

2024 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

ИУ7

(индекс)

И.В.Рудаков

(И.О. Фамилия)

(подпись)

(дата)

## ЗАДАНИЕ на выполнение курсовой работы

по дисциплине Компьютерная графика

Студент группы ИУ7-52Б Пермякова Екатерина Дмитриевна

(Фамилия, имя, отчество)

Тема курсовой работы

Визуализация шахматных фигур на шахматной доске

Направленность КР (учебная, исследовательская, практическая, производственная, др.)  
учебная

Источник тематики (кафедра, предприятие, НИР) кафедра

### Задание

Разработать программное обеспечение с пользовательским интерфейсом для визуализации сцены, состоящей из шахматных фигур и шахматной доски. Пользователю должна быть предоставлена возможность из предложенного списка выбрать шахматные фигуры, которые будут изображены на сцене. Шахматные фигуры могут располагаться только в центре клетки на поверхности шахматной доски. Материал и цвет фигур будет определяться пользователем из предложенных вариантов. Пользователю должна быть предоставлена возможность вращать шахматные фигуры вокруг своей оси и перемещать их между клетками шахматной доски. Поверхность шахматной доски должна состоять из черных и белых клеток и в зависимости от выбора пользователя должна иметь глянцевую или матовую поверхность. Размер шахматной доски 8x8 клеток. На сцене должен быть один точечный источник света, который будет располагаться в фиксированной точке вне поля зрения пользователя. В начале работы программы на шахматной доске не должно быть фигур.

### Оформление курсовой работы:

Расчетно-пояснительная записка на 25-30 листах формата А4.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать постановку введение, аналитическую часть, конструкторскую часть, технологическую часть, экспериментально-исследовательский раздел, заключение, список литературы, приложения.

Перечень графического материала (плакаты, схемы, чертежи и т.п.) На защиту проекта должна быть представлена презентация, состоящая из 15-20 слайдов. На слайдах должны быть отражены: постановка задачи, использованные методы и алгоритмы, расчетные соотношения, структура комплекса программ, диаграмма классов, интерфейс, характеристики разработанного ПО, результаты проведенных исследований.

Дата выдачи задания «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель курсовой работы

(подпись, дата)

Силантьева А В

(И.О. Фамилия)

Студент

(подпись, дата)

Пермякова Е Д

(И.О. Фамилия)

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>Аналитическая часть</b>	<b>6</b>
1.1	Выбор алгоритма построения реалистичных изображений . . . .	6
1.1.1	Анализ алгоритмов удаления невидимых ребер и поверхностей . . . . .	6
1.1.2	Анализ модели освещения . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Исследовательская часть</b>	<b>10</b>
2.1	Технические характеристики . . . . .	10
2.2	Результаты работы ПО . . . . .	10
2.3	Описание исследования . . . . .	10
2.4	Вывод . . . . .	11
	<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	<b>12</b>

## **РЕФЕРАТ**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью данной работы является разработка программного обеспечения для визуализации шахматных фигур на шахматной доске.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

- 1) провести анализ алгоритмов построения реалистичных изображений;
- 2) выбрать способ представления объектов сцены;
- 3) перечислить объекты, которые возможно разместить на сцене;
- 4) формализовать структуру разрабатываемого программного обеспечения;
- 5) реализовать программное обеспечения для визуализации сцены;
- 6) исследовать зависимость времени выполнения однопоточной и многопоточной реализаций метода построения реалистичного изображения полого кусочка льда с жидкостью внутри от размера изображения.
- 7) исследовать временные характеристики отрисовки сцены для многопоточной и однопоточной реализации алгоритма построения реалистичных изображений;

# 1 Аналитическая часть

В данном разделе проводится анализ задачи построения трёхмерного реалистичного изображения, рассматриваются методы, решающие данную задачу, обосновывается выбор реализуемого алгоритма и указываются ограничения, в рамках которых будет работать разрабатываемое программное обеспечение.

## 1.1 Выбор алгоритма построения реалистичных изображений

Для создания реалистичного изображения необходимо учитывать такие факторы как невидимые линии и поверхности, тени, освещение, свойства материалов объекта (способность отражать и преломлять свет).

### 1.1.1 Анализ алгоритмов удаления невидимых ребер и поверхностей

#### 1.1.1 Алгоритм Робертса

Алгоритм Робертса решает задачу удаления невидимых линий и работает в объектном пространстве исключительно с выпуклыми телами, если тело является не выпуклым, то его нужно разбить на выпуклые составляющие [1].

