

Моделирование движения и взаимодействия объектов, составляющих машину Голдберга

Студент: А. Г. Алахов ИУ7-52Б

Руководитель: К. А. Кивва

Постановка задачи

Цель: построение системы трехмерных объектов, образующую «машину Голдберга», состоящей из шара, математического маятника, костей домино и кнопки, с возможностями анимации и изменения положения камеры.

Задачи:

- изучить различные подходы к построению реалистичных сцен;
- изучить модели движения и взаимодействия твёрдых тел;
- выбрать наиболее подходящие под условие задачи алгоритмы;
- определить структуры данных;
- реализовать алгоритмы;
- провести тестирование;
- создать версию алгоритма, которая может выполняться с использованием нескольких потоков одновременно;
- сравнить временные показатели обычной и распараллеленной версий.

Методы решения задачи удаления невидимых линий

Для решения задачи удаления невидимых линий был выбран алгоритм z-буфера.

Его преимущества:

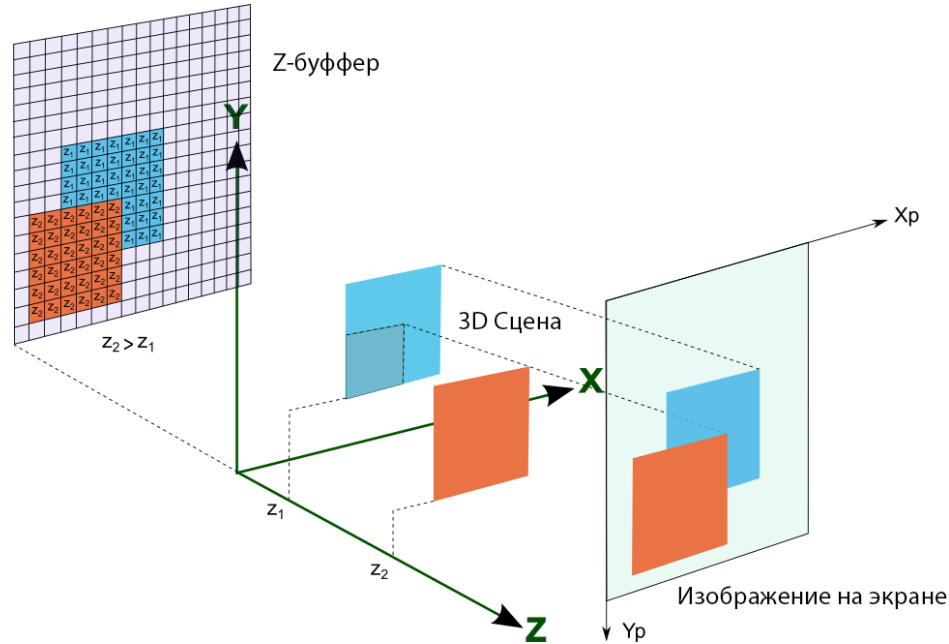
- Вычислительная трудоемкость алгоритма не более, чем линейна
- Может обрабатывать сцены любой сложности
- Прост в реализации
- Есть возможность использования распараллеливания

Недостатки:

- Большой объем требуемой оперативной памяти

Методы решения задачи построения теней

Для проверки нахождения объекты в тени используется алгоритм, использующий теневой z-буфер.



Суть данного алгоритма заключается в добавлении вычисления теневого z-буфера из точки наблюдения, совпадающей с источником света.

Методы решения задачи получения сглаженного изображения

В качестве закрашки был выбран метод Гуро.

Его преимущества:

- Меньшее количество вычислений по сравнению с закрашкой Фонга
- Лучшая работа с диффузными отражениями

Недостатки:

- Плохая работа с зеркальными отражениями

Расчетные соотношения для вычисления интенсивности

- Поиск нормали к поверхности

$$n = [a, b] = (a \times b) = \begin{vmatrix} i & j & k \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

- Нахождение интенсивности света в точке поверхности

$$I_{dif} = I_l k_d \cos \theta, 0 \leq \theta \leq \pi/2$$

Обозначения:

