



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Программа генерации трёхмерного ландшафта в дополненной реальности

Студент: Малышев Иван Алексеевич ИУ7-51Б

Научный руководитель: Кивва Кирилл Андреевич

Цель и задачи

Цель: проектирование и создание программного обеспечения для генерации трёхмерного ландшафта и отображения его в дополненной реальности.

Задачи:

- Формализовать объекты синтезируемой сцены и преобразования над ней;
- Провести анализ существующих алгоритмов синтеза ландшафта и отображения виртуальной сцены в дополненной реальности, обосновать оптимальность выбранных алгоритмов;
- Реализовать выбранные алгоритмы;
- Разработать программный продукт для визуализации и преобразования виртуальной сцены в дополненной реальности.

Дополненная реальность

- Дополненная реальность – технология взаимодействия человека и компьютера, которая программным образом совмещает пространство реальных объектов и виртуальный мир, воссозданный на компьютере.
- Основные направления:
 - технология на базе маркеров;
 - «безмаркерная» технология;
 - «пространственная» технология.



Использованные методы и алгоритмы

- Способ представления трёхмерной модели: поверхностная модель
- Способ хранения полигональной сетки: список граней
- Способ представления данных о ландшафте: карта высот
- Алгоритм генерации ландшафта: шум Перлина
- Алгоритм удаления невидимых линий и поверхностей: алгоритм с Z-буфером
- Метод закрашивания: закрашка Гуро
- Алгоритм построения теней: теневой Z-буфер
- Алгоритм наложения текстур: перспективно-корректное текстурирование
- Способ реализации дополненной реальности: маркерная технология на основе ArUco

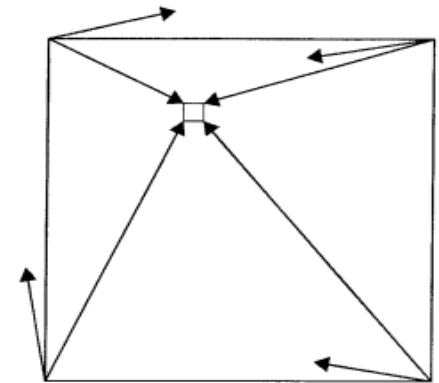
Шум Перлина

1. Задать случайные данные на основе данных ячейки сетки:

- определить сетку поверх карты высот;
- в каждой точке сетки определить случайный градиент единичной длины, который указывает в случайном направлении в пределах каждого из квадратов;
- построить 4 диагональных вектора, соединяющие углы ячейки сетки и текущий пиксель;
- вычислить скалярные произведения между градиентом и диагональным вектором для каждого угла ячейки сетки.

2. Интерполировать полученные данные для вычисления значения высоты пикселя:

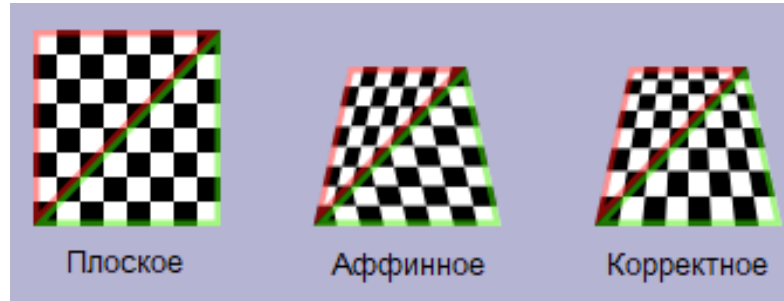
- Смешать значения скалярных произведений в верхних и нижних углах с помощью линейной интерполяции с использованием веса по x ;
- Смешать эти значения с помощью линейной интерполяции с использованием веса по y .



