|  |  |
| --- | --- |
|  | **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”

**ОТЧЕТ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ**

Студент Царев Антон Андреевич

*фамилия, имя, отчество*

Группа ИУ7-53Б

Тип практики технологическая

Название предприятия МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра ИУ7

Студент Царев А. А.

*подпись, дата фамилия, и.о.*

Руководитель практики Куров А. В

*подпись, дата фамилия, и.о.*

Оценка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*2022 г.*

**«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**

**(национальный исследовательский университет)»**

**(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

**на прохождение производственной практики**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_технологическая\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

Тип практики

Студент

Царев Антон Андреевич \_\_\_\_\_\_\_ курса группы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Фамилия Имя Отчество № курса индекс группы

в период с \_\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_\_.20\_\_\_\_\_ г. по \_\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_\_.20\_\_\_\_\_ г.

*Предприятие:* МГТУ им. Н. Э. Баумана

*Подразделение:* кафедра ИУ7

(отдел/сектор/цех)

*Руководитель практики от предприятия (наставник):*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Фамилия Имя Отчество полностью, должность)

*Руководитель практики от кафедры:*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Фамилия Имя Отчество полностью, должность)

*Задание:*

**1. Начать разработку программы моделирования детской игрушки “Лизун”**

**2. Определить способы представления объектов, проанализировать и выбрать алгоритмы для их обработки**

**3. Закрепить знания и навыки, полученные в ходе изучения курса компьютерной графики**

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

Руководитель практики от предприятия  **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/**

Руководитель практики от кафедры **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/**

Студент **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/**

# Введение

В настоящее время компьютерная графика имеет широкое применение в различных сферах. В частности, визуализация объектов с помощью электронно-вычислительных машин используется в киноиндустрии, разработке компьютерных игр и моделировании физических процессов.

Особое внимание уделяется моделированию деформируемых тел, которые могут менять свою форму, внутреннюю структуру, объем и площадь поверхности под действием внешних сил. Одним из таких тел является детская игрушка “Лизун” (она же “Слайм”).

Целями данной работы являются:

- выбор и обоснование модели тела и алгоритмов, которые можно применить для реализации программы моделирования детской игрушки “Лизун”;

- разработка оконного интерфейса программы;

- закрепление знаний и навыков, приобретенных в ходе изучения курса компьютерной графики;

# 1. Аналитическая часть

## 1.1 Описание объектов сцены

Сцена состоит из следующих объектов: камера, источник света, пол, имеющий структуру, и слайм.

### 1.1.1 Камера

Камера представляет собой невидимый объект, содержащий в себе информацию о координатах положения камеры в пространстве и векторе направления взгляда и использующийся для получения изображения на дисплее.

### 1.1.2 Источник света

Источник света представляет собой материальную точку, испускающую лучи света во все стороны. Данный объект хранит в себе информацию о координатах положения в пространстве источника света, интенсивности и цвете в формате RGB.

### 1.1.3 Пол

Пол представляет собой бесконечную плоскость, заданную уравнением . Предполагается, что все объекты находятся над полом или на нем.

### 1.1.4 Слайм

В нашей программе слайм представляет собой упругое тело. Это означает, при деформации тела возникают силы, которые стремятся вернуть тело в прежнюю форму. При отсутствии деформирующих сил наше тело будет иметь форму шара.

#### 1.1.4.1 Выбор модели представления трехмерного объекта

Для задания трехмерных моделей выделяют три формы: каркасную, поверхностную и объемную.

Каркасная модель является простейшим видом. В ней задается информация о вершинах и ребрах объекта. Однако ввиду своей простоты данный вид обладает серьезным недостатком: не всегда корректно передается представление об объекте.

Поверхностная модель предполагает хранение информации не только о врешинах и ребрах объекта, но и о его поверхности. Поверхность может быть описана как аналитически, так и с помощью задания участков поверхности как поверхностей того или иного рода. Недостатком данной модели является невозможность определения, с какой стороны поверхности находится материал объекта.

Объемная модель отличается от поверхностной лишь тем, что в ней мы храним информацию о расположении материала объекта, указывая направление вектора внутренней нормали.

Для данного проекта была выбрана поверхностная модель, так как каркасная модель не всегда правильно передает представление об объекте, а объемная модель является избыточной в рамках решаемой задачи.

#### 1.1.4.2 Выбор формы представления поверхности

Поверхность объекта может быть описана как аналитически, так и с помощью полигональной сетки. В аналитическом методе поверхность объекта рассматривается как множество точек, координаты которых удовлетворяют заданному уравнению, в то время как полигональная сетка представляет собой совокупность вершин, ребер и полигонов, соединенных таким образом, что каждое ребро принадлежит не более, чем двум многоугольникам.

