

Курсовая работа на тему: «Булевы операции над полигональными моделями»

Выполнили: студенты группы РК9-72

Кобзарь В. А.

Романов А. С.

Руководитель: Хрыков С. С.

Цели

Разработать программу, предоставляющую пользователю возможность выполнения булевых операций (объединение, пересечение, вычитание) над полигональными моделями.

Задачи

1. Обзор и анализ существующих решений
2. Разработка алгоритма реализации булевых операций
3. Написание программы, реализующей выбранный алгоритм
4. Тестирование программы

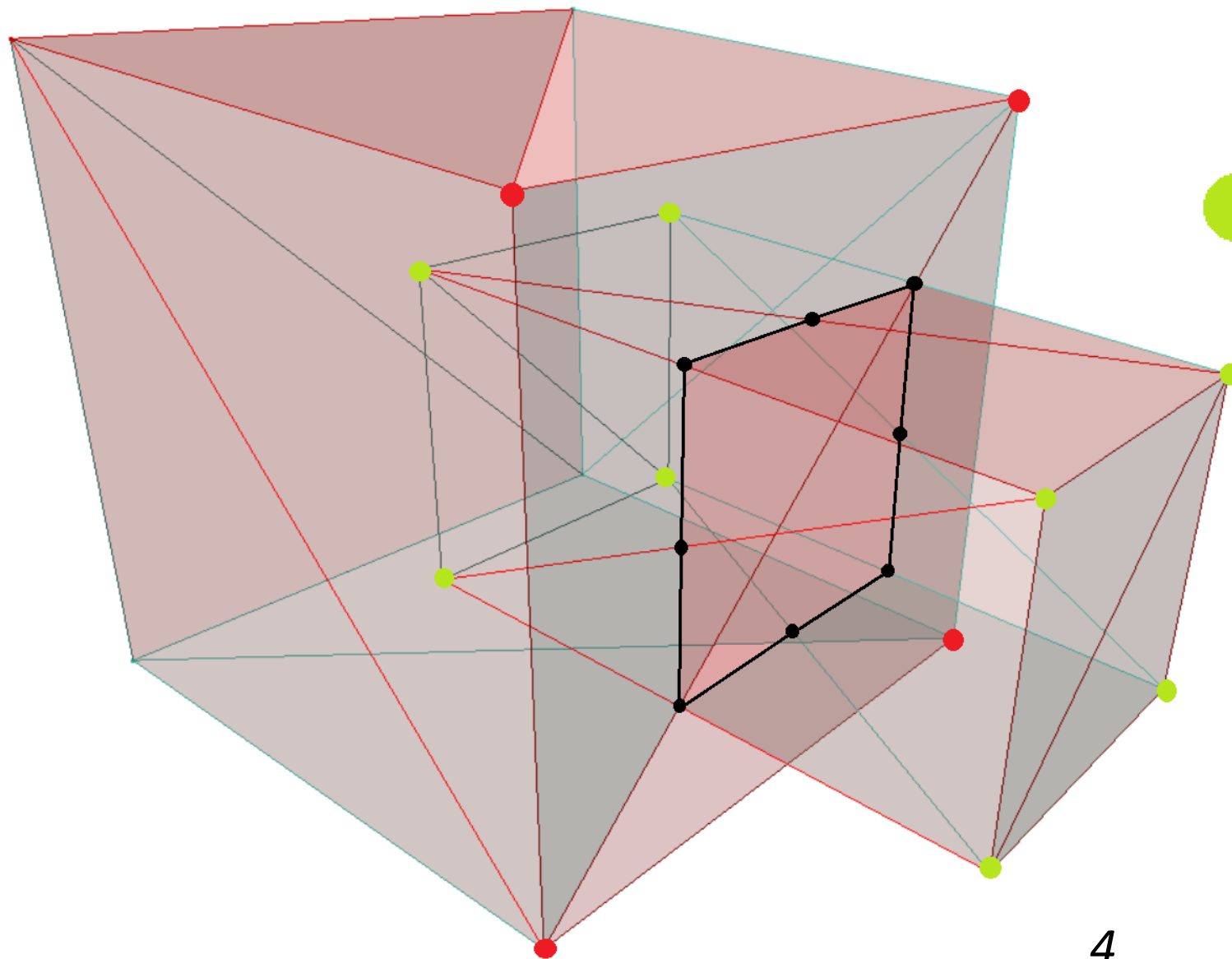
Обзор и анализ существующих решений

Веб – приложений с возможностью выполнения булевых операций не найдено

Разработка алгоритма реализации

1. Поиск линии пересечения двух моделей
2. Триангуляция моделей в областях пересечения
3. Разбиение моделей на внутренние и внешние части
4. Получение результата операции путём сложения частей моделей (в зависимости от операции)

Поиск линии пересечения двух моделей



● - точки пересечения

● ● - вершины треугольников

Результат пересечения двух
треугольников записывается в
Polygon

```
struct Polygon {  
    vector<Point> points;  
    int triangle_index;  
  
    void AddPointsToPolygon(vector<Point>& points);  
};
```

Подзадачи поиска пересечения

1. Предварительная проверка пересечения треугольников

$\pi_2: N_2 \cdot X + d_2 = 0$ - уравнение плоскости

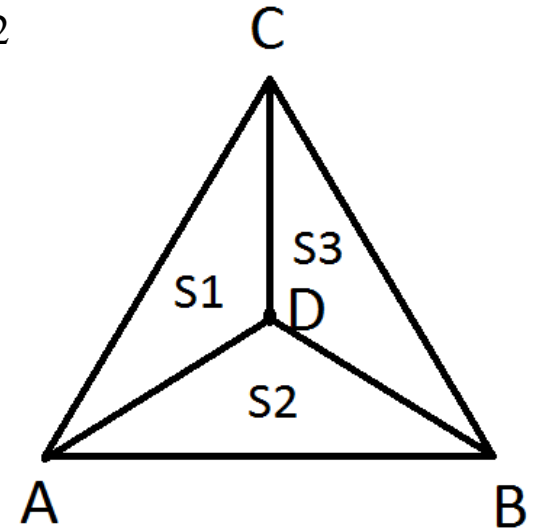
$N_2 = (V_1^2 - V_0^2) \times (V_2^2 - V_0^2)$ - нормаль плоскости π_2 .

$$d_2 = -N_2 \cdot V_0^2$$

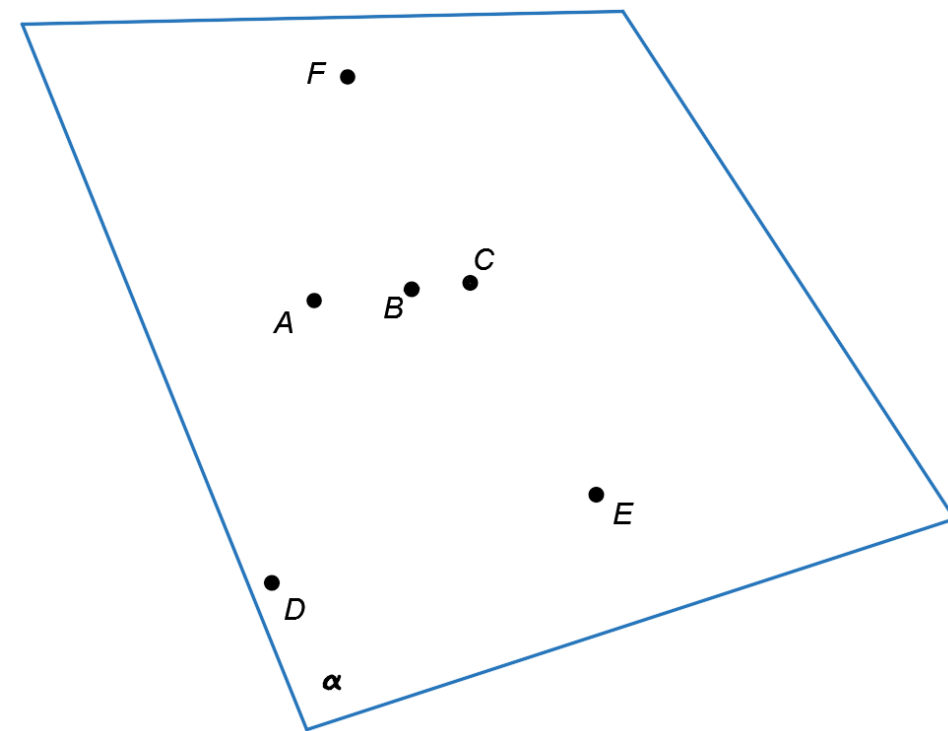
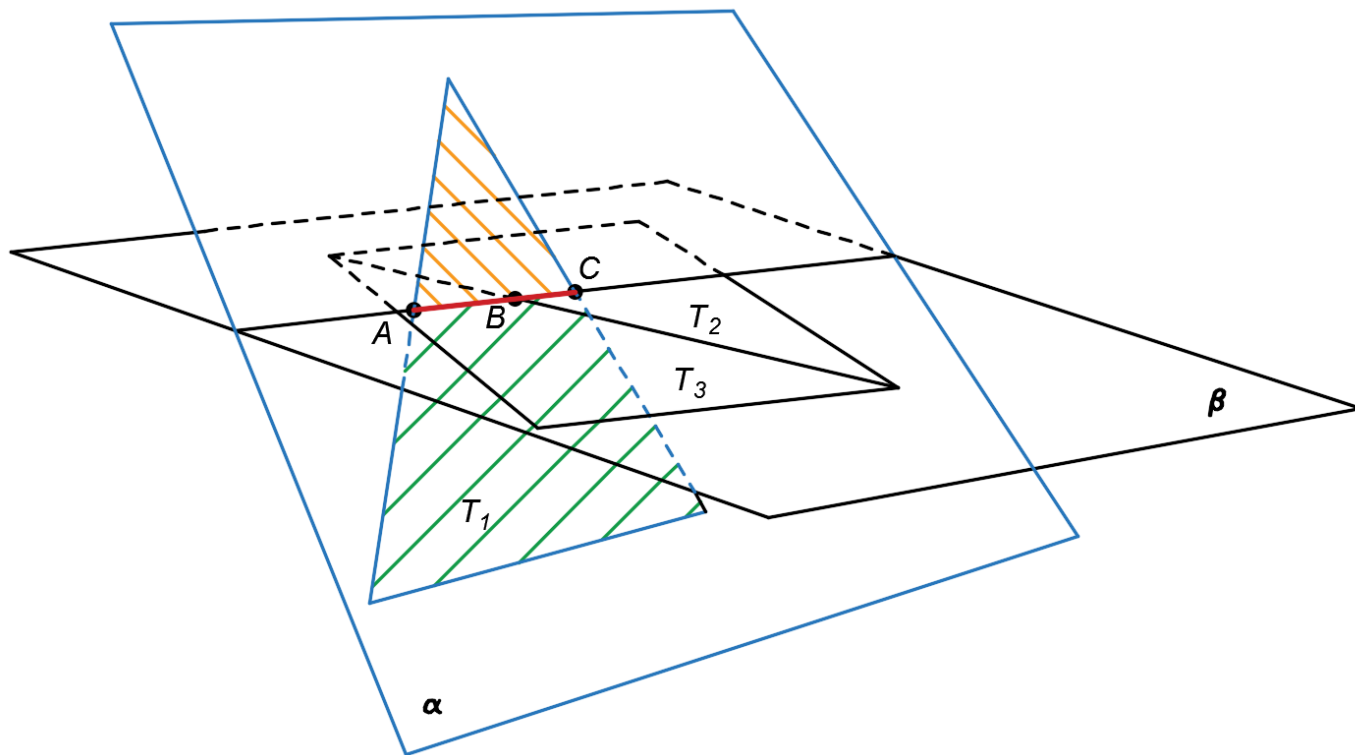
$d_{V_i^1} = N_2 \cdot V_i^1 + d_2, i = 0, 1, 2.$ - расстояния (с учетом знака) от вершин
треугольника T_1 до плоскости π_2

