

Программа моделирования ОГНЯ

Кисленко Максим

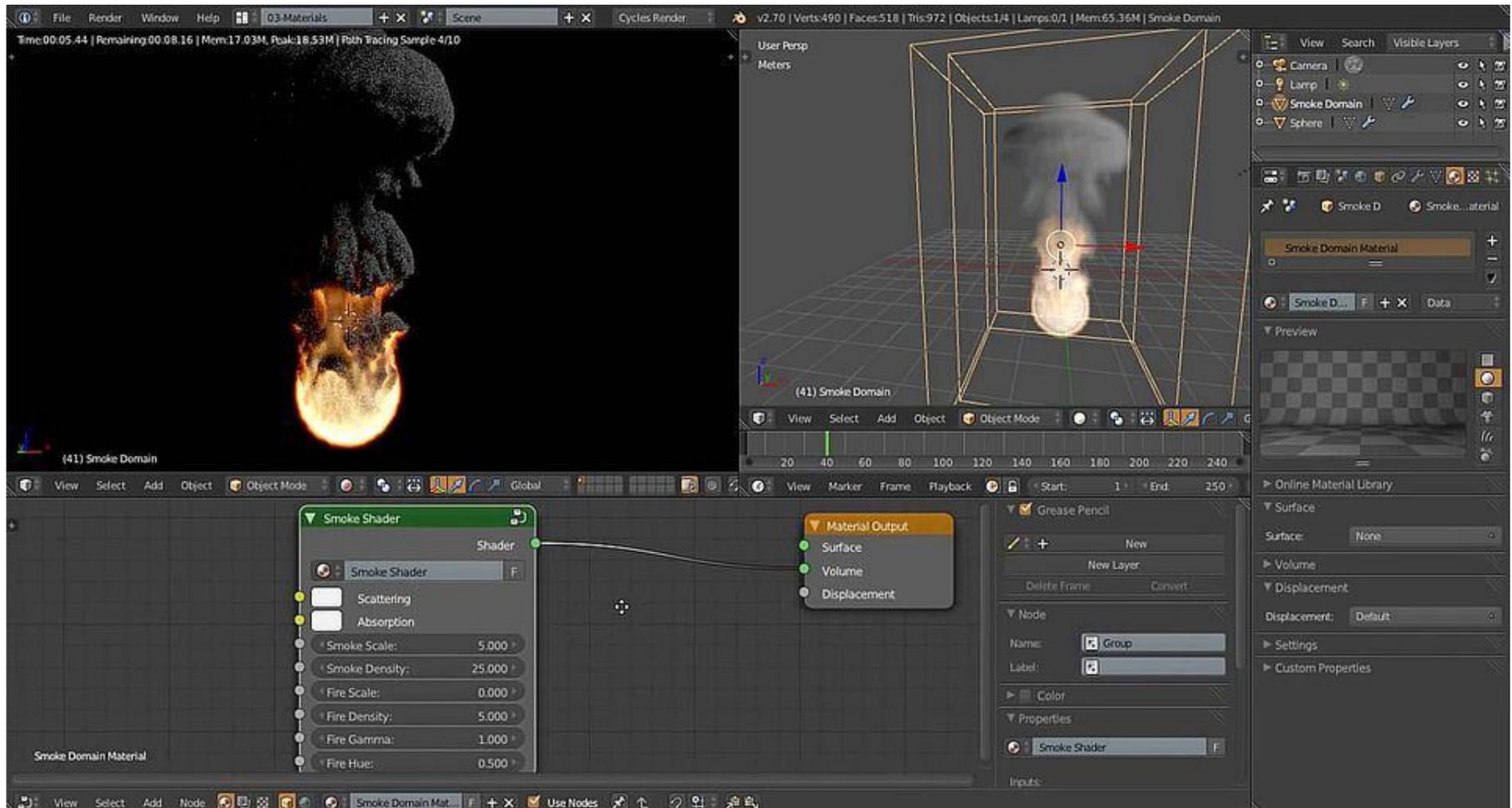
ИУ-7(52)

