

**Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)**

**Институт №8 «Компьютерные науки и прикладная
математика»**

**Кафедра 806 «Вычислительная математика и
программирование»**

Лабораторная работа №3 по курсу «Компьютерная графика»

Студент: Г. А. Ермаков
Преподаватель: В. Д. Бахарев
Группа: М8О-301Б-23
Дата:
Оценка:
Подпись:

Москва, 2025

Условие

Задача: В этой лабораторной работе вам предстоит загрузить изображение из файла, создать текстуру из изображения и, используя текстурные координаты, а также сэмплы, наложить текстуру на объекты.

1 Метод решения

Для реализации поставленной задачи была доработана программа на языке C++ с использованием графического API Vulkan.

1 Загрузка изображения

Для загрузки изображения из файла была использована библиотека `lodepng`. Изображение загружается в массив байтов, который затем передается в конструктор класса текстуры.

```
1 | std::vector<unsigned char> image;  
2 | unsigned width, height;  
3 | unsigned error = lodepng::decode(image, width, height, "assets/lenna.png");
```

2 Создание текстуры

Класс `veekay::graphics::Texture` (в файле `source/graphics.cpp`) инкапсулирует создание `VkImage`, выделение памяти и загрузку данных. Конструктор принимает указатель на пиксели и выполняет следующие действия:

1. Создает `VkImage` с нужными параметрами (размер, формат).
2. Выделяет и привязывает память (`vkAllocateMemory`, `vkBindImageMemory`).
3. Копирует данные пикселей из временного (staging) буфера в изображение, выполняя необходимые переходы раскладки памяти (layout transitions) с помощью `vkCmdPipelineBarrier`.
4. Создает `VkImageView` для доступа к изображению из шейдеров.

3 Сэмплер

Для выборки текселов из текстуры в шейдере был создан объект сэмплера `VkSampler`. Настроен линейный фильтр (`VK_FILTER_LINEAR`) для минификации и магнификации, а также режим повторения текстуры (`VK_SAMPLER_ADDRESS_MODE_REPEAT`).

4 Дескрипторы

Для передачи текстуры и сэмплера в шейдер был обновлен макет дескрипторов (`VkDescriptorSetLayout`). Добавлена привязка (binding 2) типа `VK_DESCRIPTOR_TYPE_COMBINED_IMAGE_SAMPLER`. Обновление дескрипторного набора (`vkUpdateDescriptorSets`) связывает созданный `VkImageView` и `VkSampler` с соответствующей привязкой.

5 Шейдеры

Вершинный шейдер (`shader.vert`) принимает текстурные координаты в атрибуте вершины (`location 2`) и передает их во фрагментный шейдер.

Фрагментный шейдер (`shader.frag`) принимает интерполированные текстурные координаты и использует сэмплер для получения цвета пикселя:

```
1 | layout (binding = 2) uniform sampler2D texSampler;  
2 | // ...  
3 | vec3 base_color = texture(texSampler, f_uv).rgb * albedo_color;
```

Полученный цвет текстуры затем используется в расчетах освещения.

2 Результаты

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены механизмы работы с текстурами в графическом API Vulkan.

Были реализованы следующие этапы:

- Загрузка изображения формата PNG с диска в оперативную память.
- Создание объектов Vulkan: `VkImage`, `VkImageView`, `VkSampler`.
- Настройка барьеров памяти для корректного перевода изображения в оптимальный для чтения шейдером формат (`VK_IMAGE_LAYOUT_SHADER_READ_ONLY_OPTIMAL`).
- Модификация графического конвейера для передачи текстурных координат и сэмплеров в шейдеры.

В результате на 3D-объекты сцены (кубы и плоскость) корректно накладывается текстура. Текстура корректно взаимодействует с моделью освещения, модулируя базовый цвет объектов.