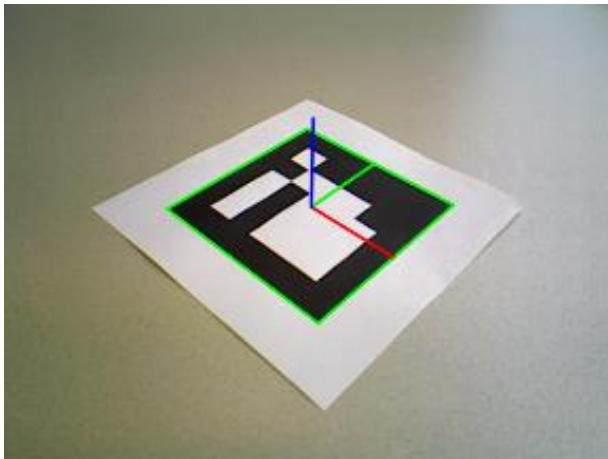
Перспективно-корректное текстурирование

Цвет очередного пикселя с учётом текстуры вычисляется следующим образом:

- $u_\alpha = \frac{(1-\alpha)\frac{u_0}{z_0} + \alpha\frac{u_1}{z_1}}{(1-\alpha)\frac{1}{z_0} + \alpha\frac{1}{z_1}}, \alpha = \frac{x-x_0}{x_1-x_0};$
- $v_\alpha = \frac{(1-\alpha)\frac{v_0}{z_0} + \alpha\frac{v_1}{z_1}}{(1-\alpha)\frac{1}{z_0} + \alpha\frac{1}{z_1}}, \alpha = \frac{y-y_0}{y_1-y_0};$
- $x_{pixel} = floor((M_x - 1) * u_\alpha), y_{pixel} = floor((M_y - 1) * v_\alpha),$ где M_x, M_y – ширина и высота текстуры в растре.



Получение матрицы преобразований



$$\xrightarrow[r = \text{Rodrigues}(r)]{r, t} M_{\text{преобр}} = \begin{bmatrix} R & | & t \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Синтез реального и виртуального изображения