2. Проверка принадлежности точки пересечения треугольникам

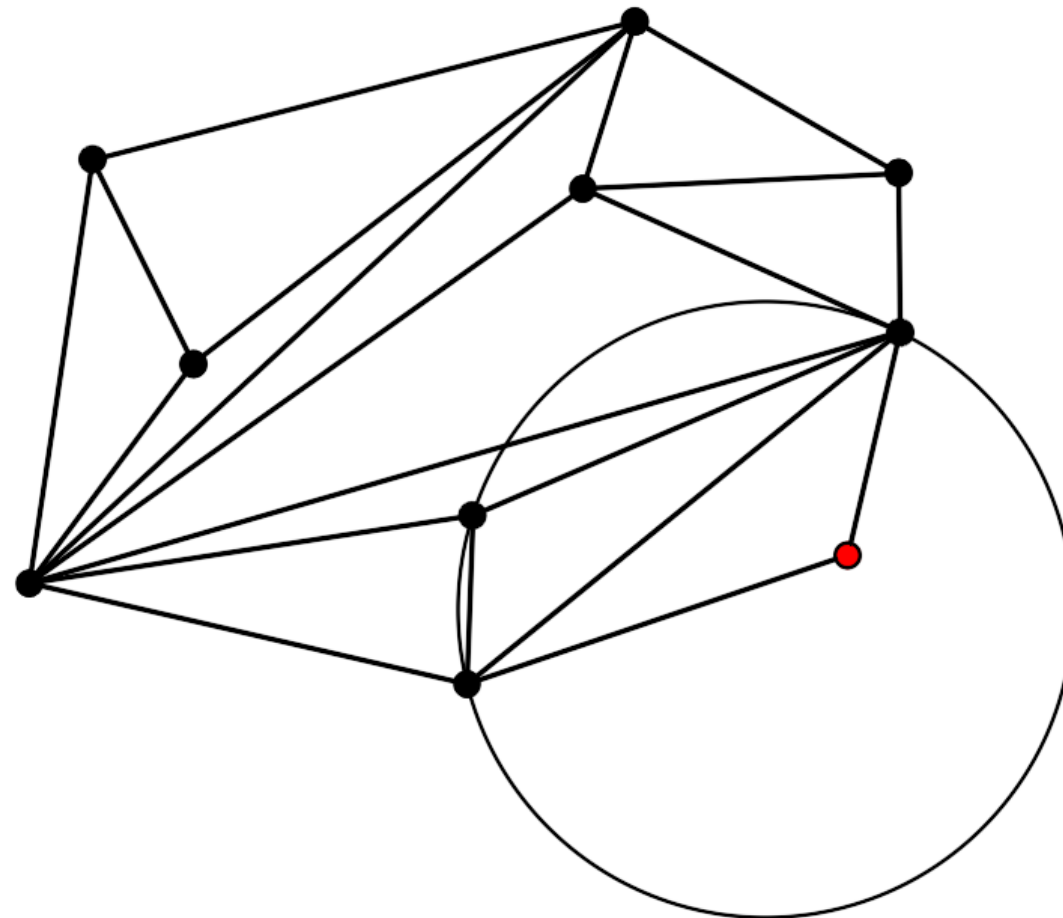
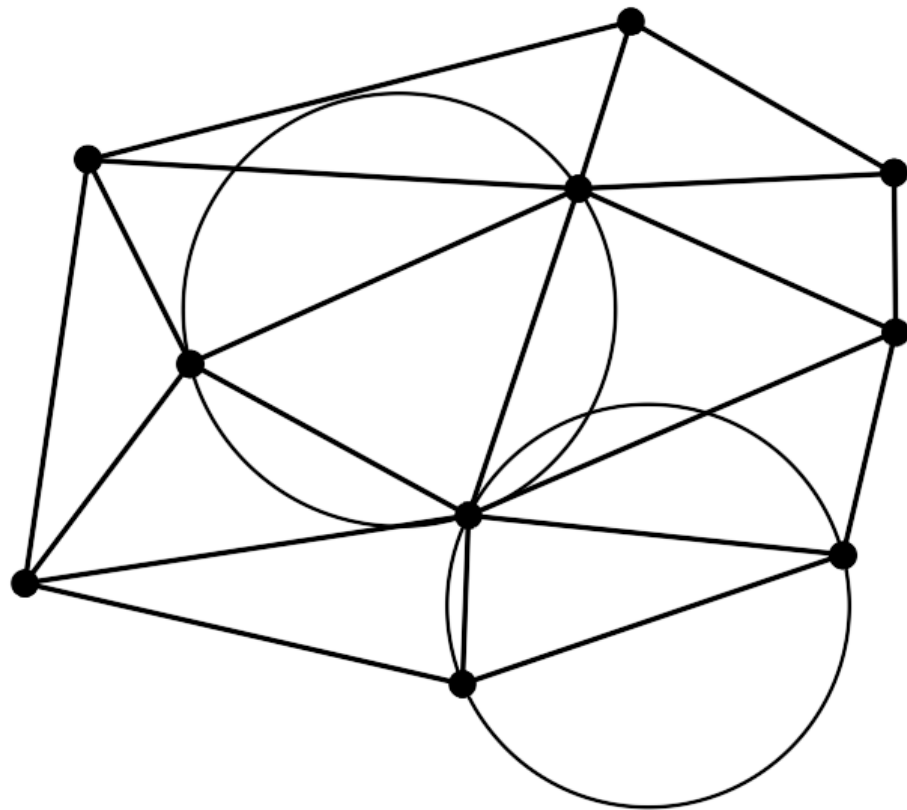
$$S_{ABC} = S_1 + S_2 + S_3$$