Задание

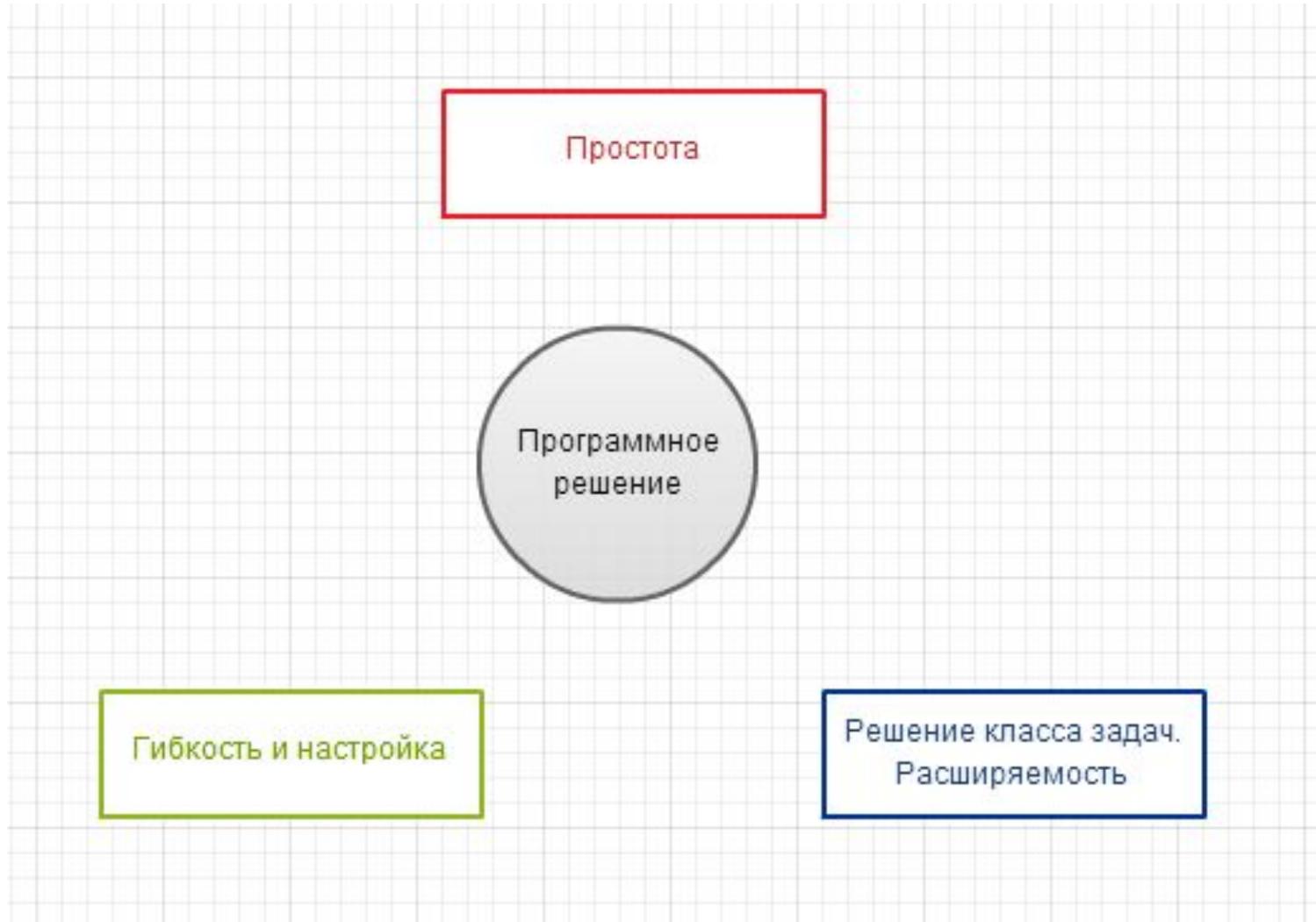
- Программа должна реалистично визуализировать процесс горения на трехмерной сцене, при наличии статического окружения.
- Необходимо также реализовать анимацию дыма, получаемого в процессе горения.
- Дать возможность пользователю настраивать параметры анимации.

Существующие решения.

- Autodesk Maya
- Blender 3D



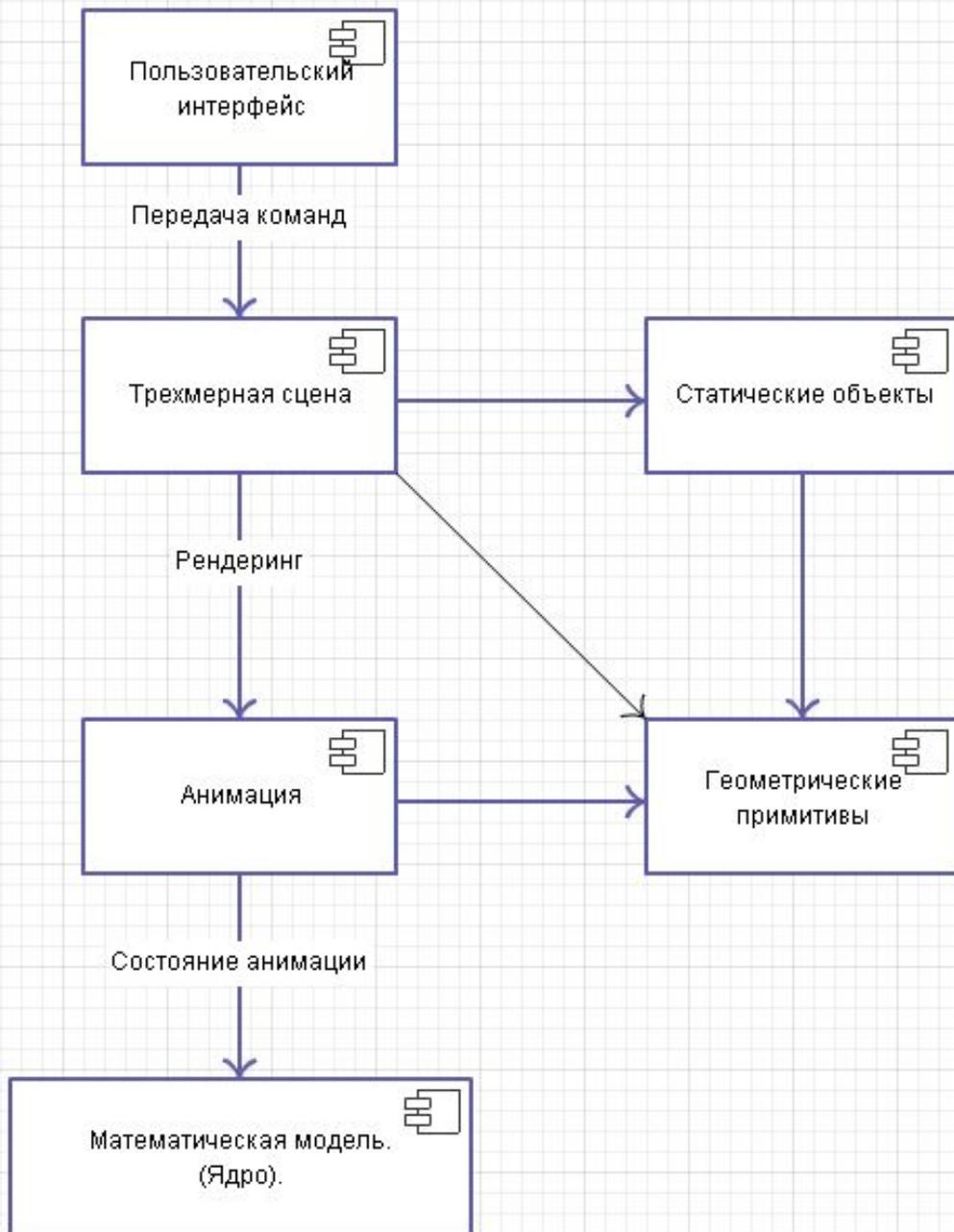
Обоснование разработки.