Существует несколько способов описания полигональных сеток:

1) Список вершин

В этом случае информация о сетке хранится в виде перечня координат вершин, в котором каждая вершина записывается один раз в виде тройки координат. При этом каждый многоугольник задается множеством порядковых номеров вершин в списке.

2) Список ребер

Базовую информацию дает список вершин, но многоугольники описываются ссылками на список ребер, в котором каждое из них упоминается только один раз. В свою очередь, ребра представляются в виде пары граничных вершин и перечня смежных многоугольников, число которых не превшает двух.

3) Список граней

В данном способе хранятся список вершин и список граней. В каждой грани хранится информация о трех вершинах.

Для данного проекта была выбрана модель полигональной сетки, ввиду простоты реализации и избежания проблем при описании сложных объектов. Кроме того, хранение информации о сетке будет осуществляться с помощью списка граней, так как данный способ предоставляет полную информацию о гранях, которая может быть крайне полезна при реализации алгоритмов удаления невидимых ребер и поверхностей, и позволяет преобразовывать объект через список вершин.

#### 1.1.4.3 Выбор метода физического моделирования

Для описания динамики движения упругого тела применяются следующие методы:

1) Метод конечных элементов (The Finite Element Method)

В данном методе объект разбивается на конечные элементы, соединяющиеся между собой в узлах. Каждый конечный элемент должен быть достаточно простым, чтобы имелась возможность легко определить перемещения и напряжения в любой его части по заданным перемещениям узлов. По точкам составляется система уравнений, которая решается относительно перемещений рассматриваемых точек. Данная модель имеет высокую точность, однако требует знания характеристик материала объекта, необходимых для рассчета соотношений для каждого элемента.

2) Метод граничных элементов (The Boundary Element Method)

Метод граничных элементов является интересной альтернативой метода конечных элементов, так как все преобразования осуществляются над точками поверхности объекта, что дает прирост к скорости вычислений. Грубо говоря, интегральная форма уравнения движения тела преобразуется в поверхностный интеграл путем применения теоремы Грина: пусть C – положительно ориентированная кусочно-гладкая замкнутая кривая на плоскости, а D – область, ограниченная кривой C. Если функции P = P(x, y), Q = Q(x, y) определены в области D и имеют непрерывные частные производные , , то

(1)

3) Система масс с пружинами (Mass-Spring System)

Система масс с пружинами подразумевает хранение объекта, как совокупности точечных масс, соединенных между собой сетью невесомых пружин. Пружины обычно моделируются как упругие, то есть сила, действующая на массу i со стороны пружины, вычисляется по закону Гука:

, (2)

где – жесткость пружины, соединящий массы i и j, - разница радиус-векторов масс j и i соответственно, - длина покоя, то есть расстояние между массами i и j, при котором сила упругости равна нулю.

Физические тела не являются идеально упругими, так как они рассеивают энергию во время деформации. Чтобы учесть это, для затухания относительного движения используются вязкоупругие пружины. Обычно они моделируются следующим выражением:

, (3)

где - коэффициент затухания, , - векторы скоростей масс i и j соответсвенно. Однако данная формула неудобна для использования, так как гасит вращение твердого тела. Поэтому предпочтительнее применять немного измененное выражение:

, (4)

где . По сути, мы проецируем разность скоростей на вектор разности радиус-векторов масс и допускаем силу только в этом направлении.

В качестве метода физического моделирования был выбран метод масс с пружинами, так как он позволяет выполнять простые вычисления и дает приемлемую точность моделирования. Причем силы упругости, действующие на массы, будут вычисляться по формуле (4).

<написать, что по итогу из себя представляет слайм, если хватит места>

## 1.2 Алгоритмы удаления невидимых ребер и поверхностей

1) Алгоритм Робертса

<описание>

2) Алгоритм Варнока

<описание>

3) Алгоритм, использующий z-буфер

<описание>

4) Обратная трассировка лучей

<описание>

<обоснование выбора обратной трассировки лучей>

## 1.3 Модели освещения

1) Простая модель (модель Ламберта)

<описание>

2) Модель Фонга

<описание>

3) Глобальная модель освещения

<описание>

<обоснование выбора глобальной модели освещения и ее модификация с применением закона Бугера-Ламберта-Бера>

# 2. Конструкторская часть

## 2.1 Общий алгоритм

# 3. Технологическая часть