Этапы алгоритма:

1) **Подготовка исходных данных.** В данном алгоритме выпуклое многогранное тело представляется набором пересекающихся плоскостей. Формируется матрица тела  $V$ , где каждый столбец содержит коэффициенты уравнения плоскости грани  $ax + by + cz + d = 0$ :

$$V = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \dots & a_n \\ b_1 & b_2 & \dots & b_n \\ c_1 & c_2 & \dots & c_n \\ d_1 & d_2 & \dots & d_n \end{pmatrix}. \quad (1.1)$$

2) **Удаление ребер, экранируемых самим телом.** Используется вектор взгляда  $E = (0, 0, -1, 0)$  для определения невидимых граней. При умножении вектора  $E$  на матрицу тела  $V$  отрицательные компоненты полученного вектора будут соответствовать невидимым граням;

3) **Удаление невидимых ребер, экранируемых другими телами.** Для определения невидимых точек ребра строится луч, соединяющий точку наблюдения с точкой на ребре. Точка невидима, если луч на своём пути встречает в качестве преграды тело, т.е. проходит через него;

**Преимущества алгоритма Робертса:**

— Высокая точность благодаря работе в объектном пространстве;

**Недостатки алгоритма Робертса:**

- Не работает с невыпуклыми телами;
- Невозможность визуализации отражающих поверхностей;

### **1.1.1 Алгоритм, использующий z-буфер**

Алгоритм Z-буфера работает в пространстве изображений и использует два буфера: буфер кадра для хранения цвета каждого пикселя и Z-буфер для хранения глубины каждого пикселя [2].

**Этапы алгоритма:**

- 1) Инициализация Z-буфера минимально возможными значениями и буфера кадра значениями пикселя, описывающими фон;
- 2) Преобразование каждой проекции грани многоугольников в растровую форму;
- 3) Вычисление для каждого пикселя с координатами  $(x, y)$ , его глубины  $Z(x, y)$ .
- 4) Сравнение глубины  $Z(x, y)$  новых пикселей с текущими в Z-буфере и обновление буфера кадра при необходимости;

**Преимущества алгоритма Z-буфера:**

— Простота алгоритма и используемого в нем набора операций;

**Недостатки алгоритма Z-буфера:**

- Большой объём требуемой памяти;
- Невозможность визуализации отражающих поверхностей;

Таким образом, алгоритм Z-буфера также не подходит для решения поставленной задачи из-за своих ограничений.

### **1.1.1 Алгоритм обратной трассировки лучей**

Алгоритм обратной трассировки лучей заключается в отслеживании траектории лучей, которые исходят из точки наблюдателя и проходят через центр пикселя раstra в направлении сцены. [3].

#### **Этапы алгоритма:**

- 1) Преобразование сцены в пространство изображения, т. е. область видимости наблюдателя разбивается на пиксели.
- 2) Испускание лучей от наблюдателя через пиксели раstra к сцене.
- 3) Определение ближайшего пересечения лучей с объектами сцены.
- 4) Определение находится ли точка пересечения в тени путем испускания луча из этой точки в направлении источника света. И если луч пересекает какие-либо объекты сцены, то точка находится в тени.
- 5) Рекурсивное отражение и/или преломление лучей при наличии отражающих или прозрачных материалов.
- 6) Учёт теней путём проверки видимости световых источников из точки пересечения.

#### **Преимущества алгоритма обратной трассировки лучей:**

- 1) Высокая реалистичность синтезируемого изображения.
- 2) Учет теней и эффектов отражения и преломления.

#### **Недостатки алгоритма обратной трассировки лучей:**

- 1) Увеличенное время выполнения из-за рекурсивных вычислений.

### **1.1.1 Вывод**

В качестве алгоритма удаления невидимых ребер и поверхностей был выбран алгоритм обратной трассировки лучей, так как с его помощью возможно реализовать эффект отражения, необходимый для решения поставленной задачи. А так же данный алгоритм не требует дополнительной реализации алгоритмов закраски и построения теней.



### **1.1.2 Анализ модели освещения**

Модель освещения определяет цвет поверхности объекта отображаемого на экране. Модель освещения бывает двух видов: локальная и глобальная. В локальной модели освещения учитывается только свет падающий от источников и ориентация поверхности. В глобальной модели освещения дополнительно еще учитывается свет, отражённый от других поверхностей или пропущенный через них.

Так как для решения поставленной задачи необходимо реализовать отражающую поверхность, в работе использовалась глобальная модель освещения, которая являлась состояной частью алгоритма обратной трассировки лучей.

## **2 Исследовательская часть**

Цель исследования – сравнительный анализ реализованных алгоритмов по трудоемкости.

### **2.1 Технические характеристики**

### **2.2 Результаты работы ПО**

На рисунках 2.1 представлены изображения, полученные с помощью разработанного ПО.

