



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)

---

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

---

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

---

# РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## *К КУРСОВОЙ РАБОТЕ*

*НА ТЕМУ:*

*«Макетирование и визуализация загородной  
местности»*

Студент ИУ7-56Б  
(Группа)

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

Вольняга М. Ю.  
(И. О. Фамилия)

Руководитель курсовой работы

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

Мальцева Д. Ю.  
(И. О. Фамилия)

*2023 г.*

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b>	<b>3</b>
<b>ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ</b>	<b>4</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>5</b>
<b>1 Аналитический раздел</b>	<b>6</b>
1.1 Способы определения моделей . . . . .	6
1.2 Методы представления трехмерных поверхностей . . . . .	7
<b>2 Конструкторский раздел</b>	<b>10</b>
<b>3 Технологический раздел</b>	<b>11</b>
<b>4 Исследовательская часть</b>	<b>12</b>
4.1 Вывод . . . . .	12
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>13</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	<b>14</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А</b>	<b>15</b>

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей расчетно-пояснительной записке применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Бикубический — это термин, который указывает на то, что уравнения, описывающие координаты точек поверхности, содержат две пары параметров с показателями степени, не превышающими третьей [1]

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей расчетно-пояснительной записке применяют следующие сокращения и обозначения.

Программное обеспечение — ПО

## ВВЕДЕНИЕ

ПО для макетирования и визуализации загородной местности может применяться в ландшафтном дизайне, архитектуре и планировании территории. Визуализация при планировании местности улучшает коммуникацию и снижает риск недопонимания между заказчиком и исполнителем [2].

Цель работы — разработка программного обеспечения для макетирования и визуализации загородной местности.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

- формально описать структуру объектов;
- выбрать алгоритмы трехмерной графики для визуализации сцены и объектов;
- формально записать выбранные алгоритмы;
- выбрать структуры данных для объектов сцены;
- выбрать язык программирования;
- реализовать выбранные алгоритмы;
- разработать программное обеспечение для макетирования и визуализации загородной местности.

# 1 Аналитический раздел

В данном разделе описаны способы описания моделей,

## 1.1 Способы определения моделей

В системах трехмерного моделирования используются каркасные, поверхностные и объемные твердотельные модели. Правильный выбор метода определения моделей на сцене определяет размер и визуализацию модели на сцене.

**Каркасная модель** — это простейшая модель трехмерного объекта, представляющая собой совокупность вершин, соединенных между собой ребрами [1].

Главным недостатком данной модели является отсутствие информации о поверхности объекта, что делает невозможным разграничение внутренних и внешних граней, например, как на рисунке 1.1. Каркасная модель занимает меньше памяти и эффективна для простых задач [3].

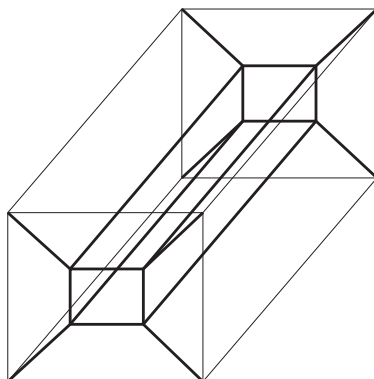


Рисунок 1.1 – Пример каркасной модели

**Поверхностная модель**, в отличие от каркасной, включает в себя не только вершины и ребра, но также поверхности, создавая визуальный контур объекта [1]. Каждый объект в данной модели обладает внутренней и внешней частью, как на рисунке 1.2.

В основу поверхностной модели положены два основных математических положения:

- любую поверхность можно аппроксимировать многогранником, где каждая грань представляет собой простейший плоский многоугольник [3];

- в модели допускаются не только плоские многоугольники, но и поверхности второго порядка, а также аналитически неопределяемые поверхности [3].

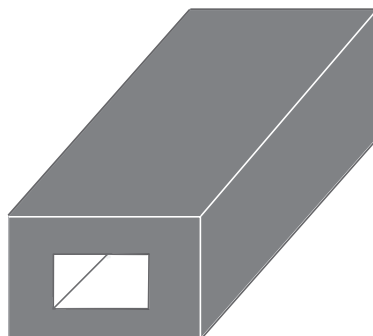


Рисунок 1.2 – Пример поверхностной модели

Недостаток поверхностной модели — отсутствует информация, о том, с какой стороны поверхности находится материал, а с какой пустота.

