

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук  
Образовательная программа «Программная инженерия»

**СОГЛАСОВАНО**

Кандидат физико-математических  
наук,  
доцент факультета компьютерных  
наук,  
научный руководитель

\_\_\_\_\_ Д. В. Трушин

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

**УТВЕРЖДЕНО**

Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия», старший  
преподаватель департамента  
программной инженерии

\_\_\_\_\_ Н. А. Павлочев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

**3D RENDERER С НУЛЯ**

**Руководство оператора**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**RU.17701729.05.01-01 12 01-1-ЛУ**

Исполнитель:

Студент группы БПИ232

\_\_\_\_\_ / А. Д. Носов /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Подп. и дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв.№	
Подп. и дата	
Инв.№ подл.	

УТВЕРЖДЕН

RU.17701729.05.01-01 12 01-1-ЛЮ

**3D RENDERER С НУЛЯ**

**Руководство оператора**

**RU.17701729.05.01-01 12 01-1**

**Листов 14**

Инов.№ подп	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инов.№ дубл.	Подп. и дата

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ .....	3
1.1. Функциональное назначение .....	3
1.2. Эксплуатационное назначение .....	3
2. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ .....	4
2.1. Минимальный состав аппаратных средств .....	4
2.2. Минимальный состав программных средств .....	4
2.3. Требования к персоналу (пользователю) .....	4
3. Выполнение программы .....	5
3.1. Установка программы .....	5
3.2. Запуск программы и работа с приложением .....	5
4. СООБЩЕНИЯ ОПЕРАТОРУ .....	11
4.1. Тексты сообщений оператору .....	11

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.01-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

### 1.1. Функциональное назначение

Программа представляет собой интерактивное приложение, демонстрирующее процесс отрисовки 3D-сцены на двумерном экране. Оно позволяет пользователю управлять камерой и наблюдать изменения сцены.

Для обеспечения работоспособности приложения выделяются две основные части:

1. Библиотечный код: отвечает за реализацию пайплайна рендеринга для отрисовки 3D-сцены.
2. Приложение: предназначено для использования библиотеки и построения интерактивного интерфейса для управления сценой.

### 1.2. Эксплуатационное назначение

«3D Renderer» предназначен для демонстрации корректной работы созданного алгоритма визуализации трёхмерных сцен.

Целевая аудитория проекта — разработчики, исследующие основы 3D-рендеринга, а также студенты и специалисты, изучающие компьютерную графику. Программа будет полезна для тех, кто хочет понять процессы, стоящие за визуализацией трехмерных объектов, и улучшить свои навыки в разработке графических приложений.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.01-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 2. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Минимальный состав аппаратных средств

Для запуска и функционирования программы необходимо соответствие следующим системным требованиям:

- Дисплей с разрешением, не меньшим 1280 x 720 пикселей;
- Клавиатура, компьютерная мышь;
- Оперативная память объемом не менее 4 ГБ;
- Многоядерный процессор с тактовой частотой не менее 2.4 ГГц;
- Операционная система Fedora Workstation 40 или более новые версии, либо Windows 10 или более новые версии;
- Хранилище со свободным объемом не менее 100 МБ.

### 2.2. Минимальный состав программных средств

1. ОС Windows 10 или более новая / ОС Linux дистрибутив Fedora Workstation 40 или более новая;
2. Система сборки CMake;
3. Компилятор C и C++;
4. Система контроля версий git.

### 2.3. Требования к персоналу (пользователю)

Для корректной работы программы достаточно одного человека. Оператор должен уметь взаимодействовать с системой контроля версий git и работать с системой сборки CMake.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.01-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### 3. Выполнение программы

#### 3.1. Установка программы

Для установки программы необходимо клонировать репозиторий и собрать проект.