I_{dif} - интенсивность отраженного света

I_l - интенсивность точечного источника

k_d - коэффициент диффузного отражения

θ - угол между направлением света и нормалью к поверхности

Расчетные соотношения для использовавшихся физических законов

- Скорость при равноускоренном движении

$$v_x = v_{0x} + a_x t.$$

- Зависимость угловой скорости вращения тела от его линейной скорости

$$\omega = \frac{v}{R}.$$

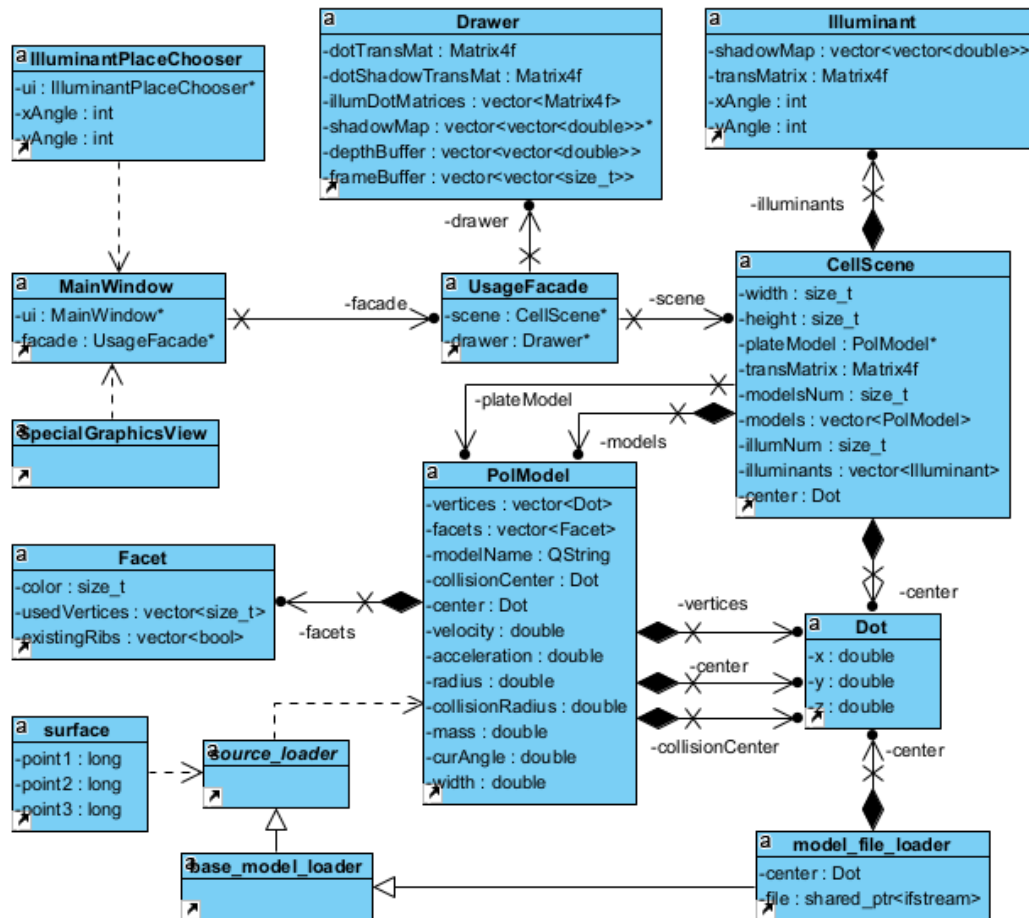
- Закон сохранения механической энергии

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = \text{const.}$$

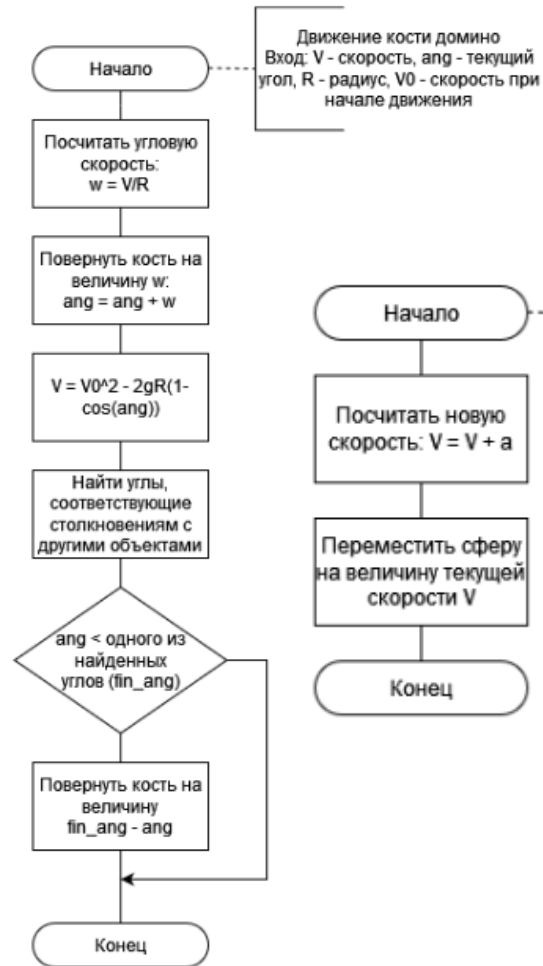
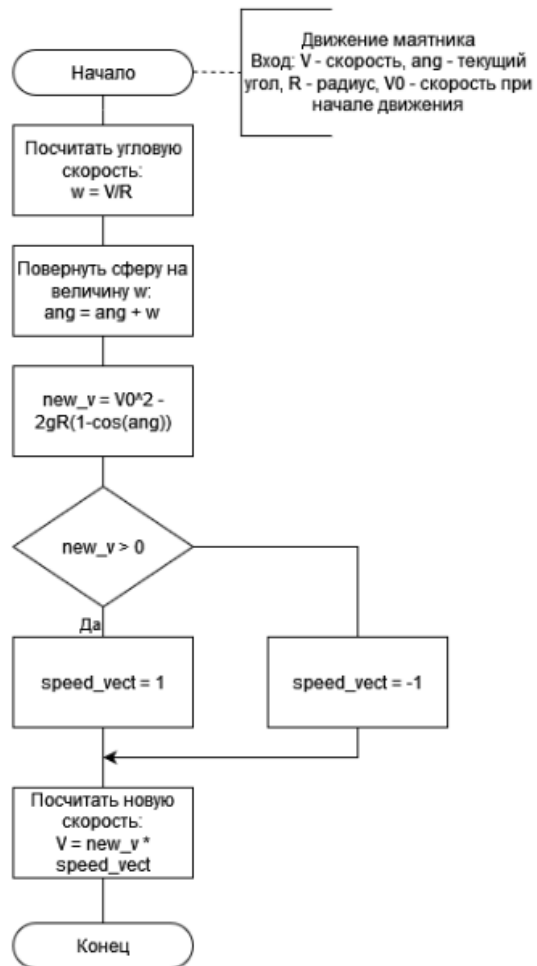
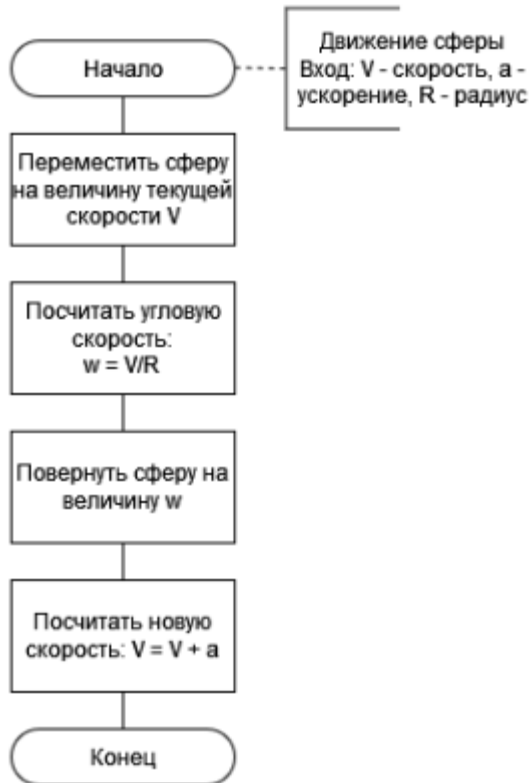
- Закон сохранения импульса