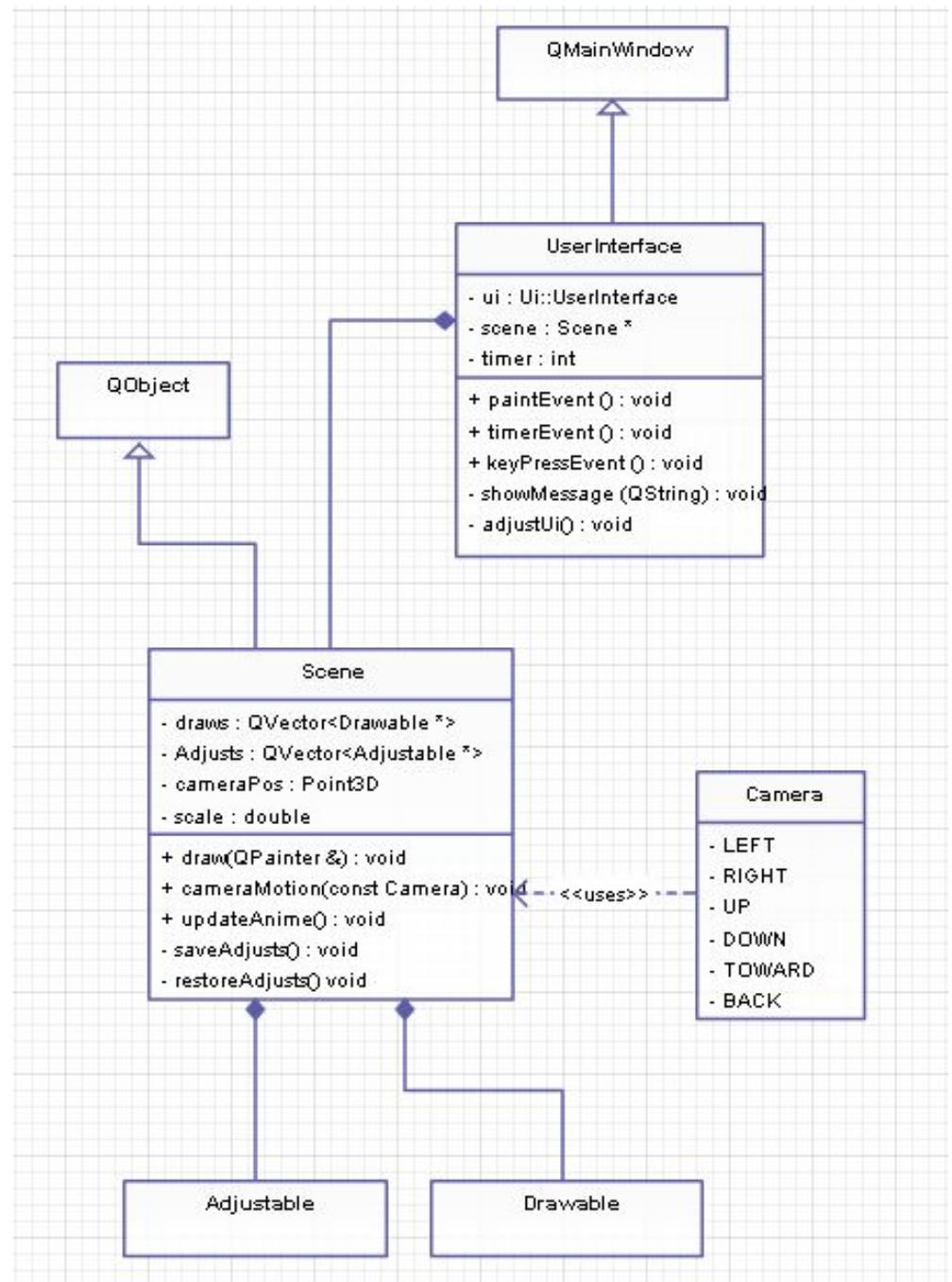
Инструменты.