1. Клонирование репозитория

```
git clone https://github.com/neykandre/3D-renderer-from-Scratch.git
```

2. Переход в директорию с проектом:

```
cd 3D-renderer-from-Scratch
```

3. Импортирование сторонних библиотек в виде подмодулей git:

```
git submodule init
```

```
git submodule update
```

4. Генерация файлов сборки:

```
cmake -S . -B build
```

5. Сборка проекта:

```
cmake --build build --target 3d-renderer -j 6
```

6. Скомпилированная программа расположена по пути ./build/bin/3d-renderer

#### 3.2. Запуск программы и работа с приложением

При запуске программы появятся два окна:

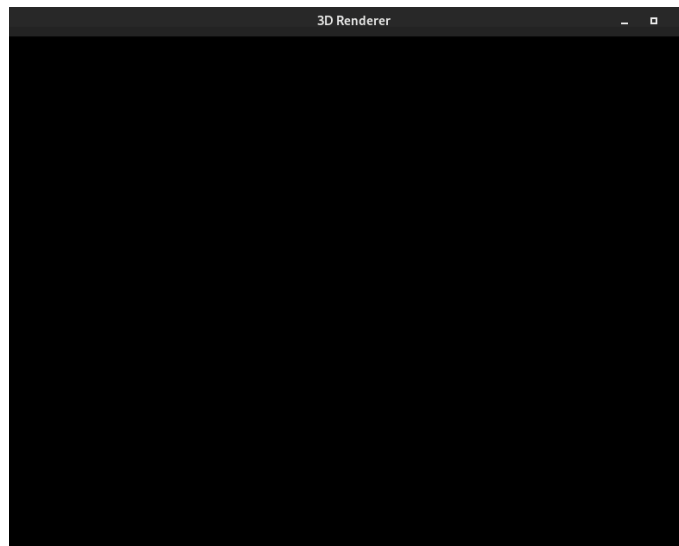


Рис. 1. Первое окно

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.01-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

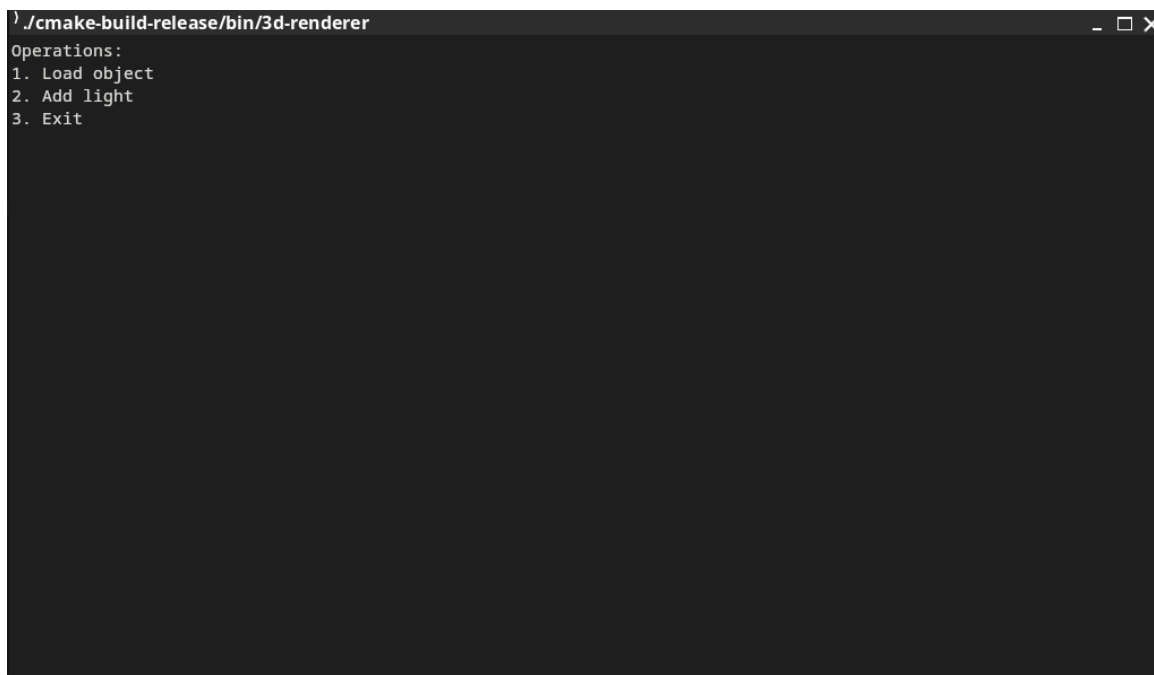


Рис. 2. Второе окно

Пользователь может нажать ЛКМ по первому окну и у него появится возможность управлять камерой. WASD позволяет перемещаться, а движения мыши позволяют поворачивать камеру. При этом курсор должен пропасть.

