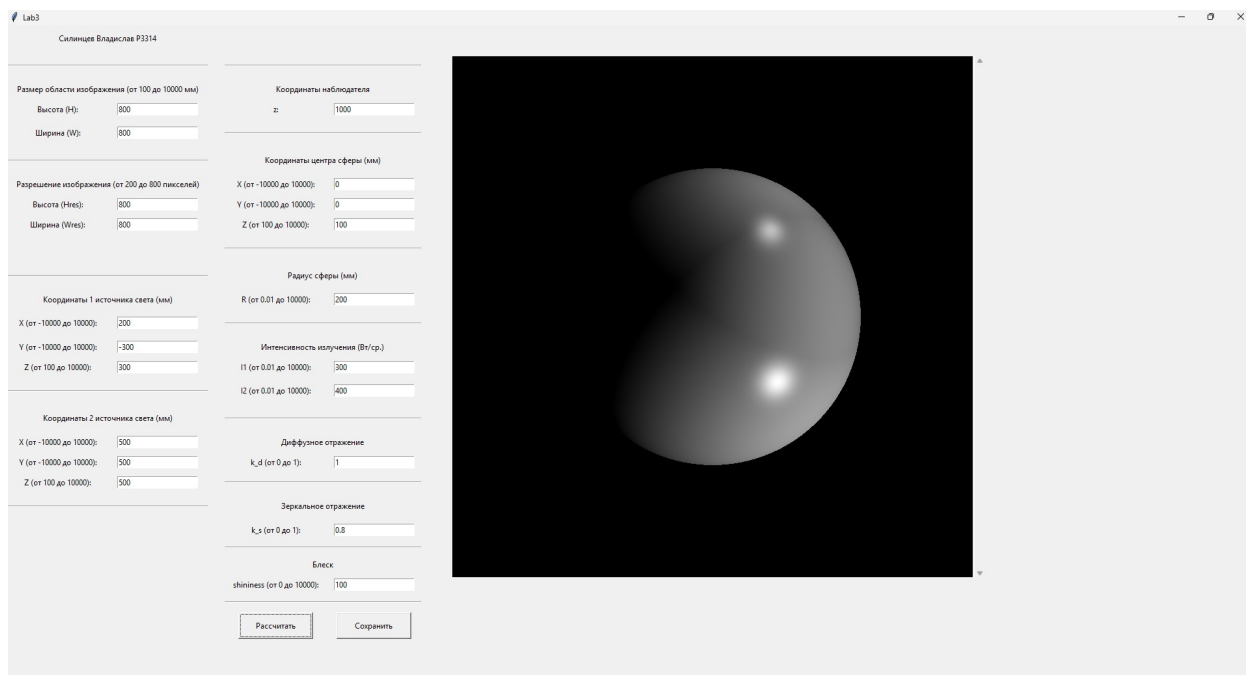


Рисунок 1: Входные данные.

```
=====
Минимальное значение яркости: 0
Максимальное значение яркости: 633.1555621830779
Точка ( 0.097, -0.146, 0.197) (м): яркость = 300.000000
Точка ( 0.123, 0.123, 0.198) (м): яркость = 400.000000
Точка ( 0.000, 0.200, 0.100) (м): яркость = 169.705627
=====
```

Рисунок 2: Вывод информации в консоль.