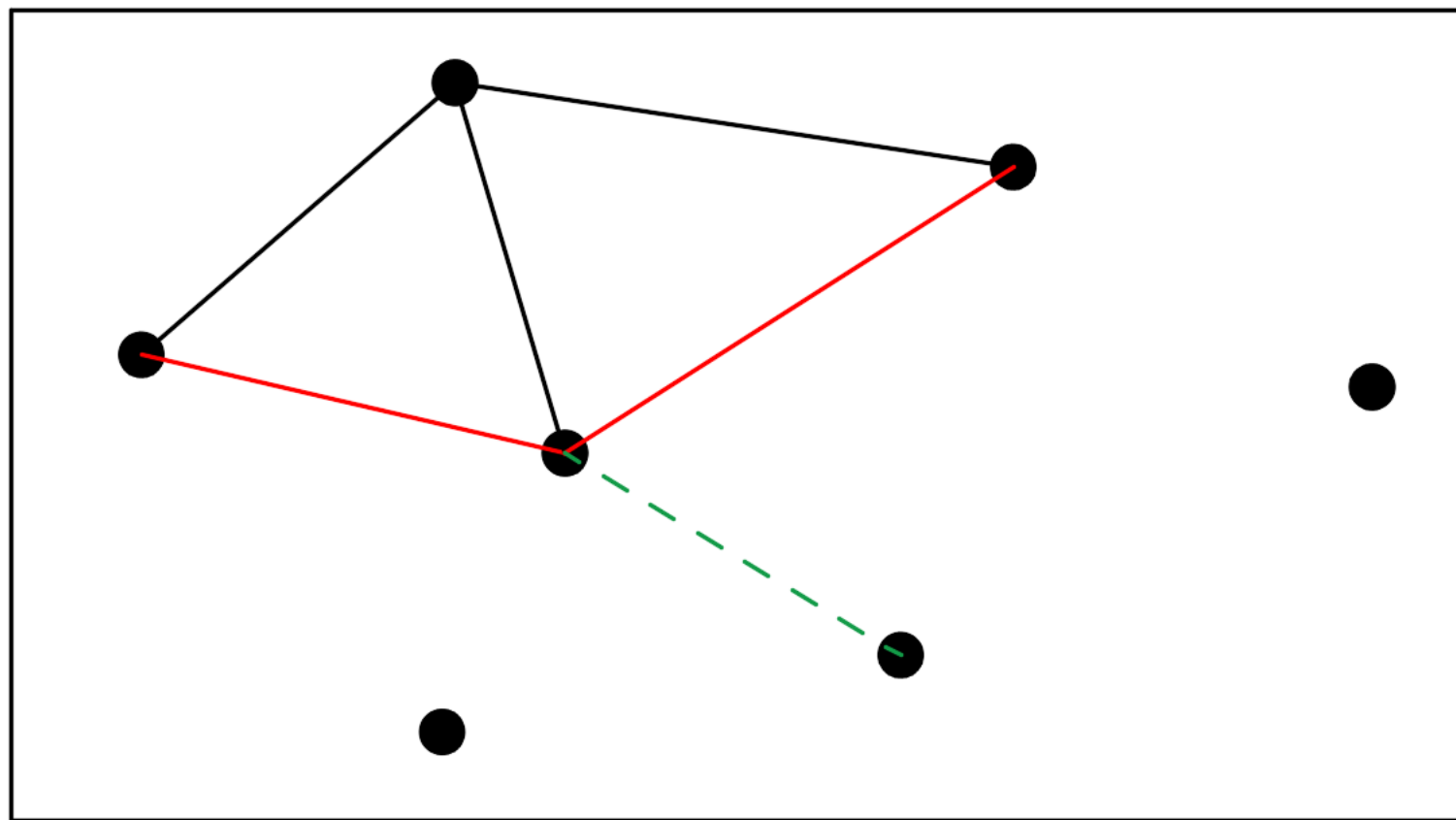
Триангуляция области пересечения



Триангуляция Делоне

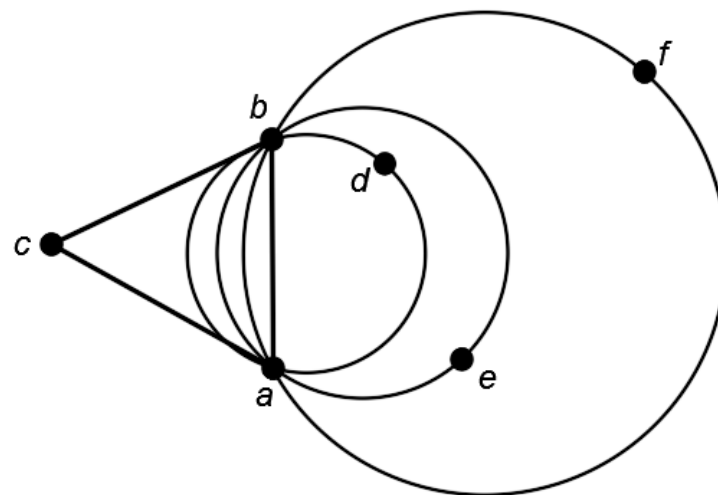
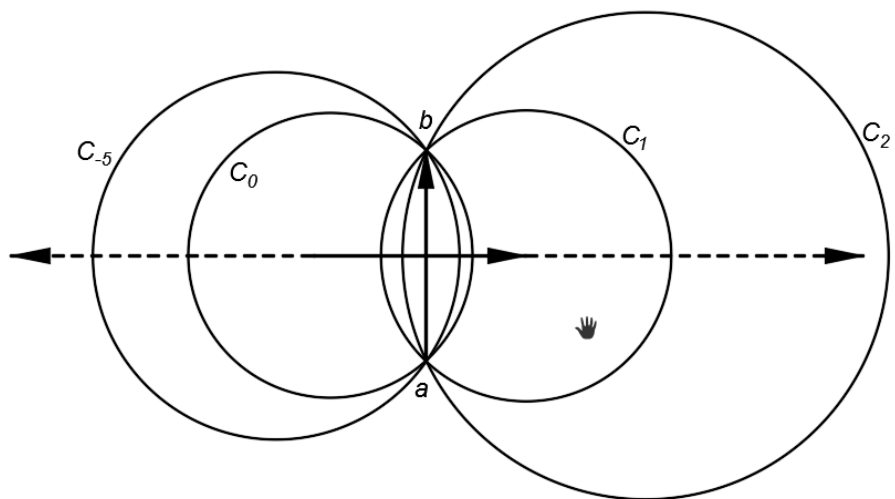
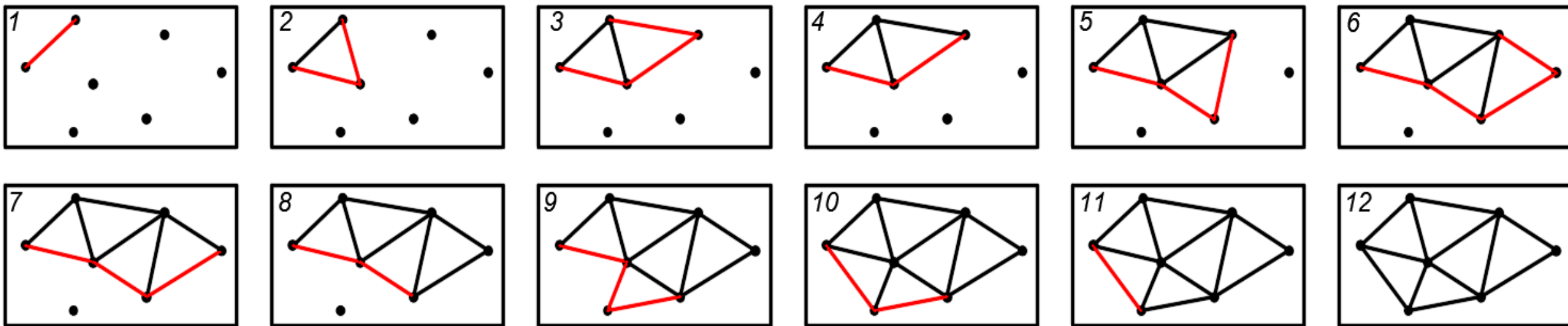