В состоянии управления камерой пользователь может нажать Escape и выйти из режима управления камерой, например, чтобы добавить объект или источник света.

Чтобы вернуться в режим управления камерой, пользователю необходимо снова нажать ЛКМ по первому окну.

Вне режима управления камерой, у пользователя есть возможность взаимодействия со вторым окном.

В главном меню есть 3 опции:

1. Добавление объекта;
2. Добавление источника света;
3. Выход из программы.

Переход осуществляется вводом соответствующего номера опции.

1. При переходе в меню добавления объекта, пользователь должен ввести путь до объекта:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.01-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

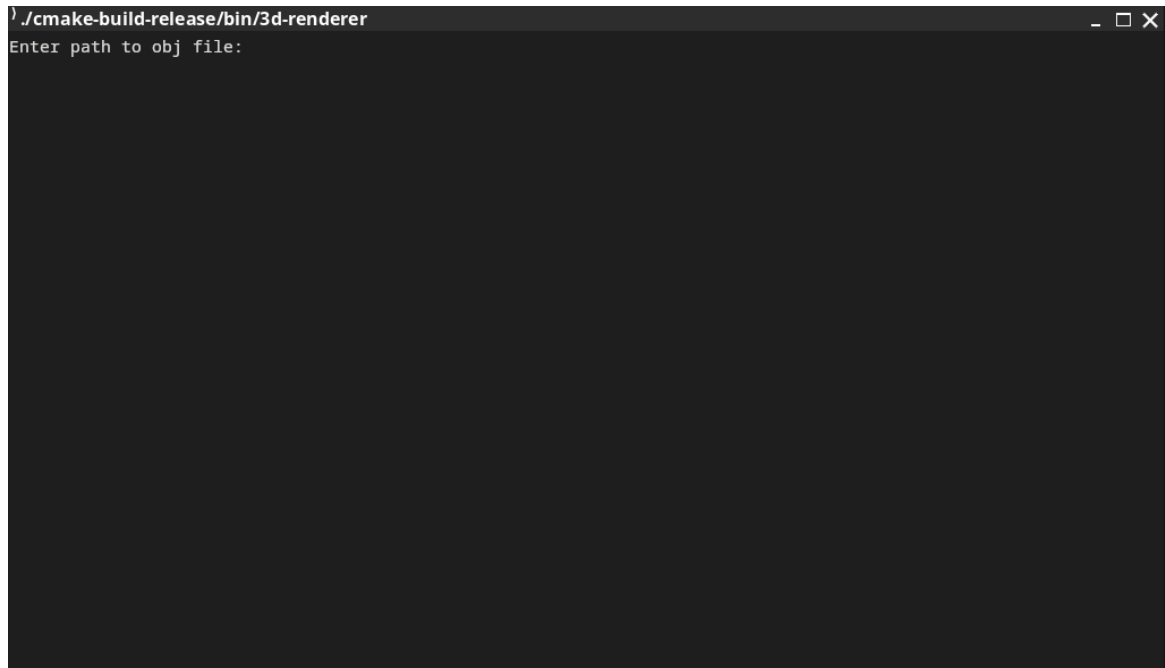


Рис. 3. Меню загрузки объекта

После успешной загрузки можно задать поворот и перенос.