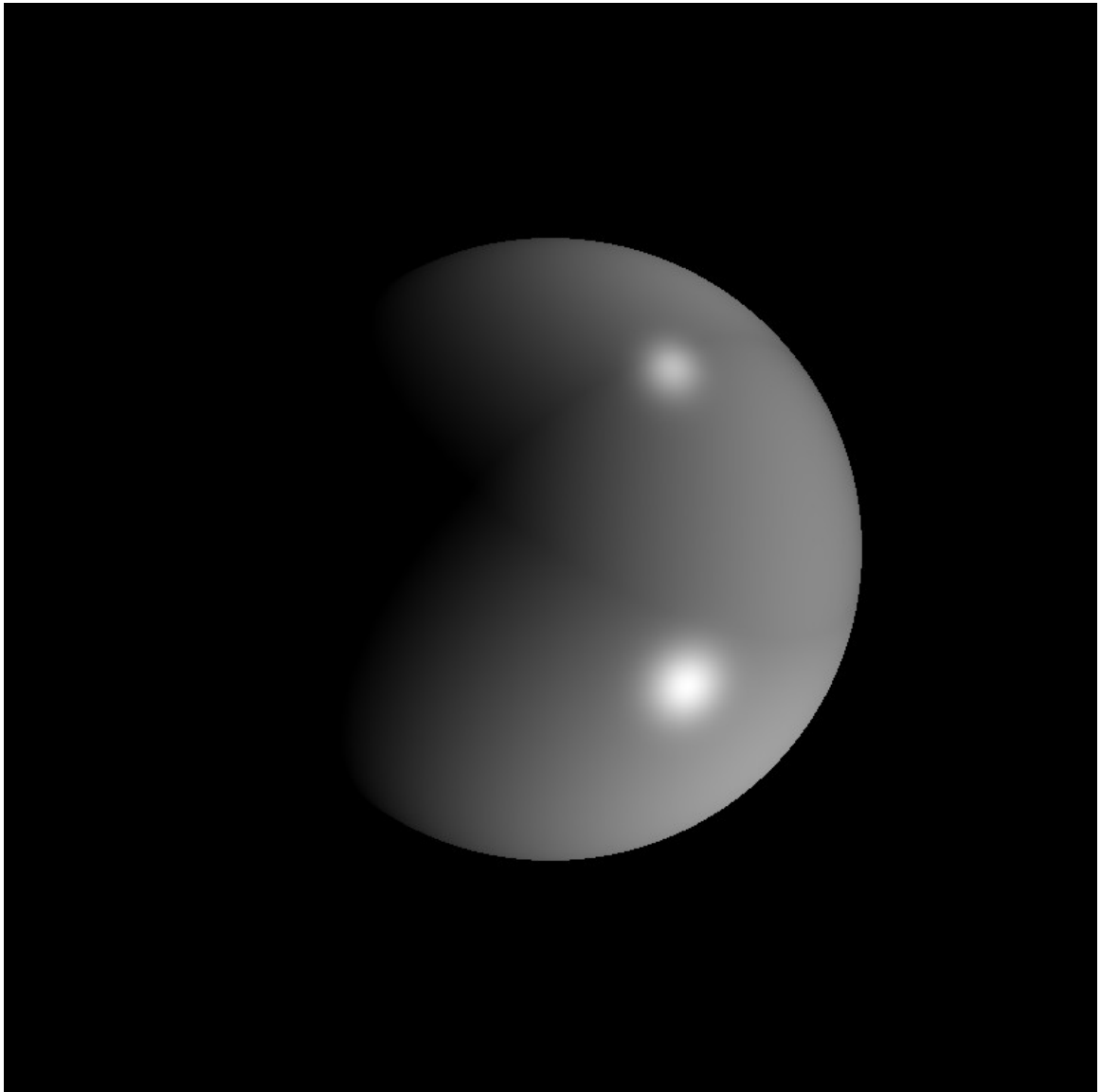


Рисунок 3: Полученное изображение.

### **Выводы**

В ходе выполнения работы была реализована математическая модель расчёта распределения яркости на поверхности сферы с использованием модели Блинн-Фонга. Алгоритм учитывает координаты двух точечных источников света, их интенсивность, геометрические параметры сферы (координаты центра и радиус), положение наблюдателя, а также

коэффициенты диффузного и зеркального отражения вместе с показателем блеска. Для каждого пикселя результирующего изображения производится расчёт пересечения луча наблюдателя со сферой, определяется нормаль в точке пересечения и вычисляется освещённость по модели Блинн-Фонга, после чего полученные значения яркости нормируются в диапазон 0–255 для формирования изображения.

Программа включает систему валидации входных параметров, которая проверяет соответствие введённых значений допустимым диапазонам, что предотвращает ошибки в расчётах. Пользовательский интерфейс, разработанный на Tkinter, позволяет интерактивно изменять все параметры сцены и визуализировать результат в реальном времени, а также сохранять итоговое изображение в файл стандартных графических форматов.