Инкрементальный алгоритм

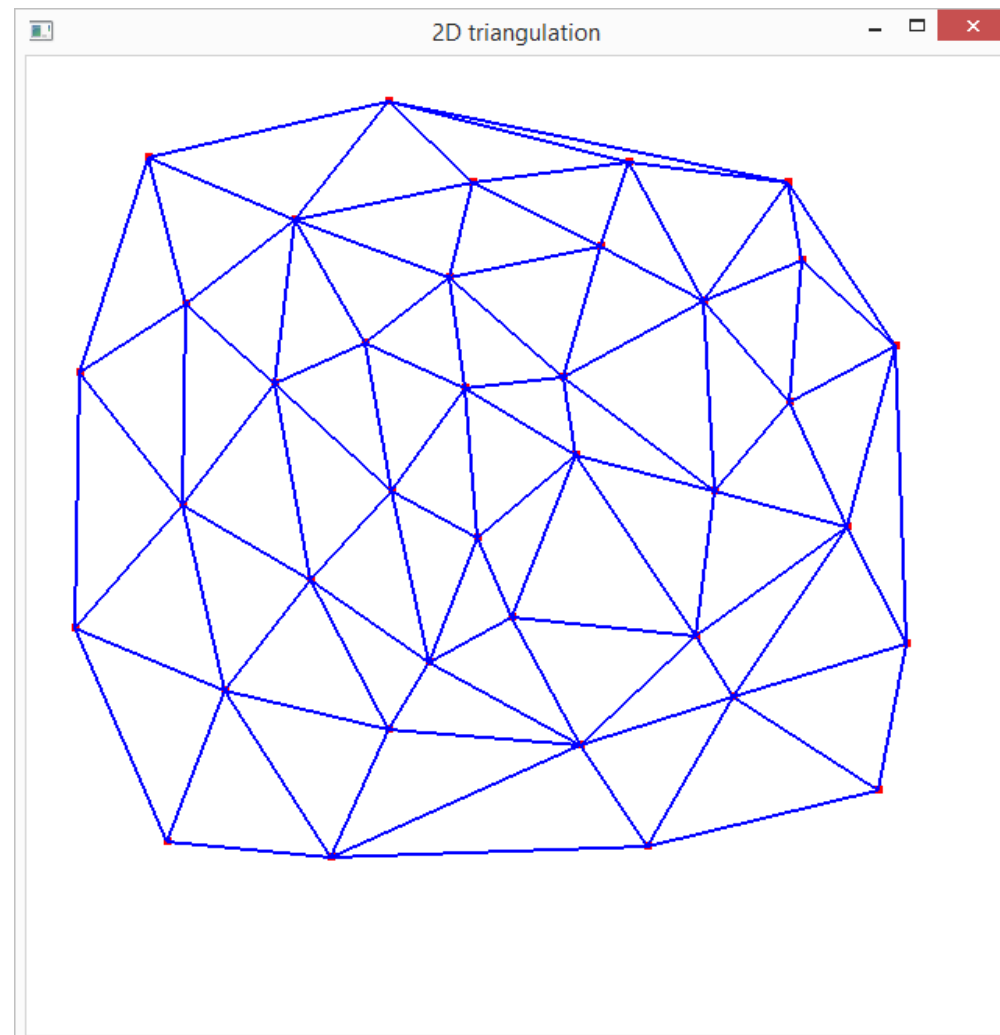
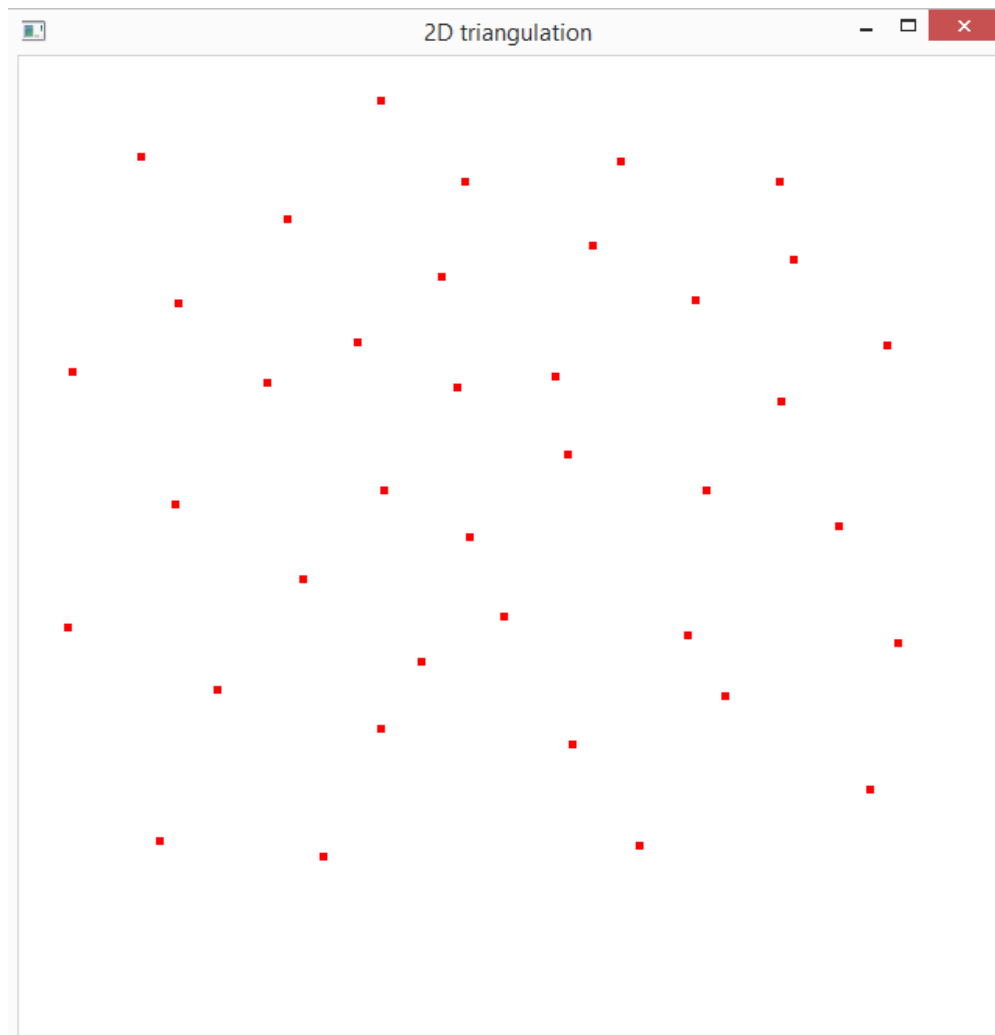


--- -спящее ребро
— -живое ребро
— -мертвое ребро

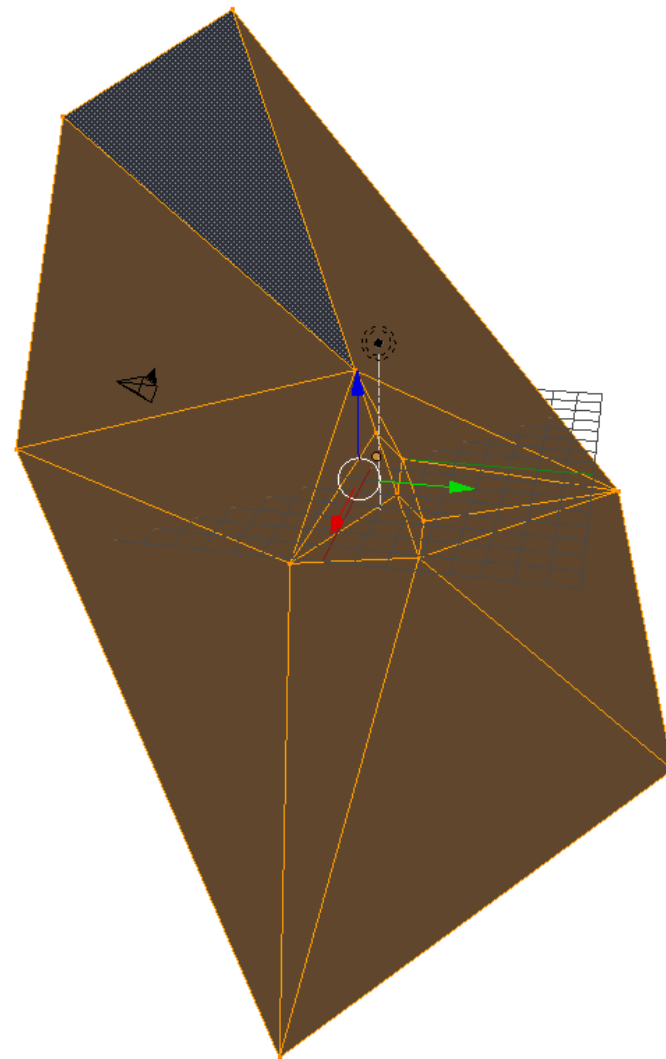
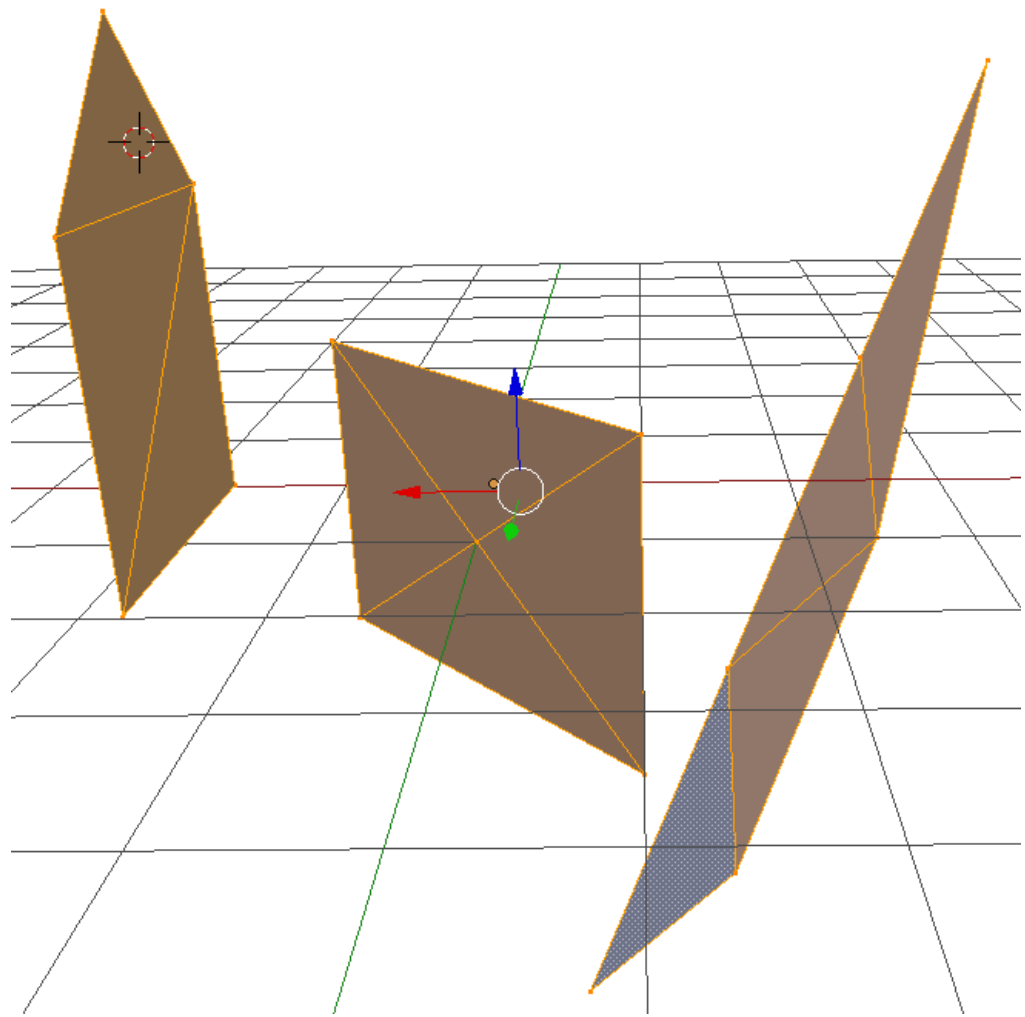
Инкрементальный алгоритм