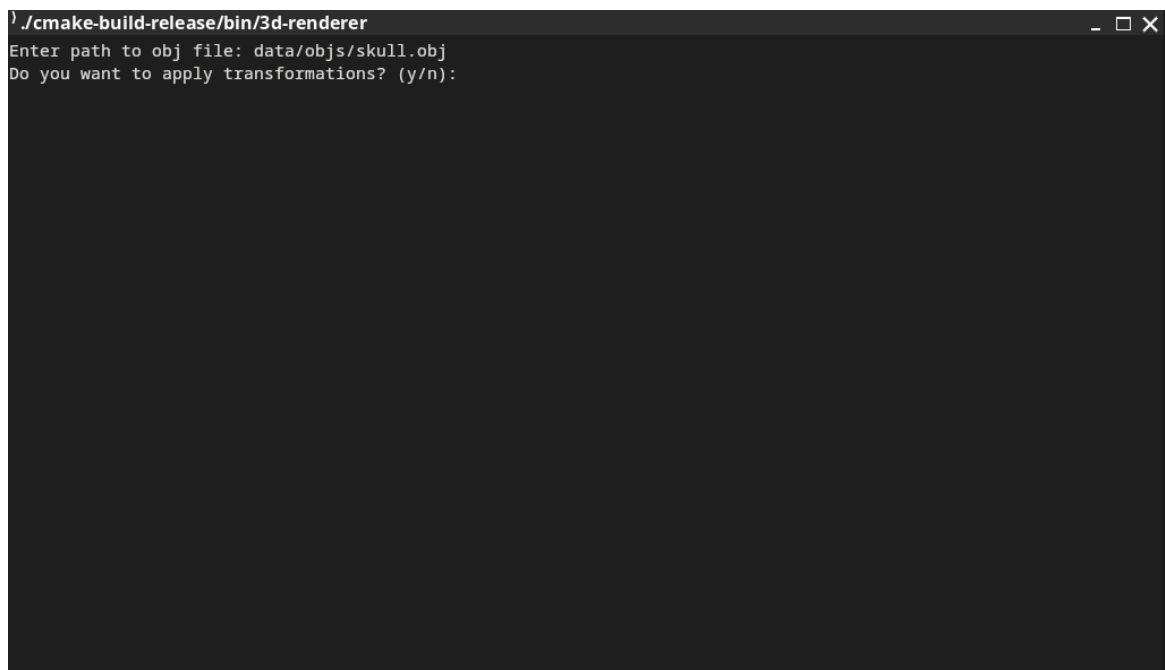


Рис. 4. При загрузке есть возможность применить преобразование

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.01-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



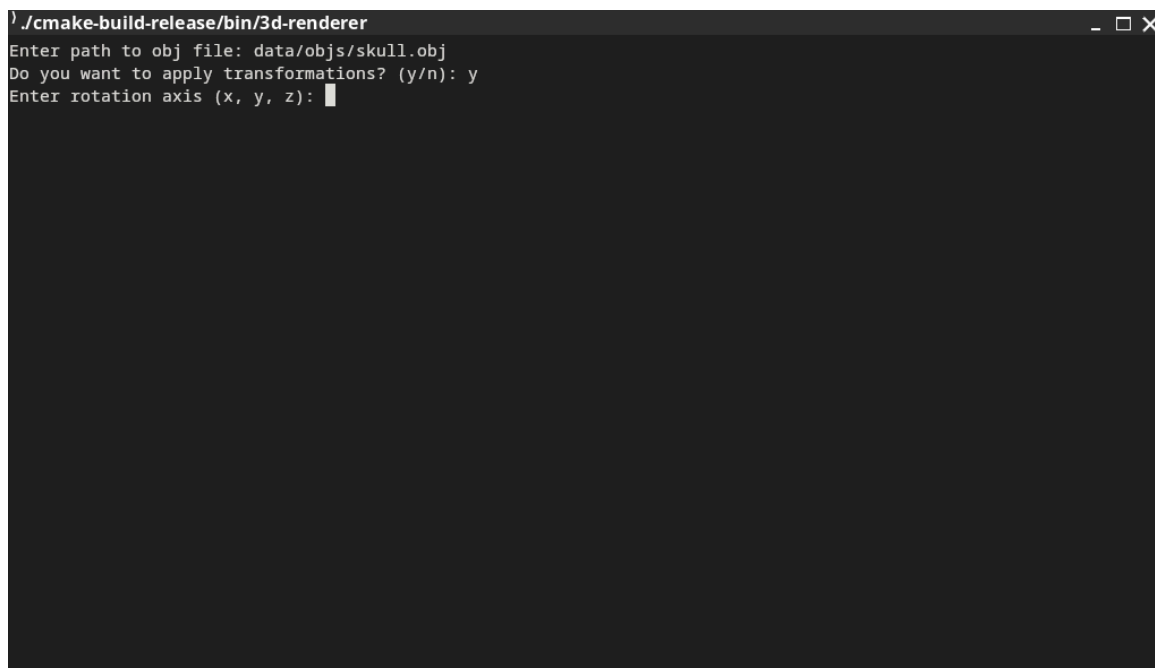


Рис. 5. При положительном ответе, продолжается взаимодействие



Рис. 6. Задается ось вращения, угол в градусах и вектор переноса

После этого пользователя возвращает в главное меню.

