

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Институт №8 «Компьютерные науки и прикладная математика»  
Кафедра 806 «Вычислительная математика и программирование»

**Лабораторная работа №2**  
**по курсу “Компьютерная графика”**

*Камера и освещение*

Выполнил: К. А. Арусланов  
Группа: М8О-303Б-23  
Преподаватель: В. Д. Бахарев

Москва, 2025

## Условие

В этой лабораторной работе вам предстоит реализовать “камеру” с возможностью ее перемещения и освещения по модели Блинн-Фонга с использованием множества типов источников света.

### Базовое условие:

- Программа должна работать в реальном времени, с возможностью взаимодействия с камерой с помощью клавиатуры и мыши без использования для этого UI-элементов
- Для точечных и прожекторных источников света используйте shader-storage буферы. Добавьте UI элементы, чтобы в реальном времени управлять параметрами источников света: рассеянный, направленный и точечные/прожекторные
- У вершин должен быть атрибут нормали, чтобы задать аппроксимацию нормали гладких поверхностей объектов, которые вы рисуете
- Для каждого источника света должна быть реализована модель Блинн-Фонга
- У моделей (3D-объектов) помимо матрицы модели (преобразования) должны быть свойства материалов: альбеда (диффузный компонент цвета), цвет отраженного блика (specular) от источника света и параметр блеска (shininess) для отраженного компонента источника света

### Вариант 1:

Матрица камеры рассчитывается с помощью *матрицы трансформации камеры* (положения и ориентации/поворота). Должны быть реализованы следующие компоненты освещения: рассеянное, направленное и *точечные источники света*. Точечные источники света должны терять свою интенсивность по закону обратных квадратов.

### Дополнительные задания:

1. Добавьте еще один тип источников света. Если по варианту были точечные, то реализуйте еще и прожекторные
2. Добавьте ещё один режим отображения камеры. Если по варианту был расчет матрицы вида при помощи матрицы трансформации модели камеры, то реализуйте еще и режим Look-At. Сделайте для этого UI элемент с возможностью сохранения состояния камеры до переключения режима

## Метод решения

Была реализована камера, обеспечивающая интерактивный обзор сцены в реальном времени. Камера описывалась положением и ориентацией в мировом пространстве, на основе которых вычислялась матрица вида. Для этого использовалась либо матрица трансформации камеры, либо функция `lookAt`, формирующая матрицу вида по положению камеры, точке фокусировки и вектору «вверх». Перемещение камеры осуществлялось с помощью клавиатуры, а ориентация — с помощью мыши, что позволяло свободно перемещаться по сцене без использования UI-элементов.

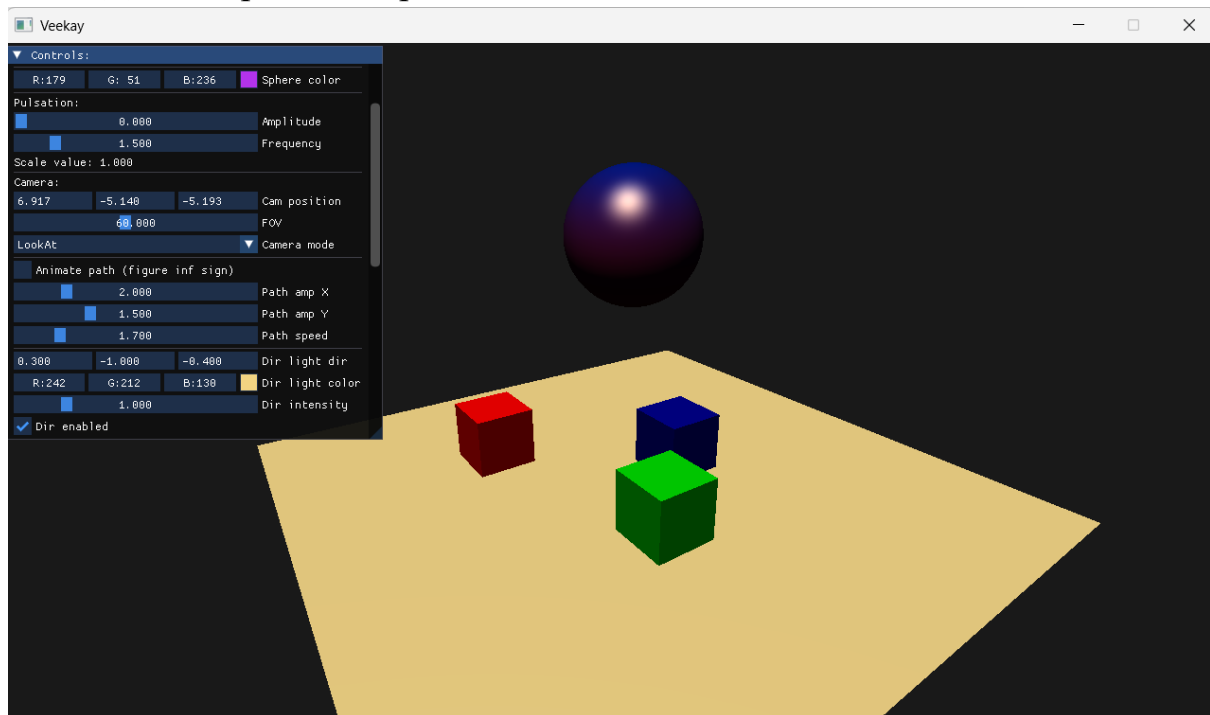
Освещение сцены было реализовано по модели Блинна–Фонга, включающей рассеянную (*ambient*), диффузную (*diffuse*) и зеркальную (*specular*) составляющие. Для корректного расчёта освещения вершины моделей содержали атрибут нормали, которые интерполировались и нормализовались во фрагментном шейдере. Каждый объект сцены имел собственные параметры материала: цвет альбедо, цвет зеркального отражения и коэффициент блеска (*shininess*), что позволяло получать различный визуальный отклик на освещение.