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'.$$

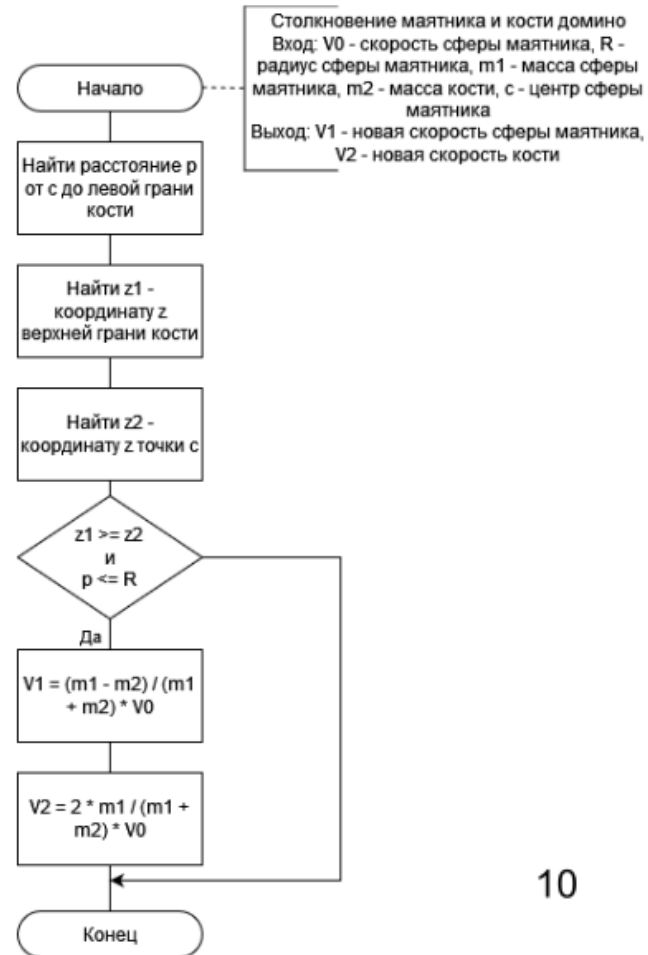
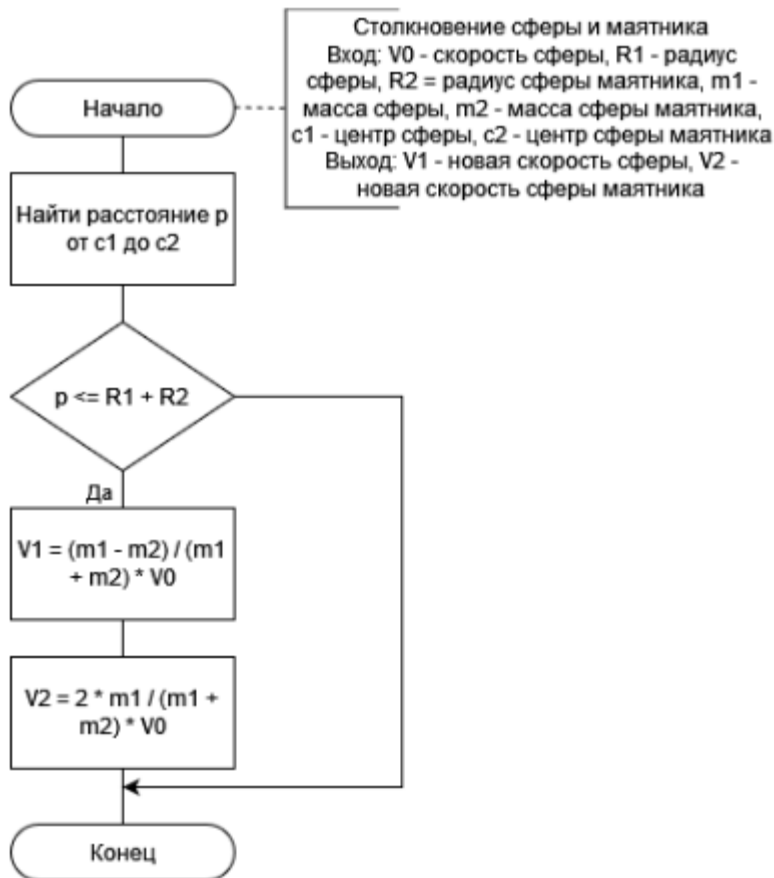
Диаграмма классов