- Qt 5.
 - Qt Creator.
 - Qt Designer.
 - QMainWindow, QPainter, ...
 - QVector, QString, ...
- C++11
 - Библиотека <function>
 - Лямбда-выражения.
- clock_gettime()

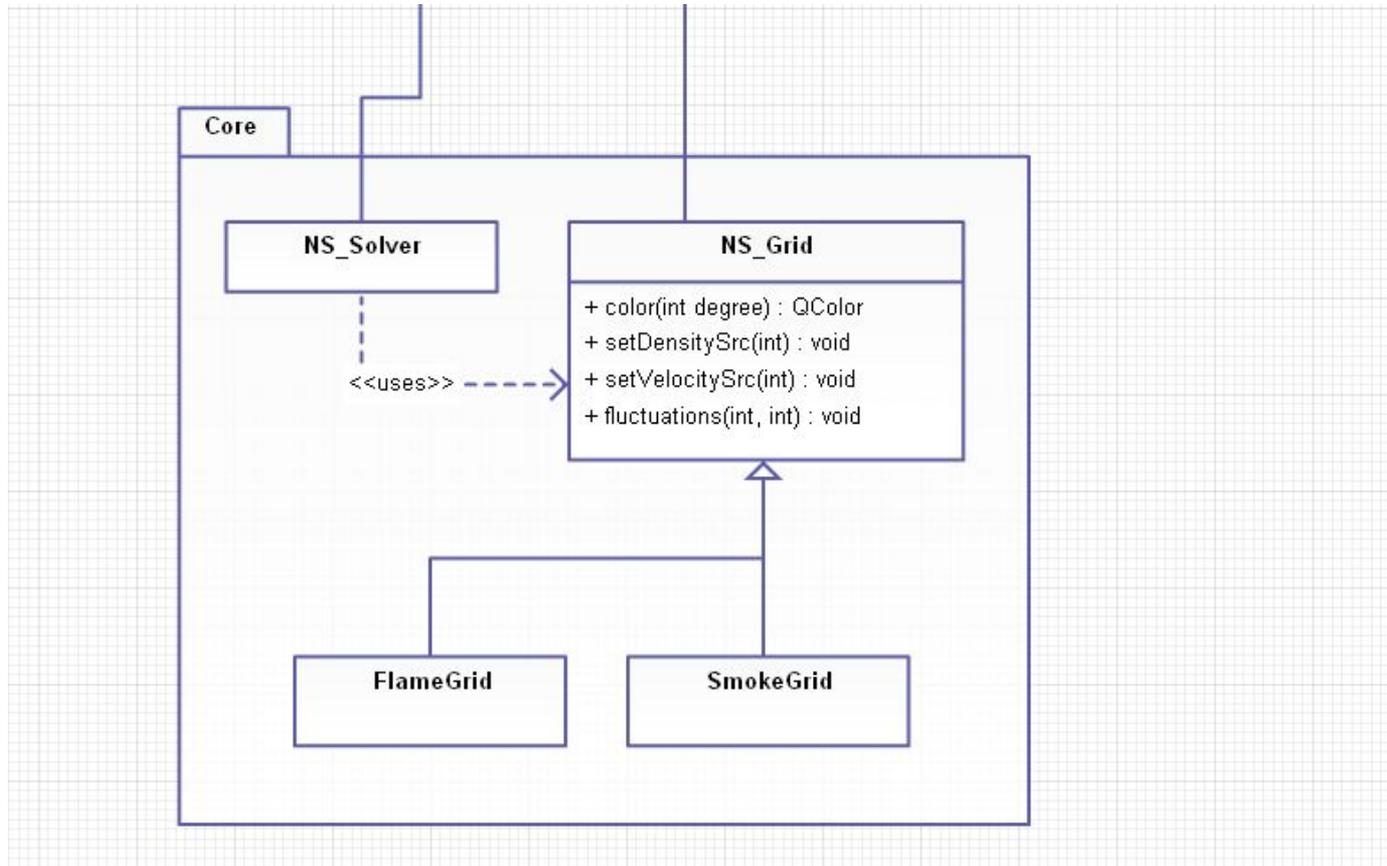
Диаграмма КОМПОНЕНТ.