2. При переходе в меню добавления света, пользователь должен ввести вектор направления направленного света:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.01-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

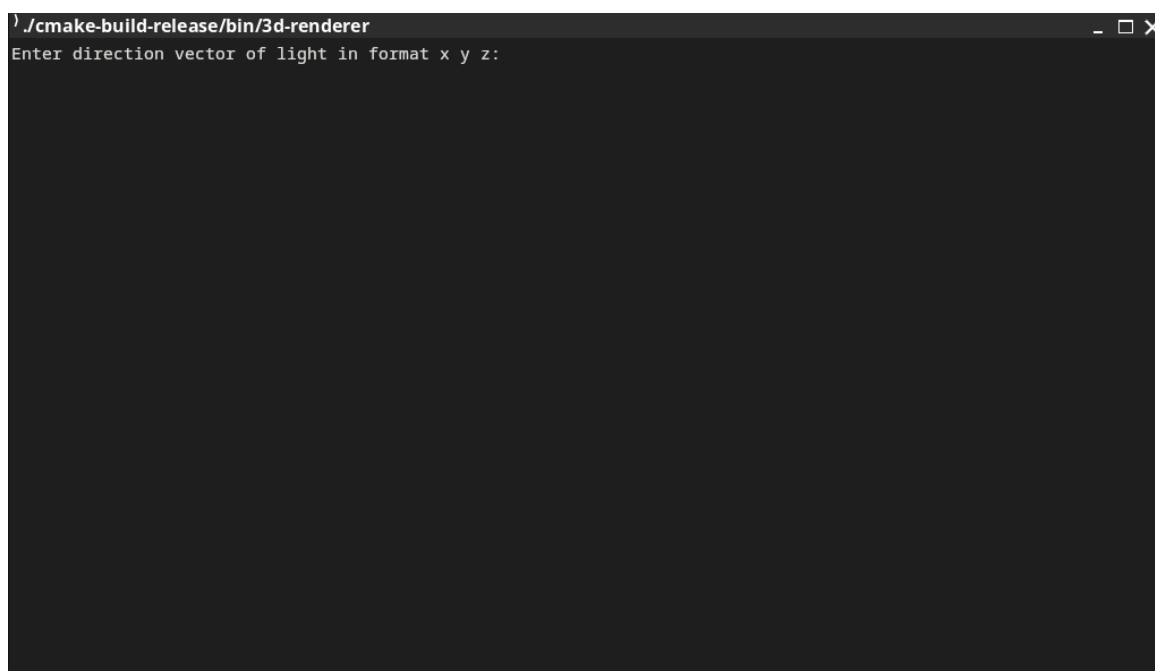


Рис. 7. Появляется меню добавления направленного света

Помимо направления пользователю будет предложено ввести интенсивность для каждого из 3-х основных цветов: красного, зеленого и синего.