**Твердотельная модель** отличается от поверхностной тем, что включает информацию о расположении материала с обеих сторон поверхности [3].

### Выбор определения моделей

В данной задаче наиболее оптимальными являются поверхностные модели объектов, так как каркасные модели недостаточно полно представляют форму объекта, а твердотельные модели избыточны.

## 1.2 Методы представления трехмерных поверхностей

**Метод полигональной сетки** представляет объект в виде связанной между собой сетки плоских многоугольников [1], как показано на рисунке 1.3.

**Метод параметрических бикубических кусков** использует математические формулы, описывающие координаты поверхностей. Этот подход обеспечивает высокую точность при описании поверхности и требует меньше элементов для представления сложных форм, в сравнении с полигональными сетками. Однако алгоритмы, работающие с бикубическими кусками сложнее [1].

В рамках данной задачи выбран метод полигональной сетки. Этот выбор обоснован геометрической простотой объектов сцены и отсутствием необходимости использования сложных математических формул. Использование полигональной сетки позволит применять более простые алгоритмы для обработки объектов [1].

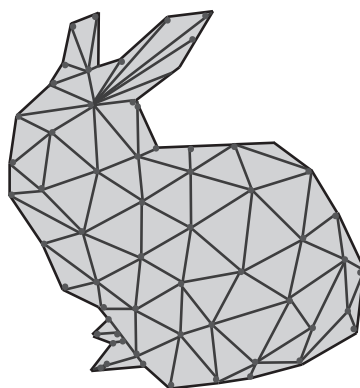


Рисунок 1.3 – Пример полигональной сетки, изображающей кролика

### **Способы описания полигональных сеток**

Наиболее распространенные методы представления полигональных сеток, рассматриваются в [4].

- 1) Список граней — распространенный метод представления трехмерных моделей, описывает объект как множество граней и вершин, где каждая грань имеет минимум 3 вершины. *Преимущества:* простота поиска вершин грани, динамическое обновление формы без изменения связности граней. *Недостатки:* трудности при операциях разрыва и объединения граней, а также проблемы с поиском граней.
- 2) Вершинное представление — это метод представления модели через множества вершин, которые связаны между собой. В качестве *преимущества* можно выделить его простоту. К *недостаткам:* отсутствие явной информации о гранях и ребрах, а также редкое использование в современных системах визуализации.
- 3) «Крылатое» представление — метод, представляющий модель как упорядоченное множество граней вокруг ребра. *Преимущество:* решение проблемы перехода от ребра к ребру через упорядоченное множество граней. *Недостаток:* высокие требования к памяти из-за увеличивающейся сложности структуры

### **Выбор способа описания полигональной сетки**

Для работы выбран метод представления моделей через список граней, обеспечивающий ясное описание и удобный доступ к элементам сетки. Этот подход упрощает модификацию моделей, включая добавление, удаление и изменение граней и вершин.



## Вывод

Анализ подходов к заданию трехмерных моделей привел к выбору поверхностных моделей, метода полигональных сеток в качестве способа представления трехмерных поверхностей. Для удаления невидимых ребер применен алгоритм Z-буфера. Модификация Z-буфера использована для построения теней, обеспечивая совместимость и упрощенную интеграцию.

## 2 Конструкторский раздел

### Вывод

ы

### 3 Технологический раздел

#### Вывод

## 4 Исследовательская часть

### 4.1 Вывод

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Лусяк В. В.* Основы геометрического моделирования. — 2022.
2. *Lovett A. Appleton K. W.-K. B.* Using 3D visualization methods in landscape planning: An evaluation of options and practical issues // Landscape and Urban Planning. — 2015. — С. 85—94.
3. *Донченко В. Ю. Ч. Е. Н.* Обзор и анализ методов построения геометрических моделей сложных конструкций. — 2014.
4. *А.В. Киселев Г. В.* Способы представления и размещения трехмерных моделей для прототипирования ювелирных изделий // Материалы VI Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых. — 2020. — С. 840—842.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А