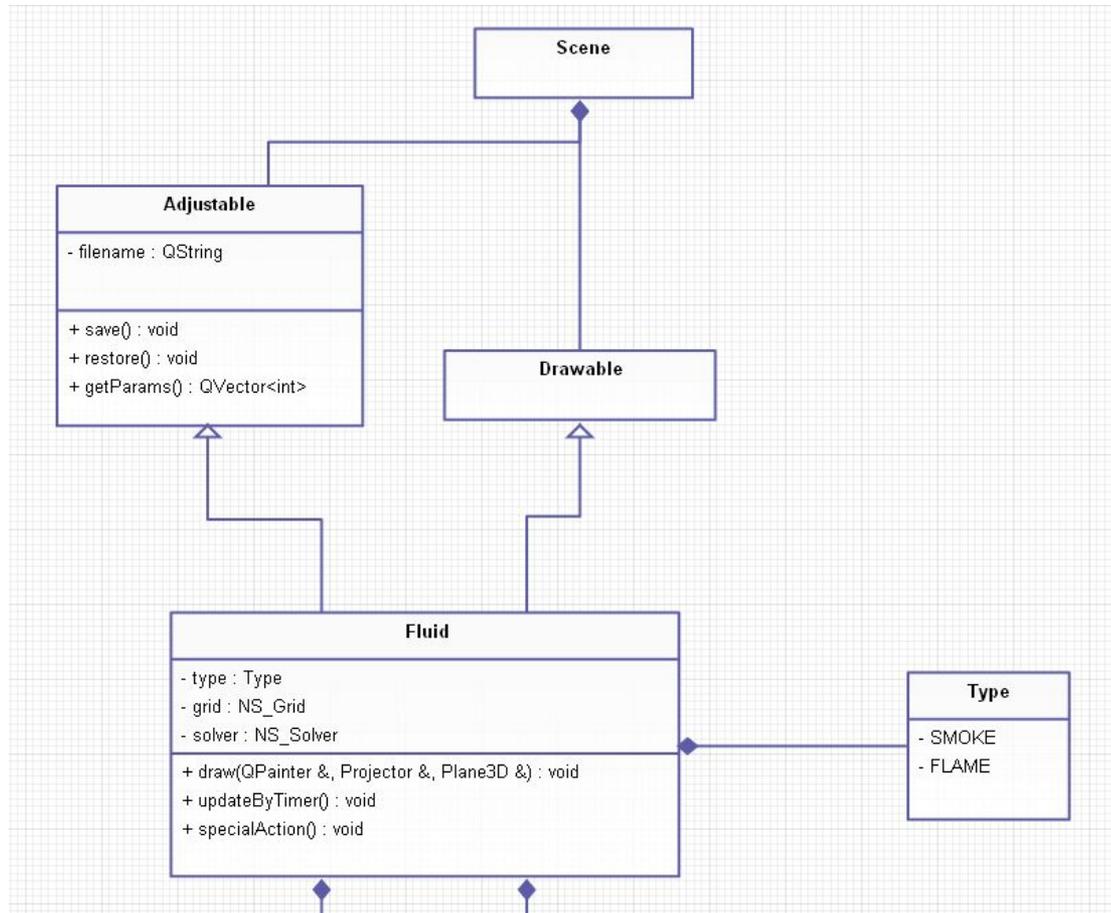
Паттерн фасад.



Паттерн мост. Дружественные классы.

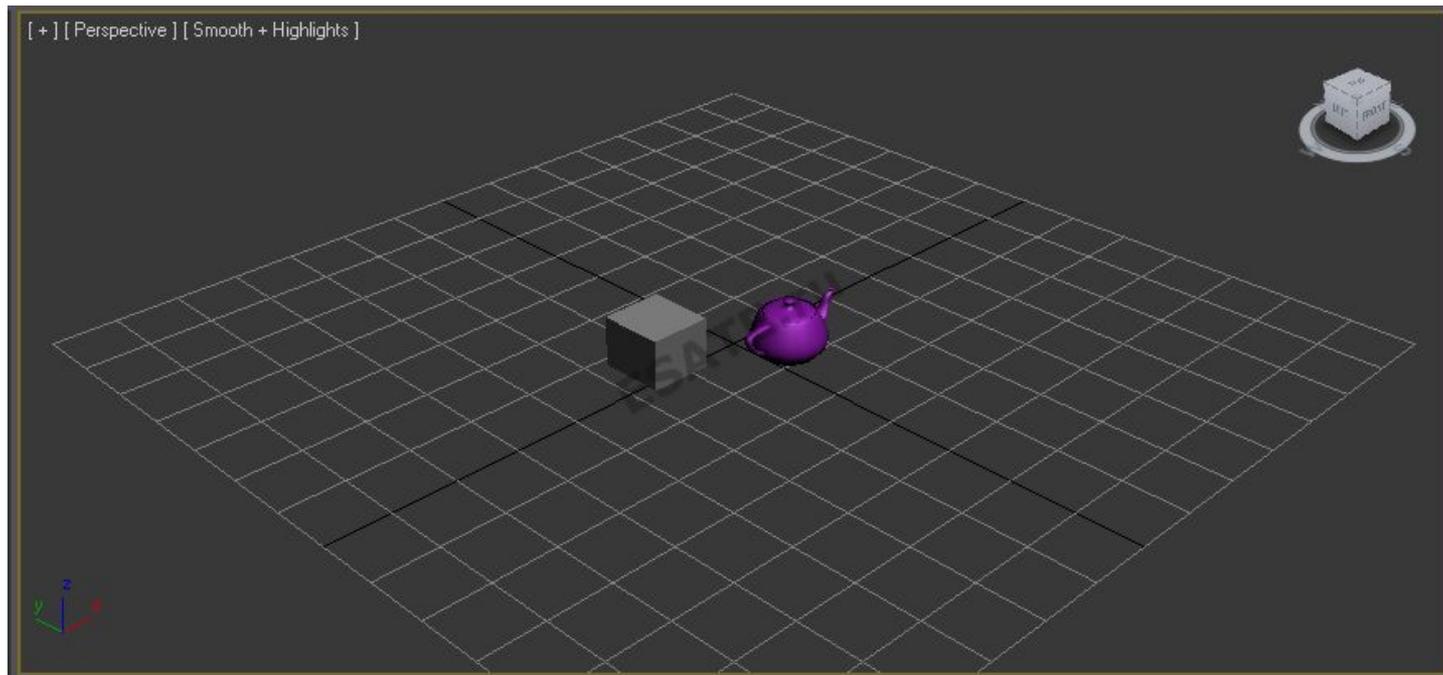


Подмешивание функциональности. Mixins.



Трёхмерная сцена.

- Пространство объектов.
- Камера.
- Экранная плоскость.