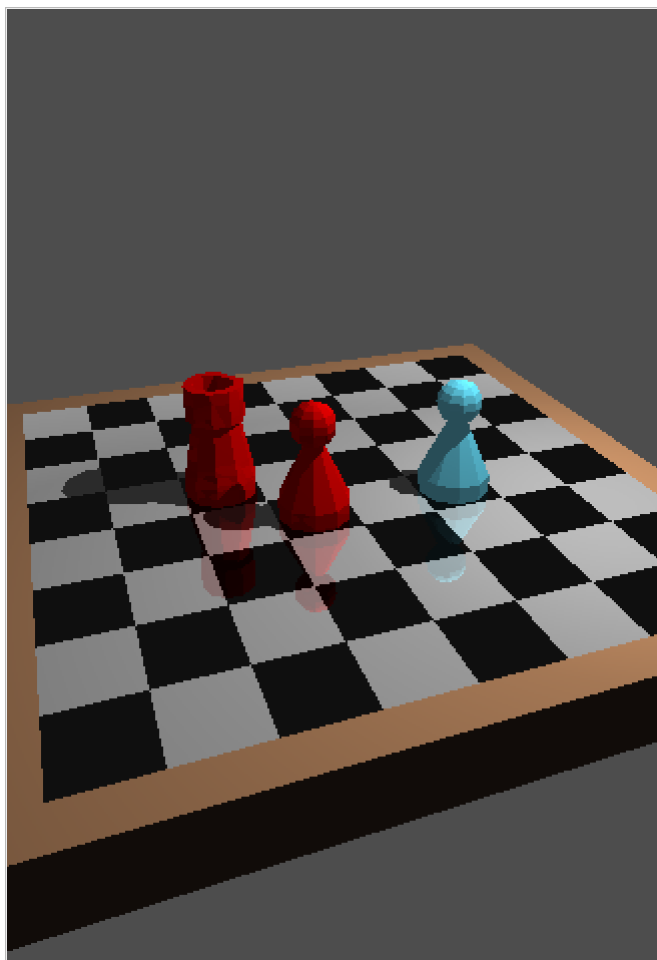


Рисунок 2.1 – Пример №1 работы программного обеспечения

### **2.3 Описание исследования**

Было проведено исследование зависимости времени отрисовки сцены от числа полигонов на сцене для варьируемого числа рабочих потоков.

Был получен график зависимости времени отрисовки сцены от числа полигонов на сцене для варьируемого числа рабочих потоков 2.2.

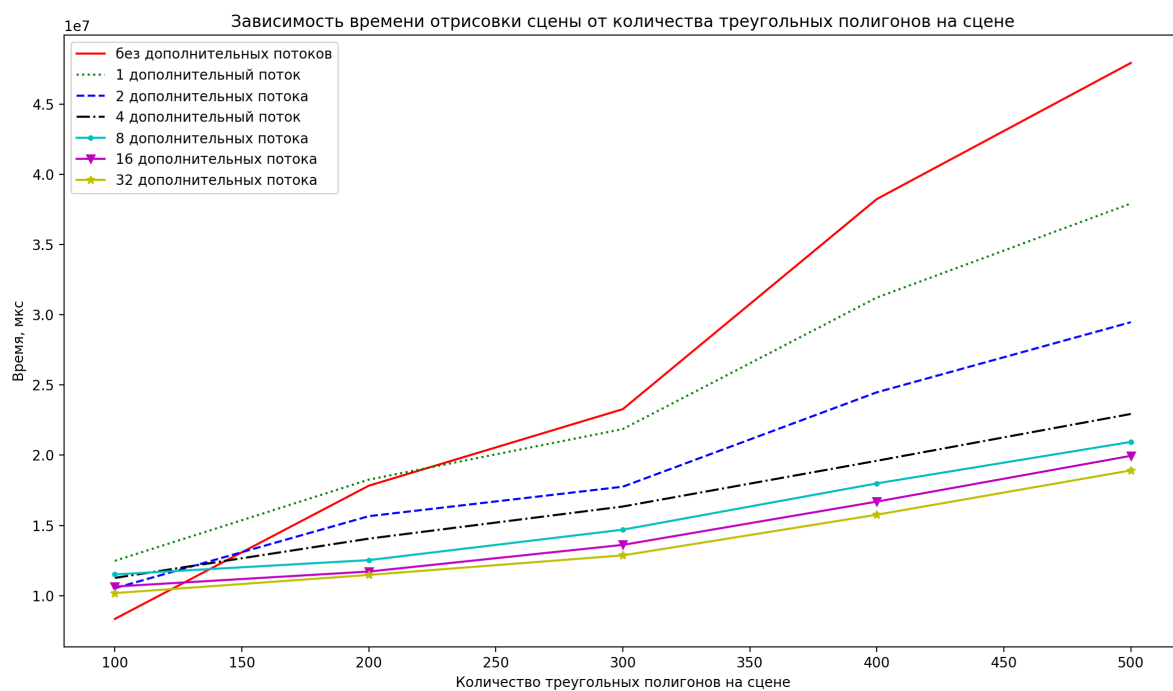


Рисунок 2.2 – Зависимость времени отрисовки сцены от числа полигонов на сцене для варьируемого числа рабочих потоков

## 2.4 Вывод

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Д. Роджерс. Алгоритмические основы машинной графики. Москва-Мир, 1989. с. 512. Пер. с англ.
2. Шикин Е. В. Боресков А. В. Зайцев А. А. Начала компьютерной графики. ДИАЛОГ-МИФИ, 1993. с. 138.
3. Шикин Е. В., Боресков А. В. Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения. Москва: ДИАЛОГ-МИФИ, 1996. с. 288.