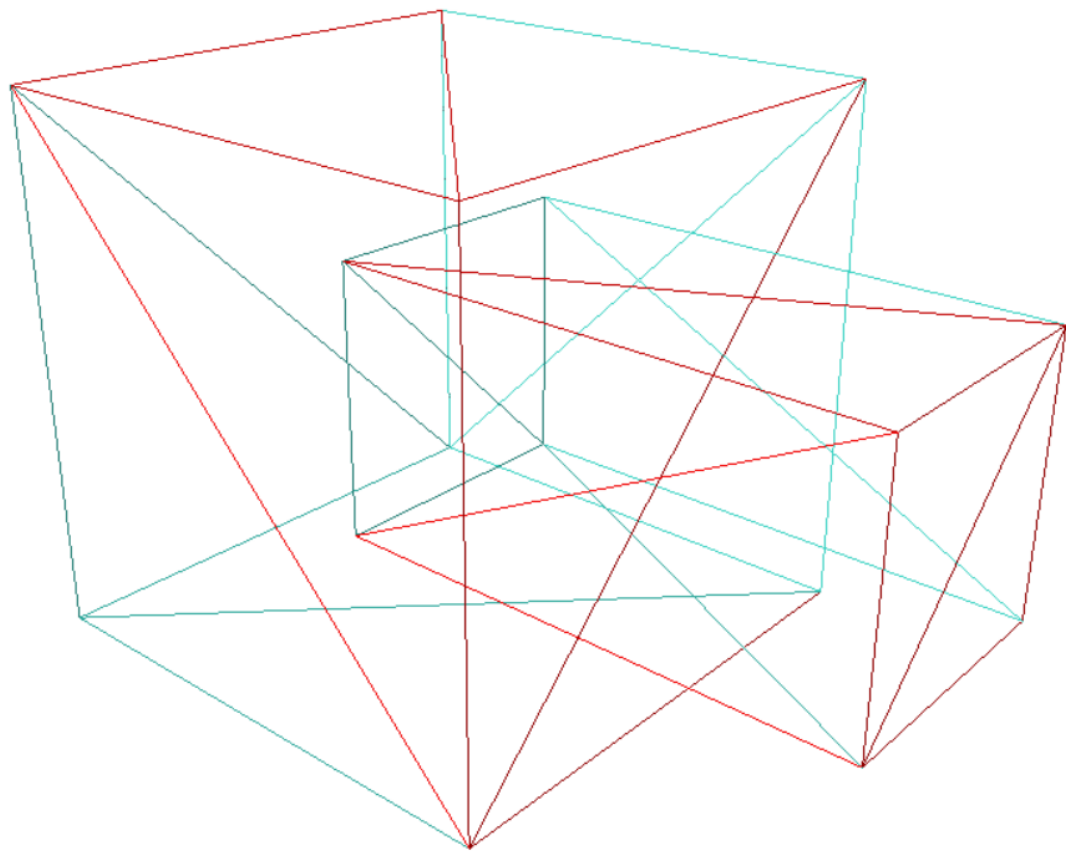
Результат 2D триангуляции



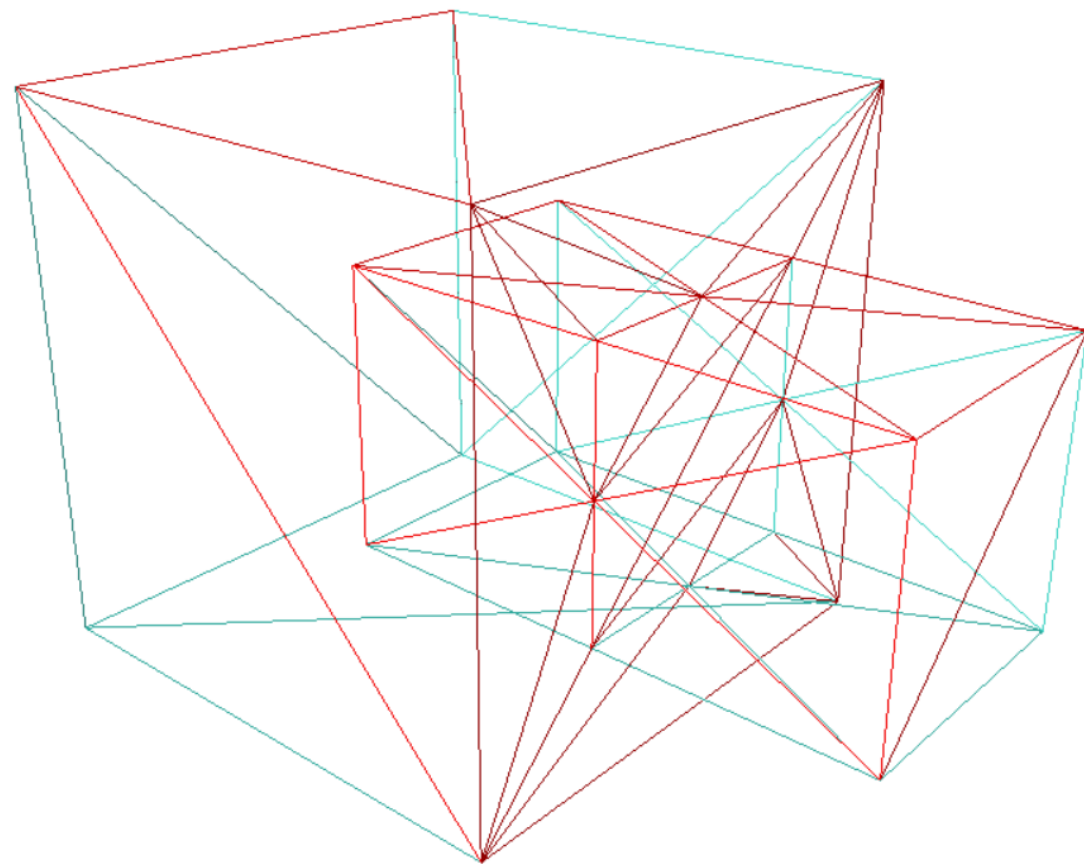
3D триангуляция



Промежуточные результаты

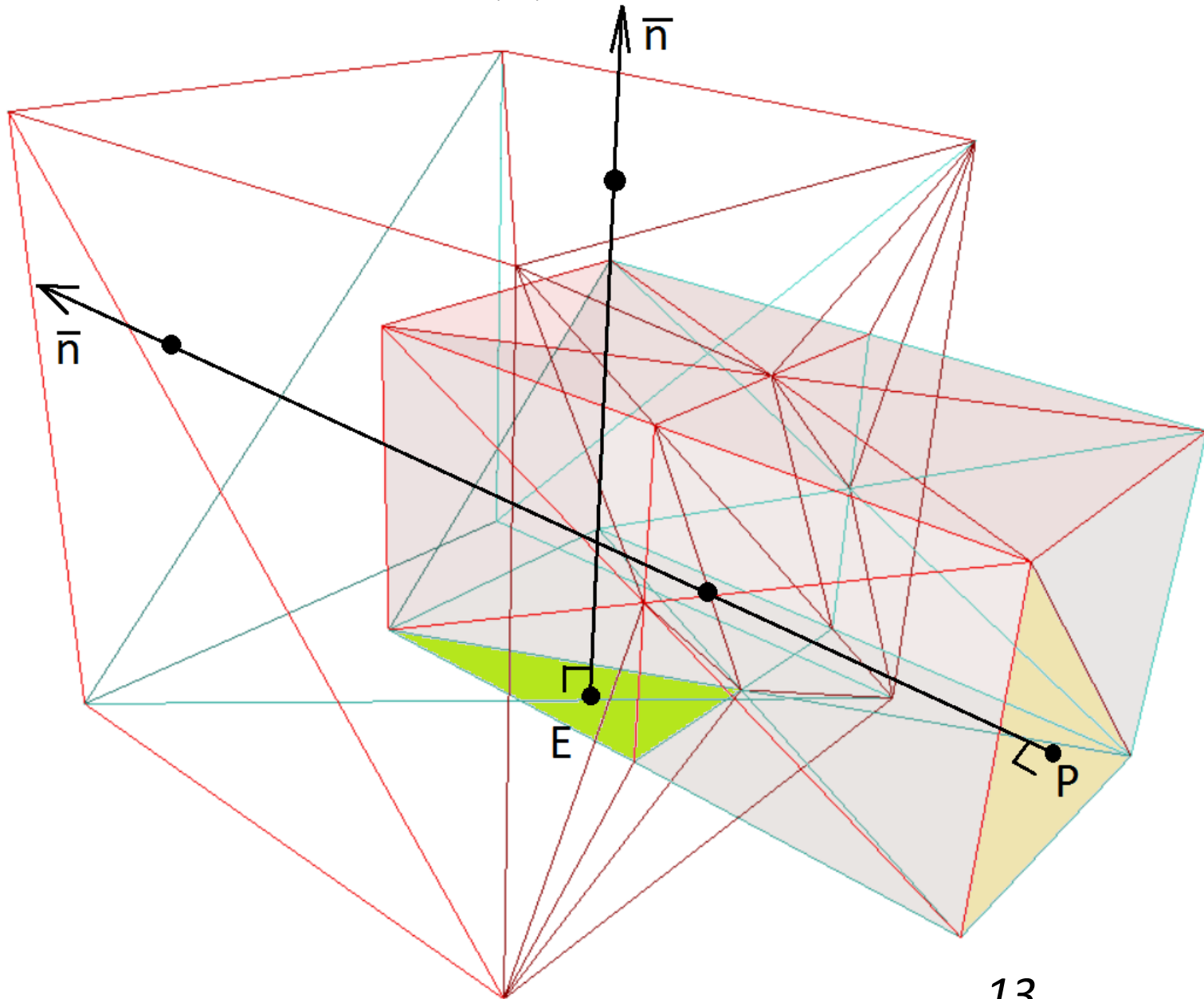


Было



Стало

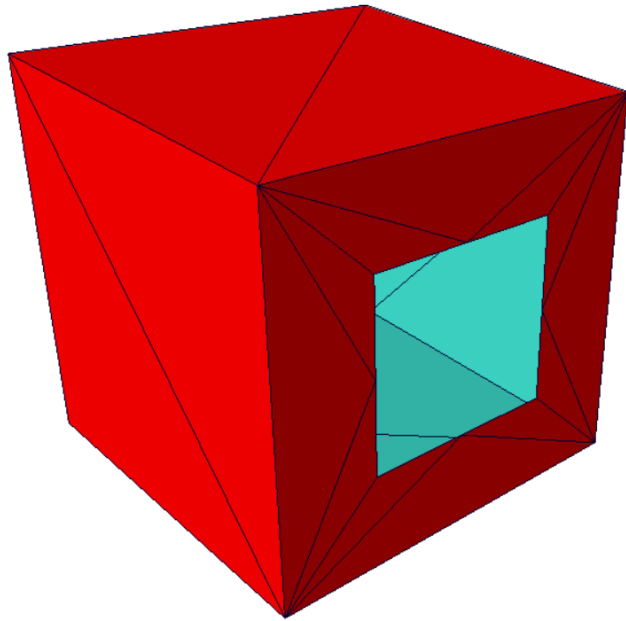
Разбиение моделей на внешние и внутренние части



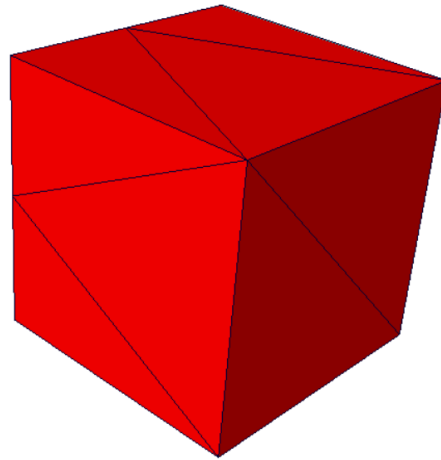
Чётное количество
пересечений – внешняя часть,
нечётное -внутренняя