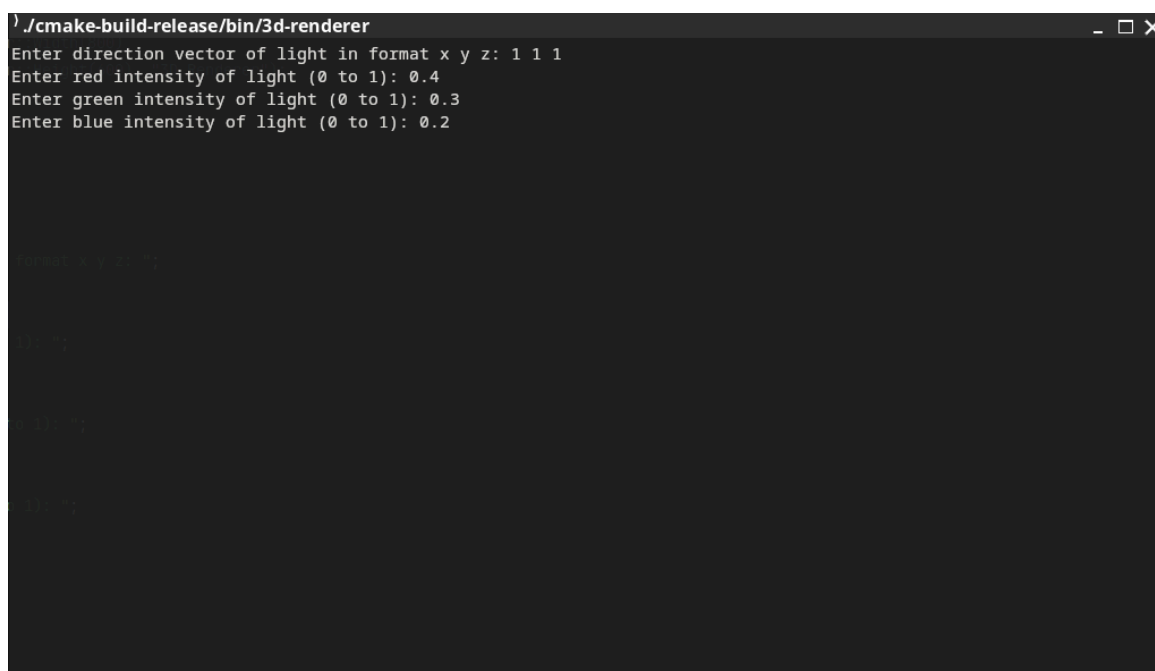


Рис. 8. Интенсивность вводится в пределах от 0 до 1

После ввода пользователь возвращается в главное меню.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.01-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3. При вводе номера, соответствующего опции выхода из приложения, оба окна закрываются и программа завершает свою работу.