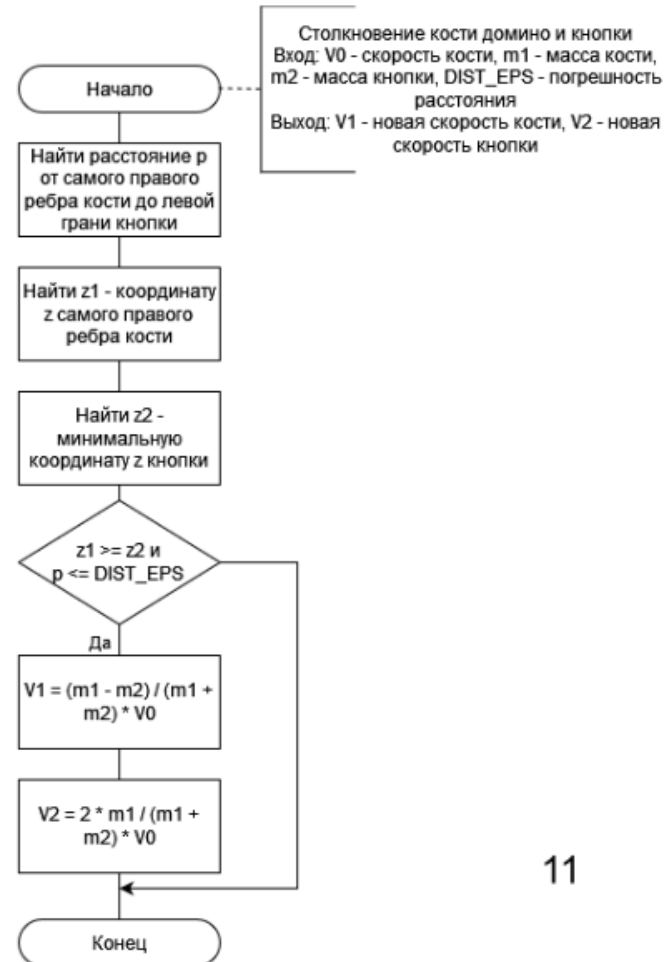
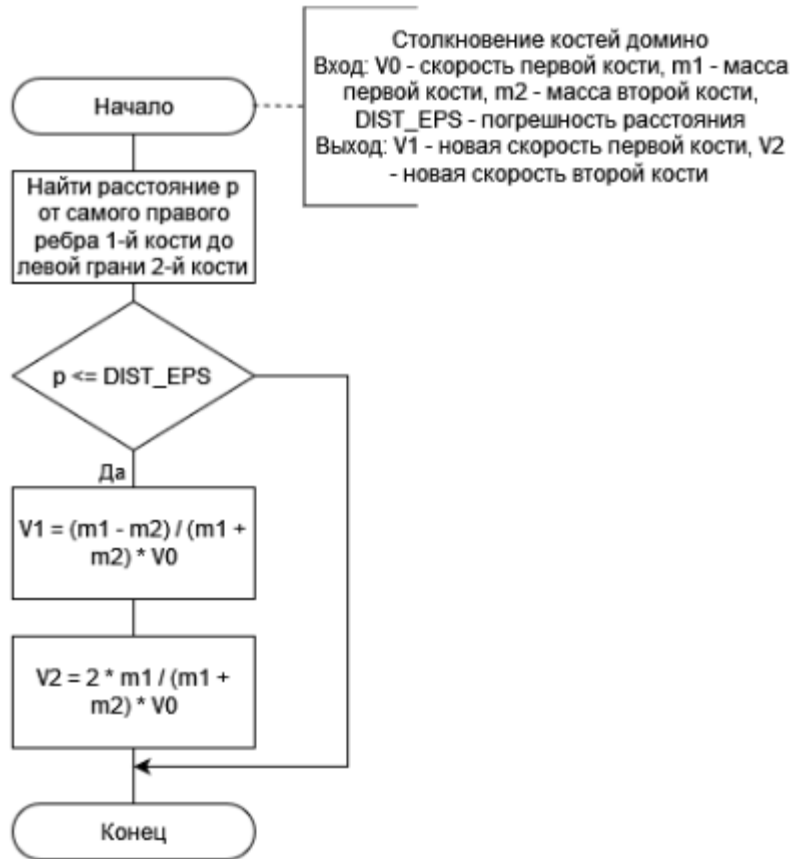
Схемы алгоритмов движения объектов



Схемы алгоритмов столкновения объектов (1)



Схемы алгоритмов столкновения объектов (2)