Получение результата операции путем сложения частей моделей

Внешние части моделей

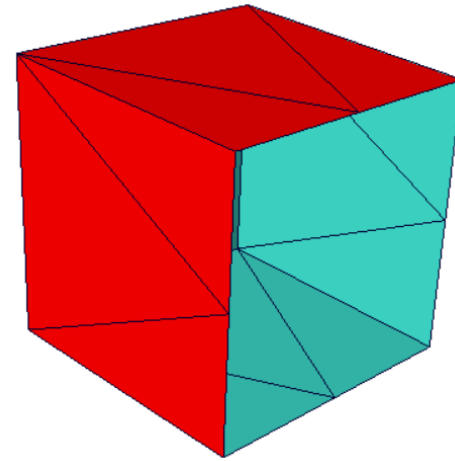


1

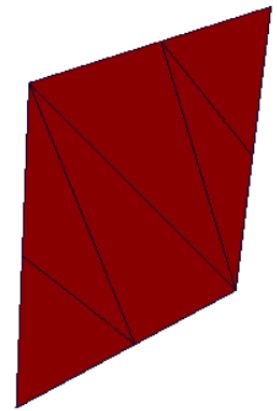


2

Внутренние части моделей



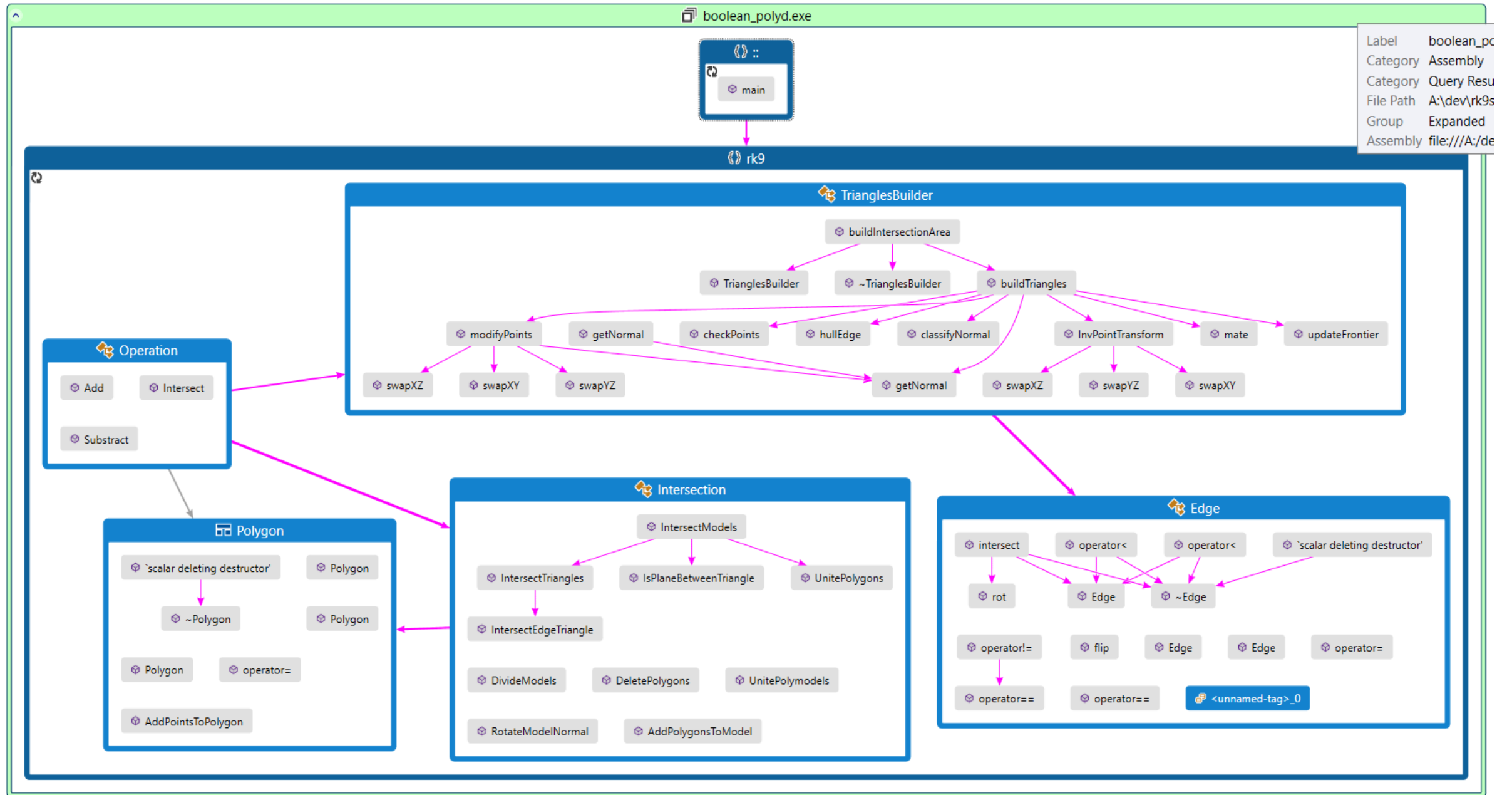
3



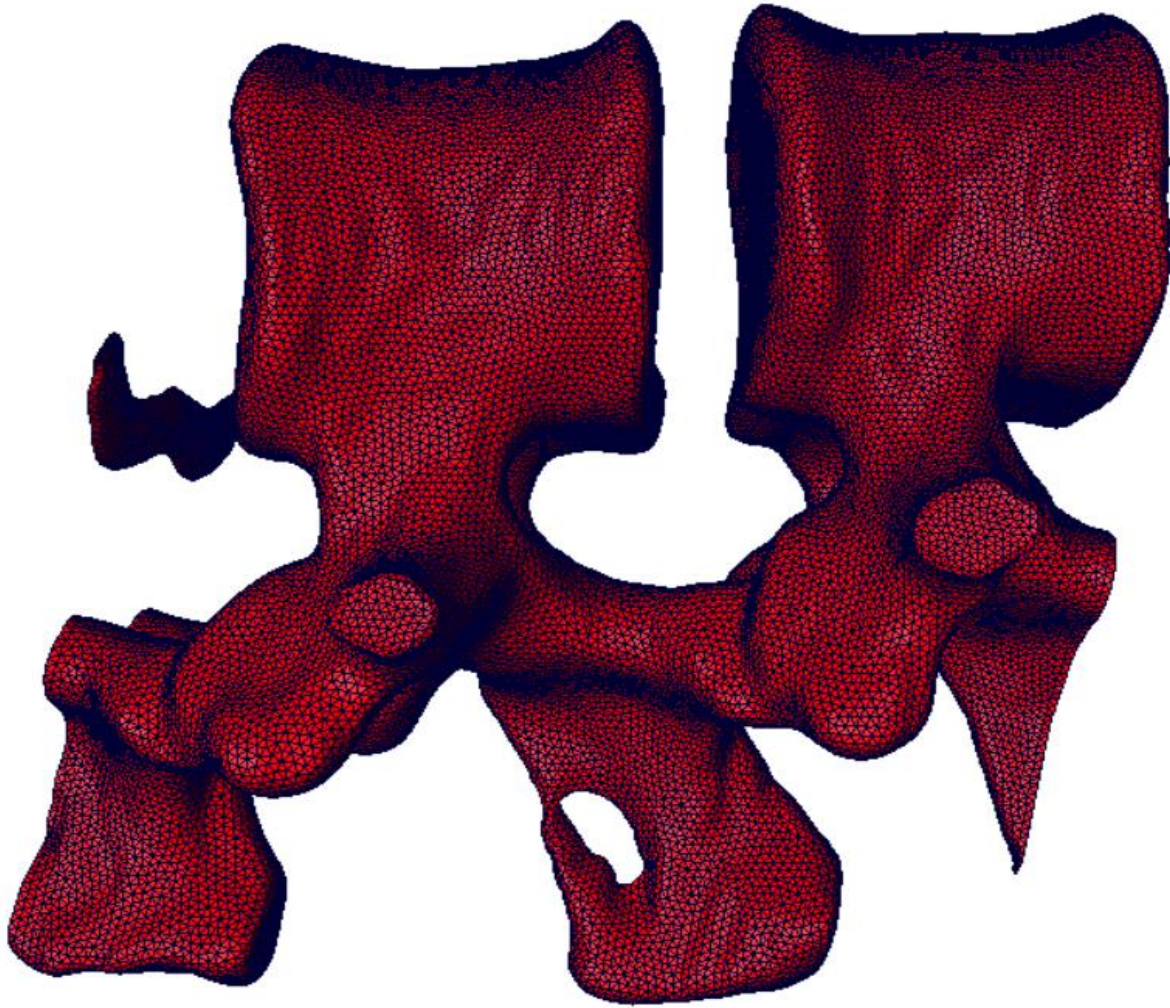
4

1. Объединение = $1 + 2$
2. Пересечение = $3 + 4$
3. Вычитание = $1 + 3 \parallel 2 + 4$