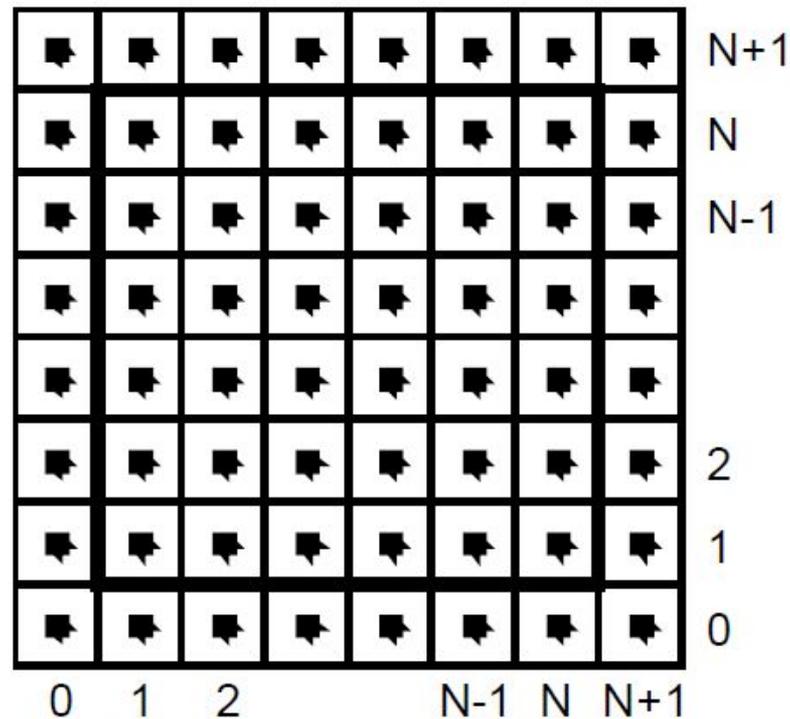
Математическая модель.

- Уравнения Навье-Стокса.
- Численный метод.

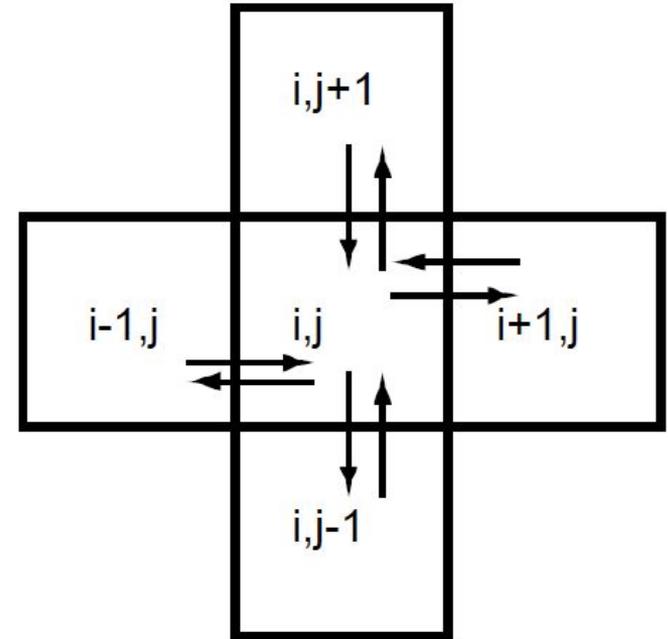
$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} = -(\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} + \nu \nabla^2 \vec{u} + \vec{f}$$
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -(\vec{u} \cdot \nabla) \rho + \kappa \nabla^2 \rho + S$$

Представление полей.

- Сетки.
- Скорость. Плотность.
- Сторонние силы. Источники вещества.



Алгоритм моделирования.



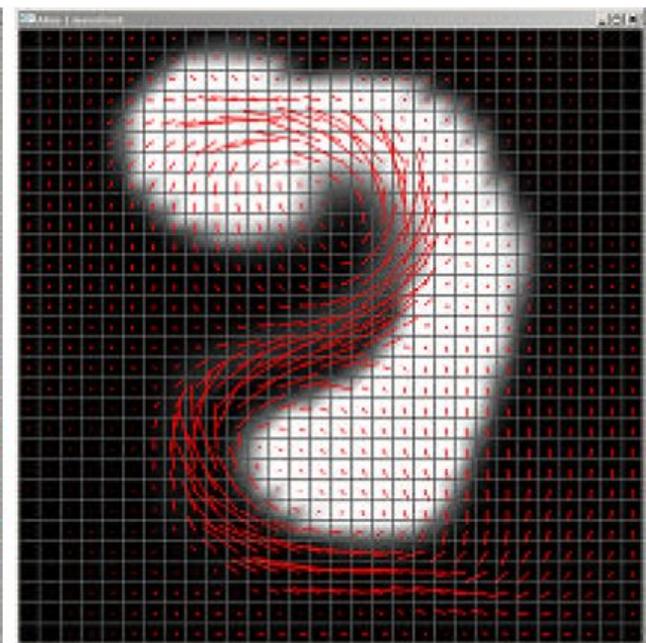
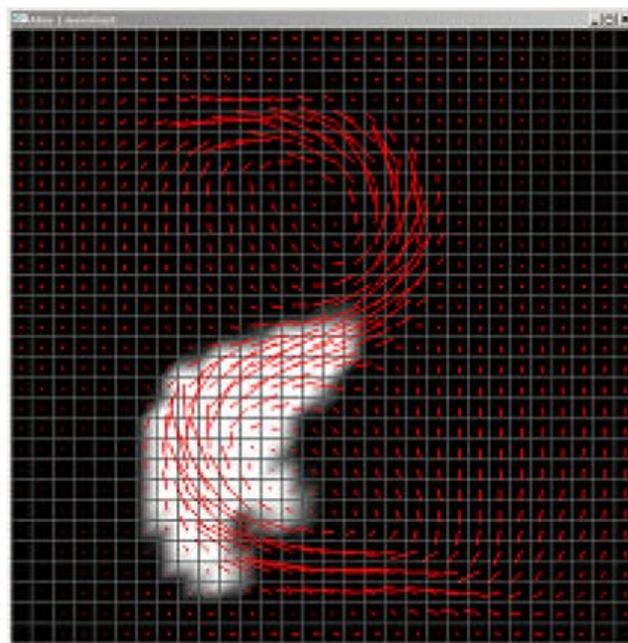
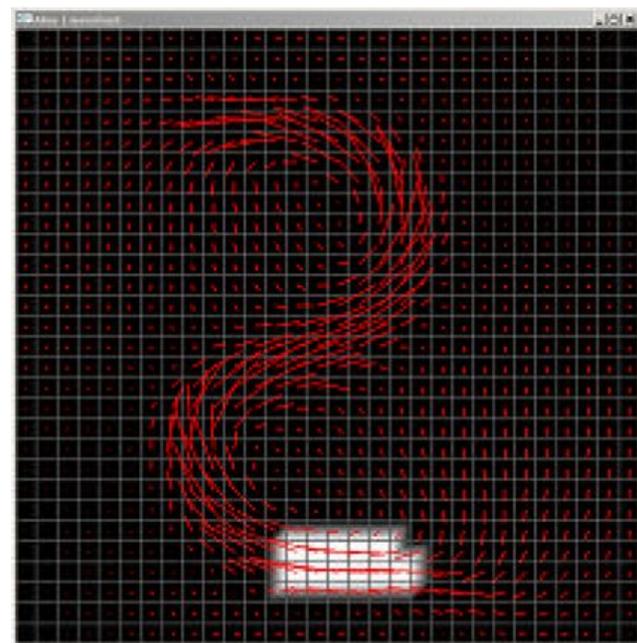
- Учет полей.

```
field[I][J] += dt * source[I][J];
```

