

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»  
Факультет программной инженерии и компьютерной техники

# Отчёт

по Лабораторной работе №4  
по дисциплине «Алгоритмы Компьютерной Графики»

Выполнил: Захарченко Роман Владимирович, группа Р3331

Преподаватель: Игорь Станиславович Потёмин

Санкт-Петербург 2025

## Цель работы

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

## Задачи

- Провести расчет распределения яркости на сфере в пределах заданной области. Рекомендуемые пределы значений параметров для расчета:
  - ✓ *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 ( $x_{Li}$ ,  $y_{Li}$ ,  $z_{Li}$ ) [мм] по осям X и Y  $X \pm 10000$ , 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.

## Теория

Алгоритм работы рендера основан на трассировке лучей и модели освещения Блинн-Фонга. Для каждого пикселя формируется луч из точки наблюдателя O через точку на экране. Далее определяется пересечение луча со сферой радиуса R и центром C. Решаем квадратное получившееся квадратное уравнение. (D — направление луча, R — радиус сферы, O — точка наблюдателя, P — точка пересечения луча с поверхностью сферы.)

$$\mathbf{P}(t) = \mathbf{O} + t\mathbf{D}, \quad a = \mathbf{D} \cdot \mathbf{D}, \quad b = 2\mathbf{D} \cdot (\mathbf{O} - \mathbf{C}), \quad c = \|\mathbf{O} - \mathbf{C}\|^2 - R^2.$$
$$\|\mathbf{P} - \mathbf{C}\|^2 = R^2$$

Если дискриминант  $< 0$  пересечений нет, иначе выбираем меньший корень.

Далее в точке пересечения P вычисляется нормаль к поверхности сферы и вектор направления на наблюдателя:

$$\mathbf{N} = \frac{\mathbf{P} - \mathbf{C}}{\|\mathbf{P} - \mathbf{C}\|}, \quad \mathbf{V} = \frac{\mathbf{O} - \mathbf{P}}{\|\mathbf{O} - \mathbf{P}\|}.$$

Далее для каждого источника света с координатами  $S_i$  вычисляется вектор направления света и полувектор Блина:

$$\mathbf{L}_i = \frac{\mathbf{S}_i - \mathbf{P}}{\|\mathbf{S}_i - \mathbf{P}\|}, \quad \mathbf{H}_i = \frac{\mathbf{L}_i + \mathbf{V}}{\|\mathbf{L}_i + \mathbf{V}\|}.$$

Диффузная составляющая определяется по модели Ламберта и зеркальная составляющая по модели Блинна–Фонга:

$$I_{\text{diff},i} = k_d \max(0, \mathbf{N} \cdot \mathbf{L}_i), \quad I_{\text{spec},i} = k_s (\max(0, \mathbf{N} \cdot \mathbf{H}_i))^n$$

Учитываем ослабление света по закону обратных квадратов:

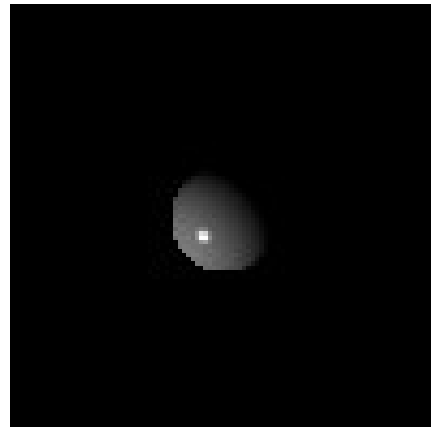
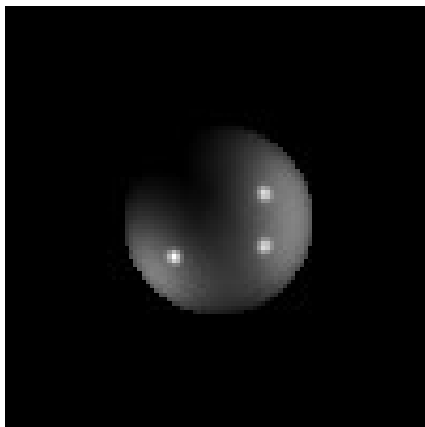
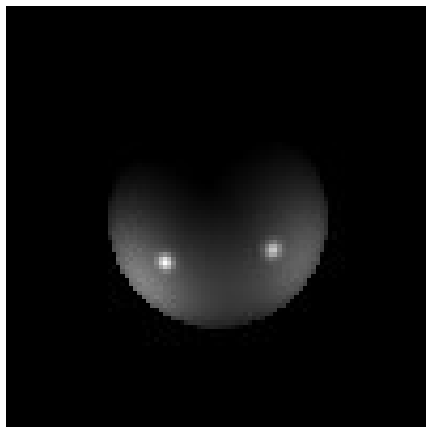
$$A_i = \frac{I_{0i}}{d_i^2}, \quad d_i = \|\mathbf{S}_i - \mathbf{P}\|.$$

Полная освещённость точки формируется суммированием вкладов всех источников света:

$$I_{\text{total}} = \sum_i (I_{\text{diff},i} + I_{\text{spec},i}) \cdot A_i.$$

Далее просто нормируем всё по 0-255. Алгоритм кончился!!

## Код и результат его работы



## Вывод:

В лабораторной работе реализован рендеринг сферы с использованием модели освещения Блинна–Фонга. Программа рассчитывает пересечение лучей с поверхностью сферы, учитывает диффузное и зеркальное отражение от нескольких источников света и нормализует яркость для отображения. Результатом является визуализация сферической поверхности с корректными бликами и градиентами освещённости, позволяющая наблюдать эффект освещения с разных позиций наблюдателя.