Интерфейс программы

Курсовая работа, Алахов

Источник света

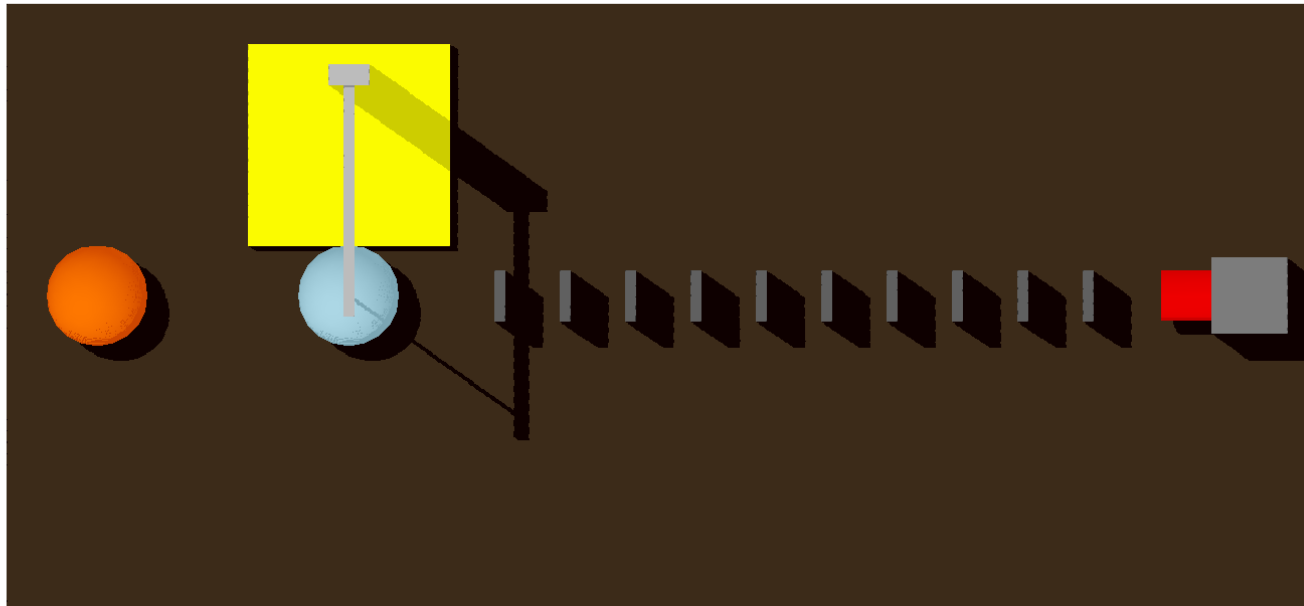
Установить

Удалить

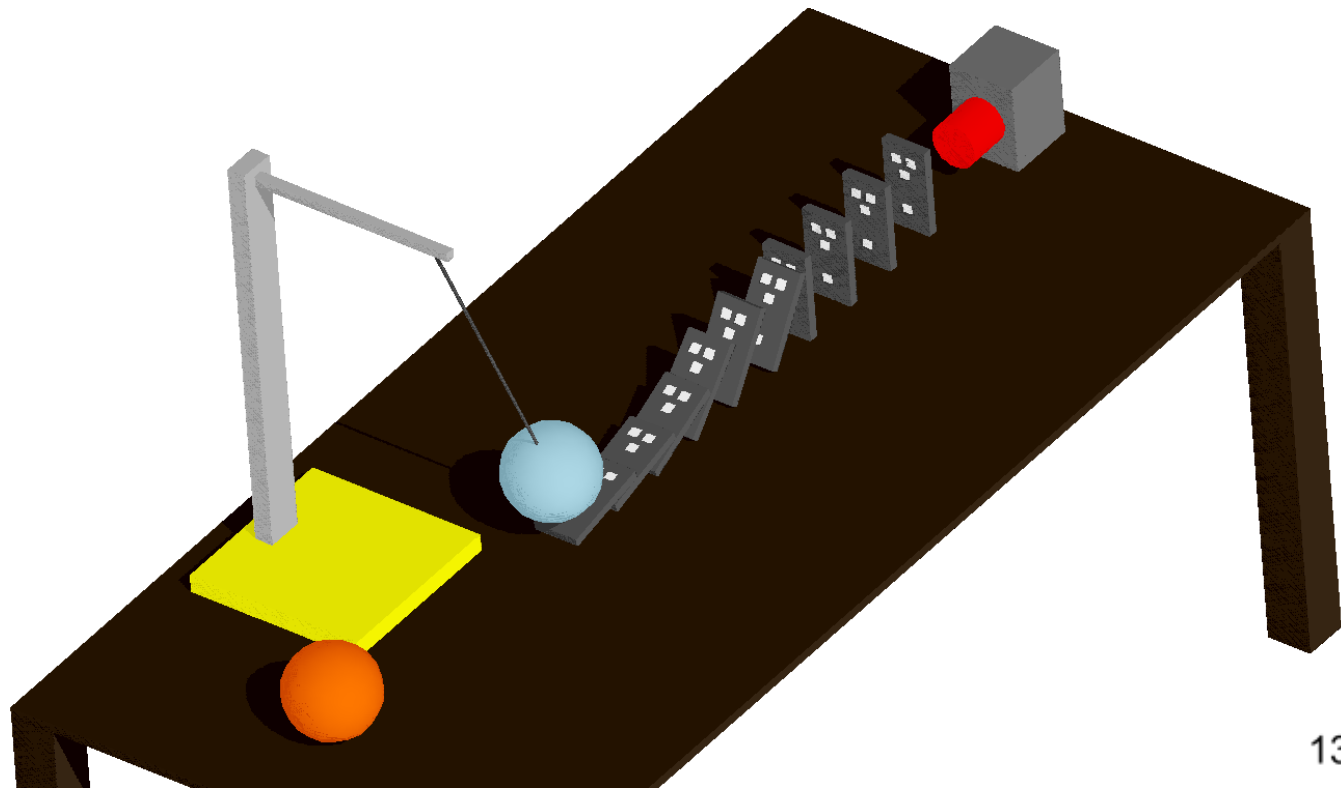
Работа со сценой

Создать новую сцену

Начать моделирование

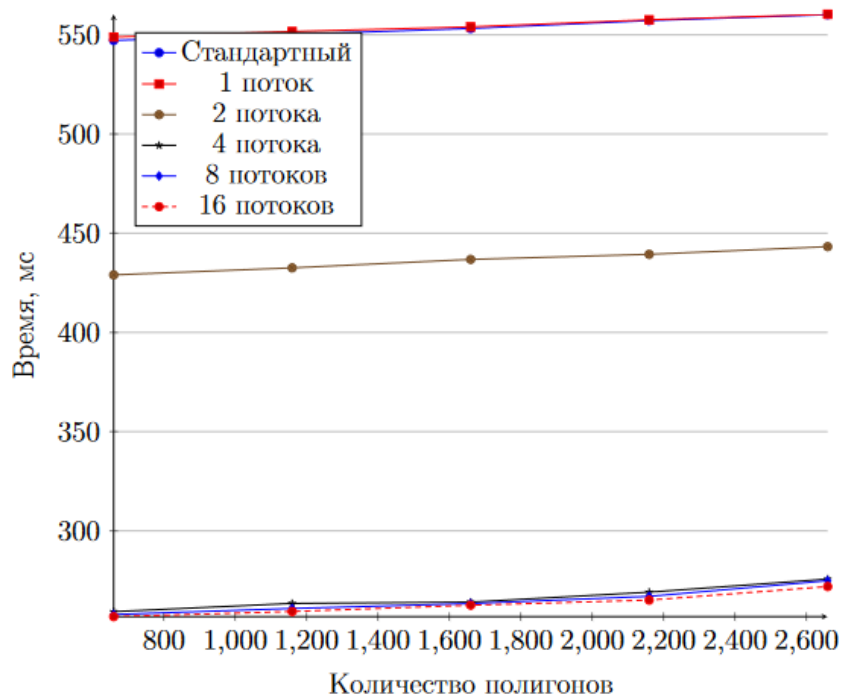


Примеры кадров в процессе моделирования



Результаты исследований

Наилучшие временные показатели при 4 потоках, что соответствует числу логических ядер.



Заключение

В ходе выполнения курсовой работы были:

- изучены различные подходы к построению реалистичных сцен;
- изучены модели движения и взаимодействия твёрдых тел;
- выбраны наиболее подходящие под условие задачи алгоритмы;
- определены структуры данных;
- реализованы алгоритмы;
- проведено тестирование;
- создана версия алгоритма, которая может выполняться с использованием нескольких потоков одновременно;
- проведено сравнение временных показателей обычной и распараллеленной версий.

Дальнейшее развитие ПО

В качестве дальнейшего развития ПО может быть предложено:

- добавление новых объектов в цепочку взаимодействия;
- добавление возможности задавать начальное положение существующих объектов.