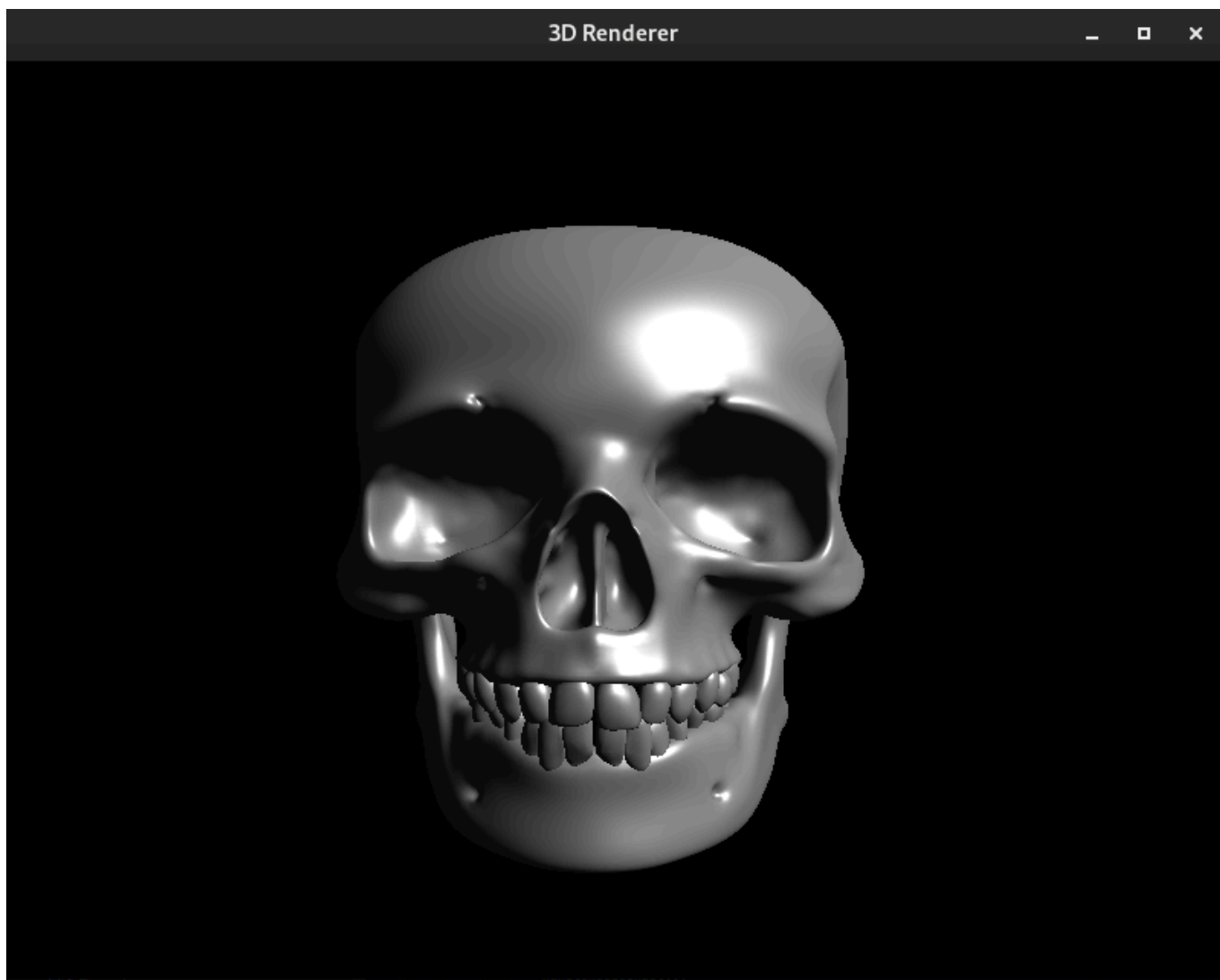


Рис. 9. Первое окно после добавления объекта и источника света

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.01-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

#### 4. СООБЩЕНИЯ ОПЕРАТОРУ

##### 4.1. Тексты сообщений оператору

Информационные сообщения:

##### 1. Operations:

1. Load object
2. Add light
3. Exit

Главное меню с выбором опций.

##### 2. Enter path to obj file:

Запрос пользователю ввести путь до файла объекта.

##### 3. Do you want to apply transformation? (y/n):

Запрос пользователя задавать ли преобразование объекту или нет. Если да – далее пойдут запросы на ввод преобразования, если нет – объект добавится без поворотов и переносов, в локальных координатах.

##### 4. Enter rotation axis in format x y z:

Запрос на ввод пользователем оси вращения, вокруг которой следует повернуть добавляемый объект в формате x y z. Например, 3 4 5.

##### 5. Enter rotation angle:

Запрос на ввод пользователем угла поворота в градусах.

##### 6. Enter translation vector in format x y z:

Запрос на ввод пользователем вектора переноса, на который следует перенести добавляемый объект. в формате x y z. Например, 3 4 5.

##### 7. Enter direction vector of light in format x y z:

Запрос на ввод пользователем вектора направления направленного света в формате x y z. Например, 3 4 5.

##### 8. Enter red intensity of light (0 to 1):

Запрос на ввод пользователем красной составляющей интенсивности добавляемого света. Число с плавающей точкой в пределах от 0 до 1.

##### 9. Enter green intensity of light (0 to 1):

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.01-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Запрос на ввод пользователем зеленой составляющей интенсивности добавляемого света. Число с плавающей точкой в пределах от 0 до 1.

10. Enter blue intensity of light (0 to 1):

Запрос на ввод пользователем синей составляющей интенсивности добавляемого света. Число с плавающей точкой в пределах от 0 до 1.

Сообщения об успешной операции:

1. Object was loaded successfully.

Объект был успешно добавлен.

2. Light was added successfully.

Направленный свет был успешно добавлен.

Сообщения об ошибках:

1. File was not opened.

Файл объекта не был открыт. Пользователя вернет в главное меню.

2. Parsing error.

Ошибка парсинга файла объекта. Некорректный формат файла. Пользователя вернет в главное меню.

3. You should enter y or n.

Пользователь ввел некорректный ответ на вопрос о применении преобразования. Запрос применения преобразования будет повторен.

4. Invalid axis of rotation.

Некорректный формат оси вращения. Запрос ввода оси будет повторен.

5. Invalid angle of rotation.

Некорректный формат угла поворота. Запрос ввода угла будет повторен.

6. Invalid translation vector.

Некорректный формат вектора переноса. Запрос ввода вектора будет повторен.

7. Invalid direction vector.

Некорректный формат вектора направления света. Запрос ввода вектора будет повторен.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.01-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 8. Invalid red intensity.

Некорректный формат красной интенсивности света. Запрос ввода интенсивности будет повторен.

## 9. Invalid green intensity.

Некорректный формат зеленой интенсивности света. Запрос ввода интенсивности будет повторен.

## 10. Invalid blue intensity.

Некорректный формат синей интенсивности света. Запрос ввода интенсивности будет повторен.

## 11. Unknown option.

Пользователь ввел некорректный номер опции в главном меню. Пользователя вернет в главное меню.

## 12. Exception: ...

Ошибка в работе программы. Программа завершит свою работу.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.01-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]