В сцене были реализованы несколько типов источников света. Направленный свет использовался для имитации глобального освещения (например, солнечного), а точечные источники света рассчитывались с учетом затухания интенсивности по закону обратных квадратов расстояния. Для хранения массивов точечных и прожекторных источников применялись *shader storage buffer objects* (SSBO), что позволяло динамически изменять их количество и параметры. Через UI-элементы обеспечивалось управление цветом, интенсивностью и другими характеристиками источников света в реальном времени.

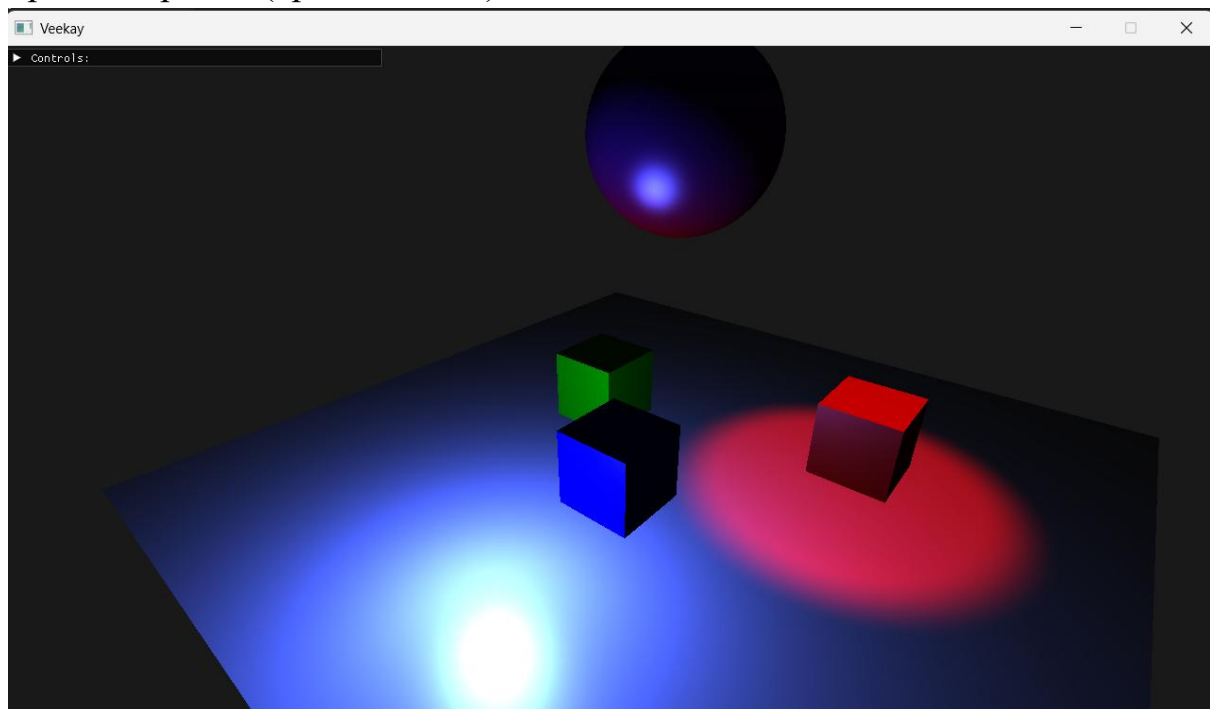
В рамках дополнительных заданий был реализован прожекторный источник света, отличающийся наличием внутреннего и внешнего углов отсечения, а также плавным затуханием освещения внутри конуса. Кроме того, был добавлен альтернативный режим работы камеры — переключение между классическим режимом через матрицу трансформации и режимом *Look-At*. Для удобства пользователя состояние камеры сохранялось при переключении режимов, что позволило сравнивать разные способы построения матрицы вида без потери текущего положения камеры.

# Результаты

## Демонстрация направленного света



## Демонстрация точечного источника света (синий свет) и прожекторного (красный свет)



## **Выводы**

В ходе выполнения лабораторной работы я освоил принципы реализации камеры в трёхмерной графике и научился формировать матрицу вида как через матрицу трансформации камеры, так и с использованием подхода Look-At. Были приобретены практические навыки реализации освещения по модели Блинна–Фонга, работы с различными типами источников света (направленными, точечными и прожекторными), а также учета затухания света и свойств материалов объектов. Дополнительно я получил опыт использования shader storage буферов для передачи массивов источников света в шейдеры и организации интерактивного управления параметрами сцены в реальном времени.