

Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)

Факультет информационных технологий и прикладной математики

Кафедра вычислительной математики и программирования

Лабораторная работа №4 по курсу «Компьютерная графика»

Студент: М.Ю.Курносов

Преподаватель:

Группа: М8О-306Б-23

Дата:

Оценка:

Подпись:

## **Условие**

В этой лабораторной работе вам предстоит реализовать технику наложения теней. Предстоит работа с рендерингом вне кадра “от лица” направленного источника света в текстуру глубины с использованием расширения Vulkan 1.2 Dynamic Rendering, а также работа с использованием данных о глубине сцены, чтобы создать эффект тени на поверхностях моделей.

## **Метод решения**

Shadow mapping с использованием Dynamic Rendering:

Использовано расширение VK\_KHR\_dynamic\_rendering для рендеринга без создания VkRenderPass.

Создан проход теней: рендеринг сцены с точки зрения направленного источника света в текстуру глубины.

Настроен VkRenderingInfo с прикреплением только глубины (depthAttachment), без цветовых аттачментов.

Создание ресурсов для теней:

Текстура глубины (VkImage) с форматом VK\_FORMAT\_D32\_SFLOAT и usage флагами VK\_IMAGE\_USAGE\_DEPTH\_STENCIL\_ATTACHMENT\_BIT | VK\_IMAGE\_USAGE\_SAMPLED\_BIT.

Отдельный VkImageView для использования в качестве аттачмента.

Отдельный VkImageView с форматом VK\_IMAGE\_ASPECT\_DEPTH\_BIT для семплирования в шейдерах.

VkSampler с фильтрацией VK\_FILTER\_LINEAR и compare-режимом (VK\_COMPARE\_OP\_LESS\_OR\_EQUAL) для PCF сглаживания теней.

Матрицы преобразования:

Рассчитана lightSpaceMatrix = lightProjection × lightView для преобразования координат в пространство источника света.

В вершинном шейдере теневого прохода вершины преобразуются с помощью lightSpaceMatrix.

В основном шейдер преобразование в пространство света используется для получения координат текстуры теней.

Двухпроходный рендеринг:

Первый проход (shadow pass): Рендеринг глубины сцены в текстуру с использованием упрощенного шейдера (только позиция вершин).

Второй проход (main pass): Основной рендеринг с расчетом видимости из источника света через семплирование текстуры глубины.

Реализация в шейдерах:

Фрагментный шейдер проверяет глубину фрагмента против значения из текстуры теней.

Реализован PCF (Percentage-Closer Filtering) для сглаживания краев теней через множественные выборки с смещением.

Коэффициент видимости (shadowFactor) умножается на диффузную и зеркальную составляющие освещения.

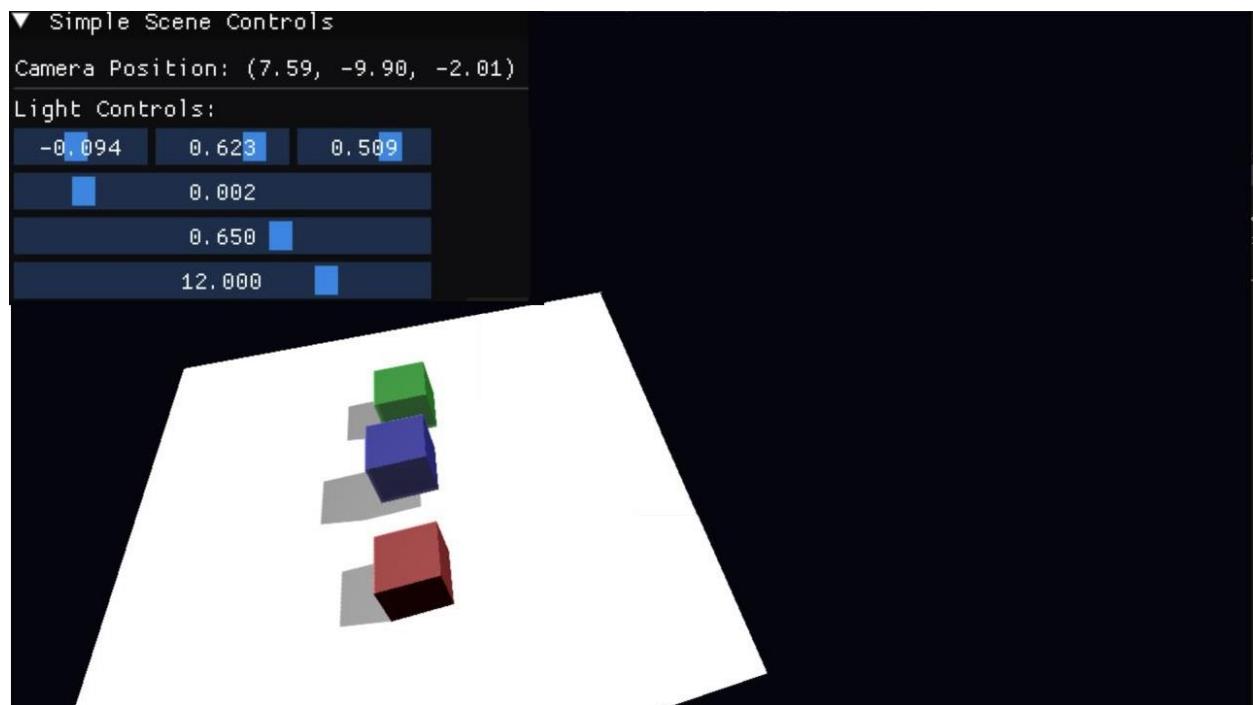
Оптимизации:

Использование VkPipelineRenderingCreateInfo вместо традиционных RenderPass.

Динамическая смена layout текстуры глубины между DEPTH\_STENCIL\_ATTACHMENT\_OPTIMAL и SHADER\_READ\_ONLY\_OPTIMAL через барьеры памяти.

Culling front faces в теневом проходе для уменьшения self-shadow acne.

## Результаты



## **Выводы**

В ходе работы успешно реализована техника теневого отображения (shadow mapping) с использованием современного расширения Vulkan Dynamic Rendering. Создана двухпроходная система рендеринга: первый проход генерирует карту глубины с позиции источника света, второй проход использует эти данные для расчета затенения в основном шейдере. Реализация включает PCF-фильтрацию для сглаживания краев теней, корректную работу с ресурсами глубины и эффективное использование динамического рендеринга, что демонстрирует понимание продвинутых техник работы с пространством глубины и современного Vulkan API для создания реалистичных теней в реальном времени.