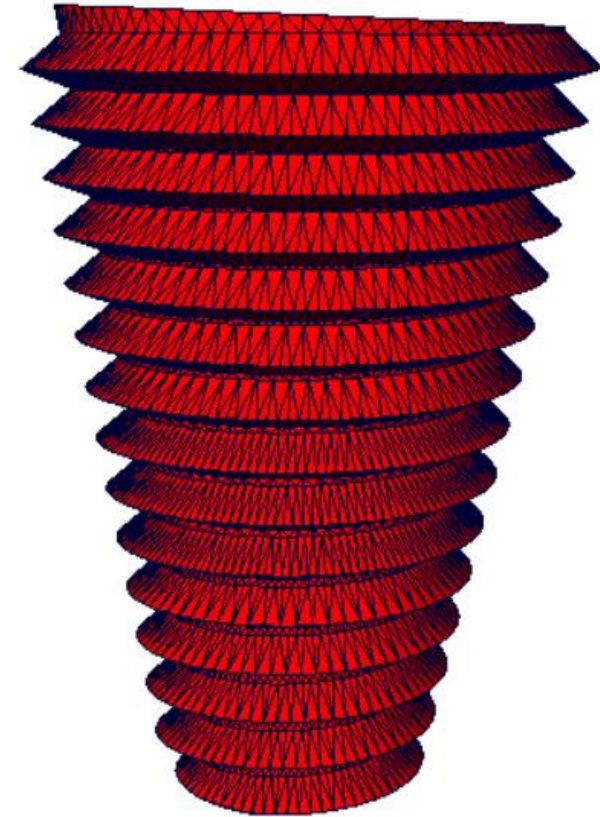
Code Map



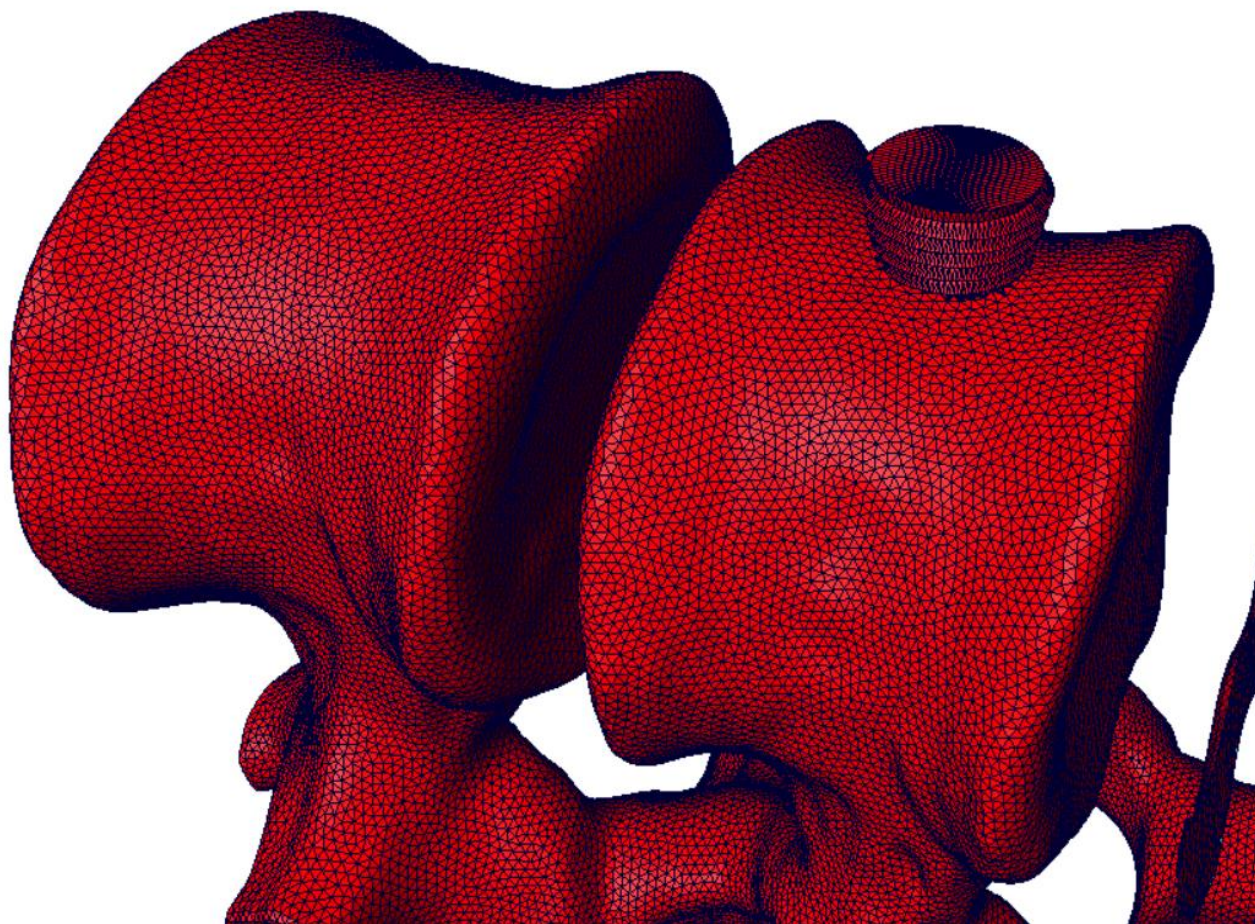
Тестирование



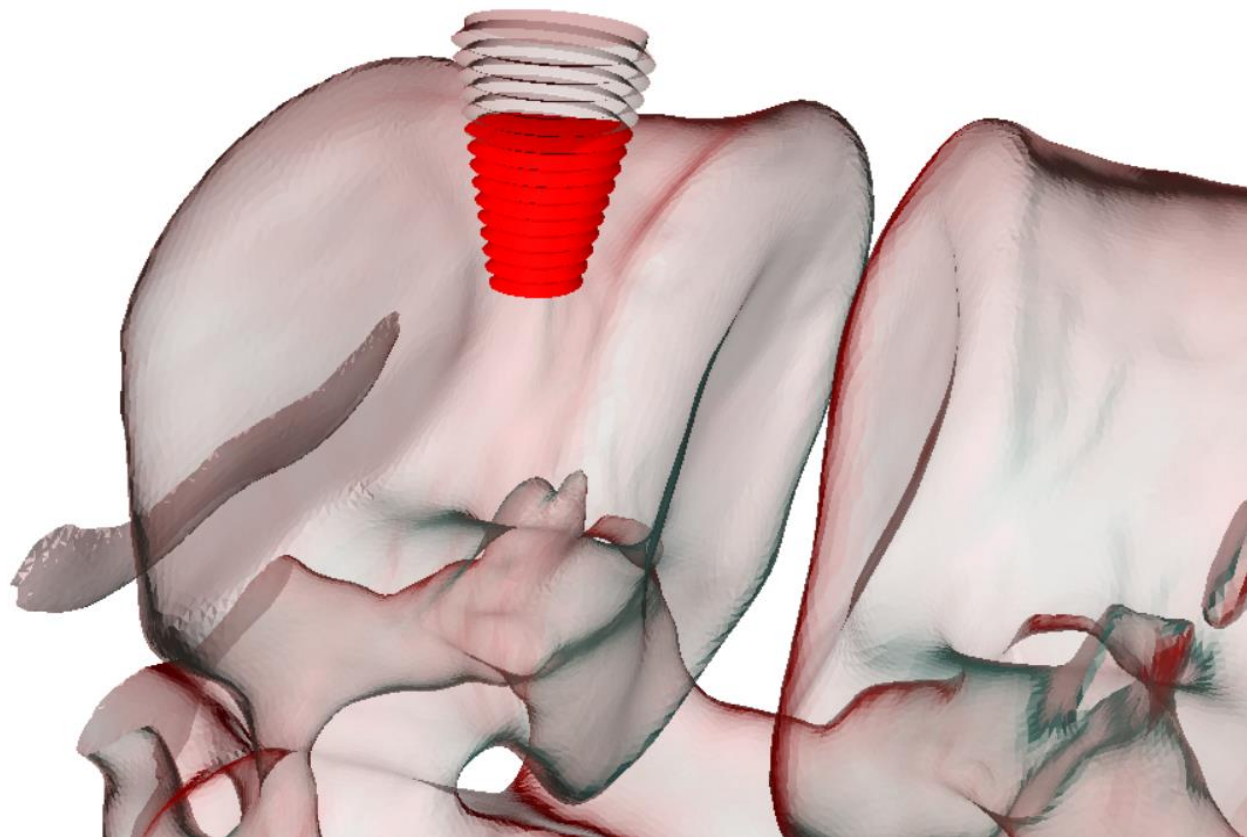
Позвонки



Конус с резьбовой поверхностью

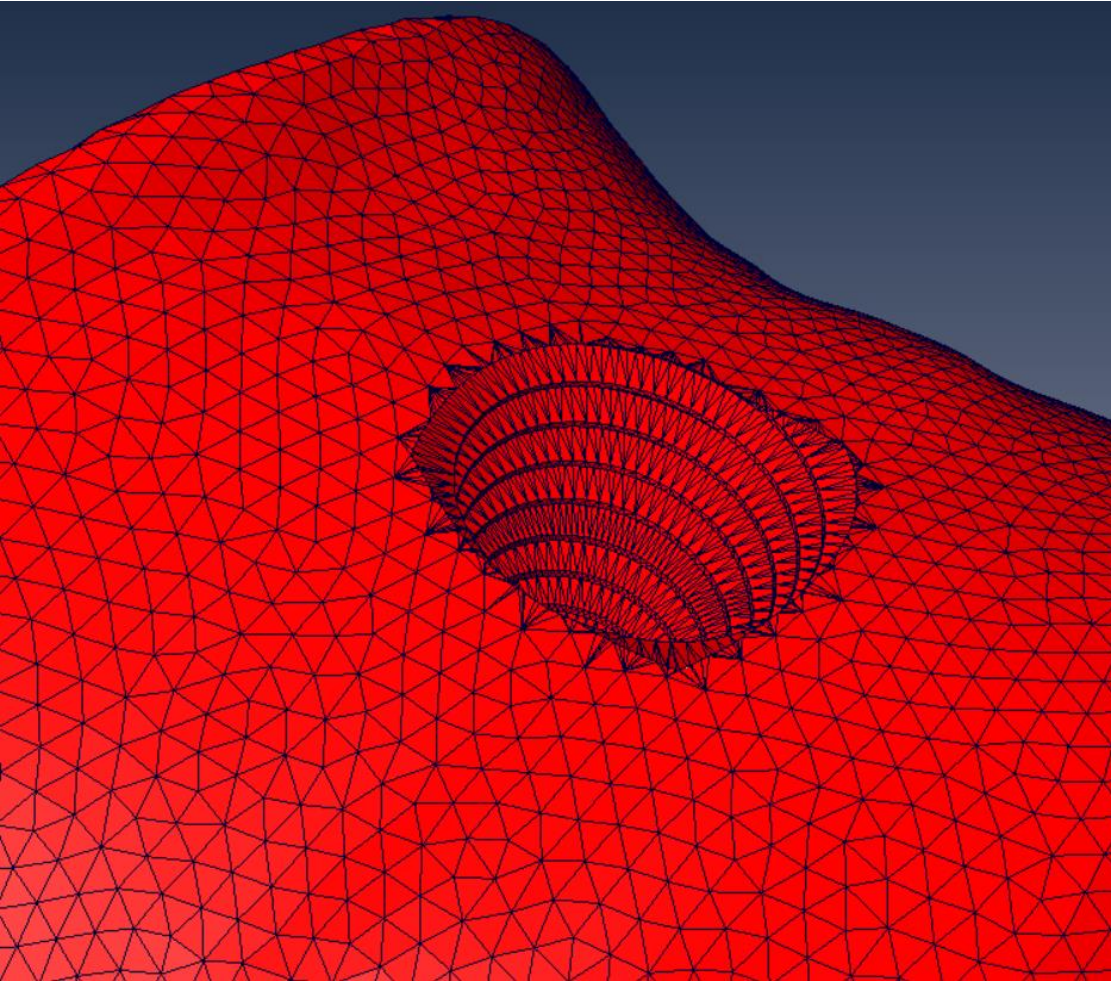


Объединение

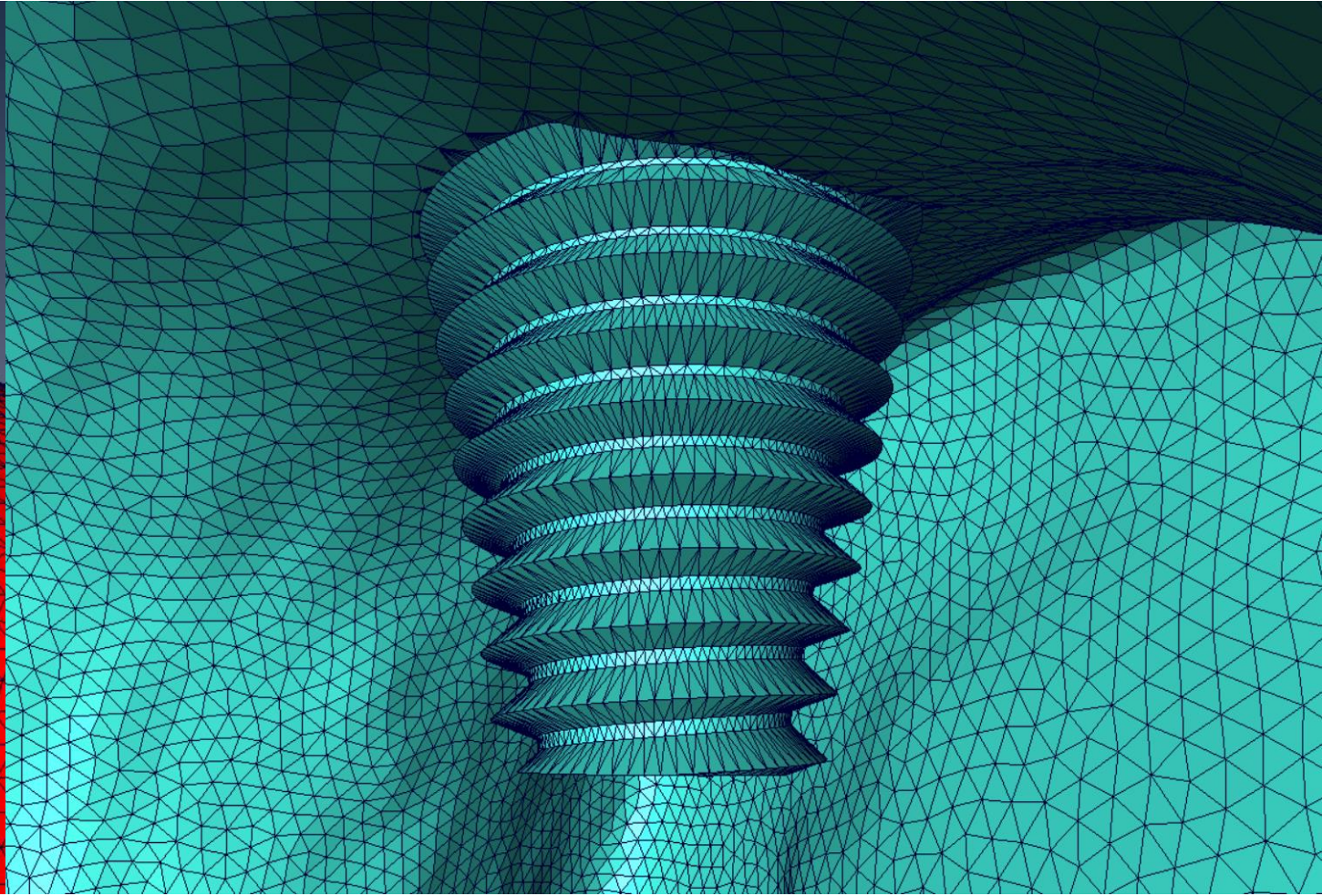


Пересечение

Вычитание конуса из кости



Вид снаружи



Вид изнутри

Результаты тестирования

Тестируемые модели (количество треугольников)	Операция	Количество дыр	Non- manifold edges*	Время операции, с
Конус/сфера (378/1280)	Объединение	0	0	<1
	Пересечение	0	0	<1
	Вычитание	0	0	<1
Куб/параллелепипед (12/12)	Объединение	0	0	<1
	Пересечение	0	0	<1
	Вычитание	0	0	<1
Кость позвоночника/ Конический винт (95986/9294)	Объединение	0	2	32
	Пересечение	1	0	32
	Вычитание	0	2	32

*Non-manifold edges – это ребра, которые включены в более, чем два треугольника

Дальнейшее развитие

- Улучшение быстродействия
- Интеграция кода, написанного однопруппниками

Спасибо за внимание