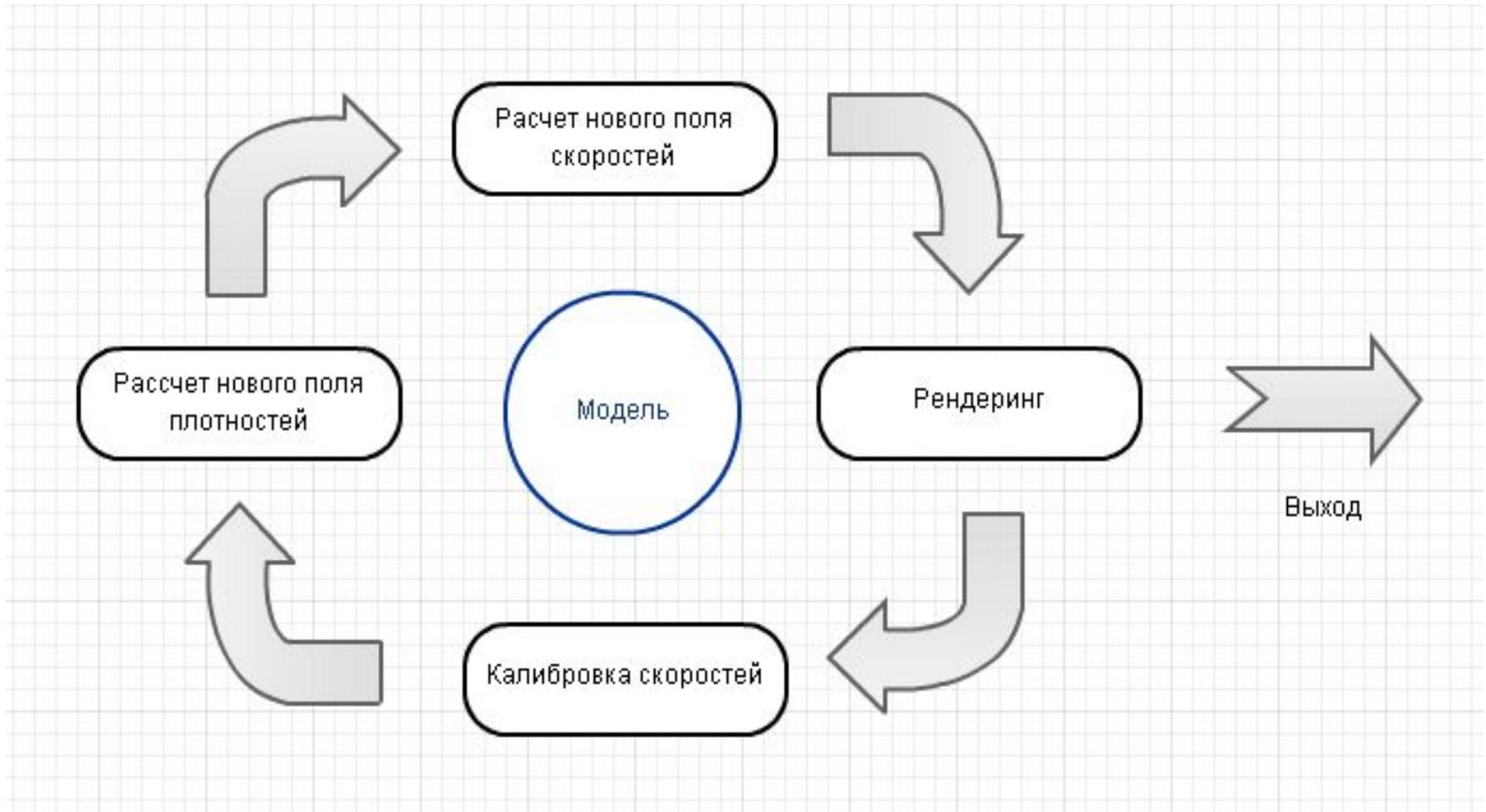
- Диффузия.

```
float a = dt * diff * N * N;  
x[i,j] = (x0[i,j] + a*(x[i-1,j] + x[i+1,j] +  
x[i,j-1] + x[i,j+1])) / (1 + 4*a);
```

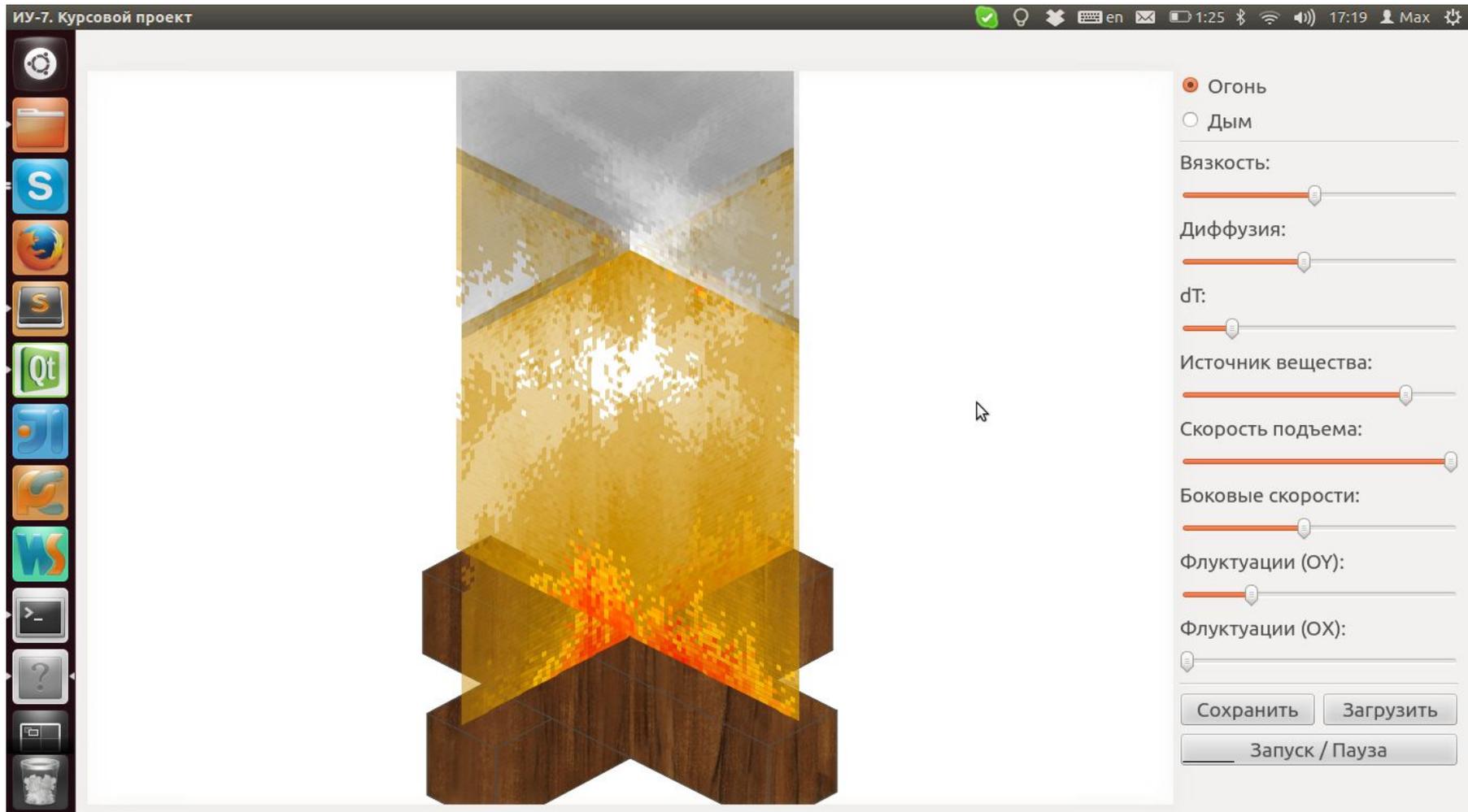
Адвекция.



Анимация.



Внешний вид.



Оптимизация алгоритма.

- Целочисленное решение.
- typedef long FVal;
- #define FPP 9
- // замены для операций умножения и деления
- #define XM(x, y) ((FVal)(((x)*(y))>>FPP))
- #define XD(x, y) ((FVal)(((x)<<FPP)/(y)))
- На сетках размером в 40 ячеек ускорение расчета кадра на 30 %.

Недоработки.

- OpenCL, Cuda.
- Взаимодействие между огнем, дымом и горючим.
- Спрайты вместо полноценного 3D.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.

- Роджерс Д . Алгоритмические основы машинной графики.
- Jos Stam, "Real-Time Fluid Dynamics for Games".
- Гради Буч и др., Объектно-ориентированный анализ и проектирование.
- Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиссидес, Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования
- Макс Шлее Qt 4.8 Профессиональное программирование на C++.

Спасибо за внимание.