$M_{\text{преобр}}$

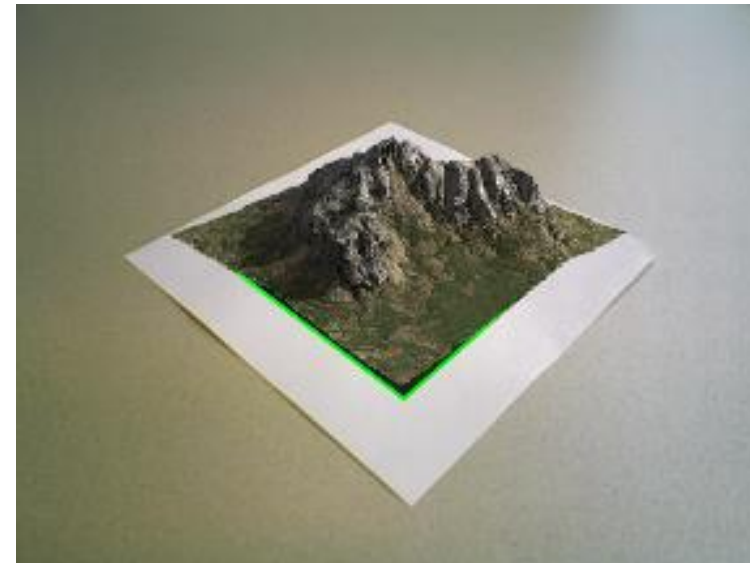
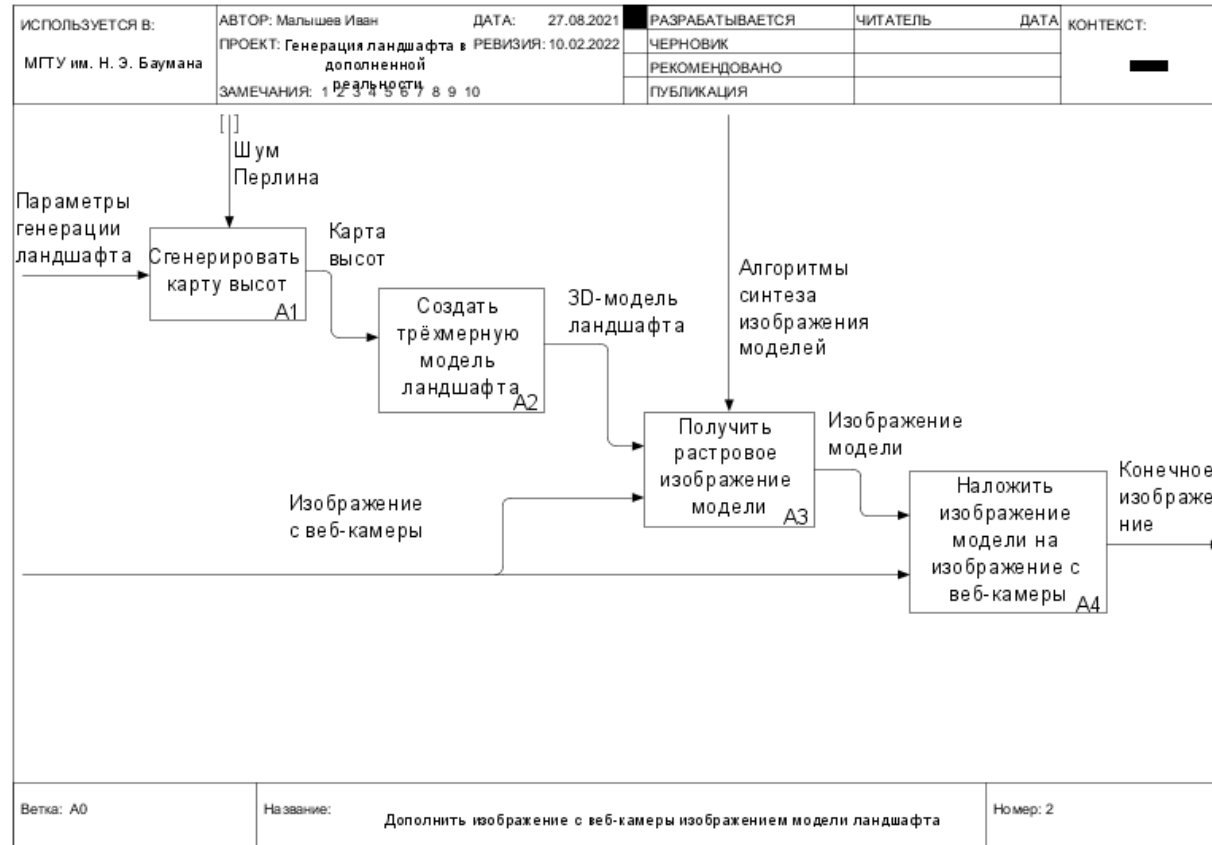
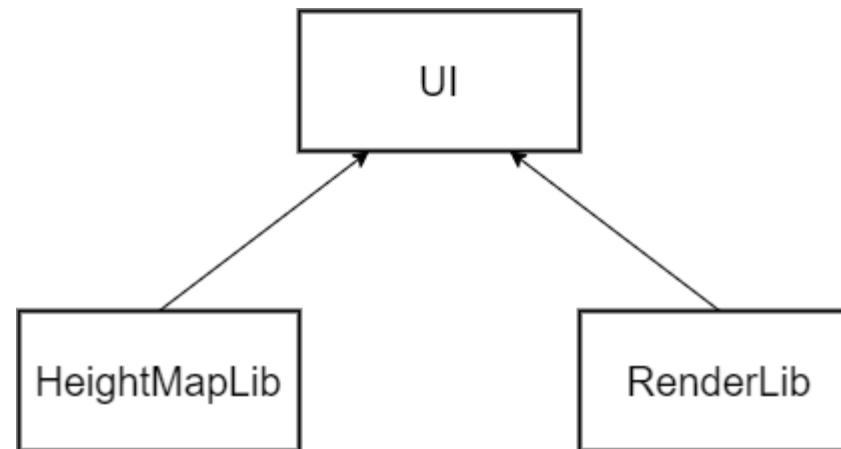


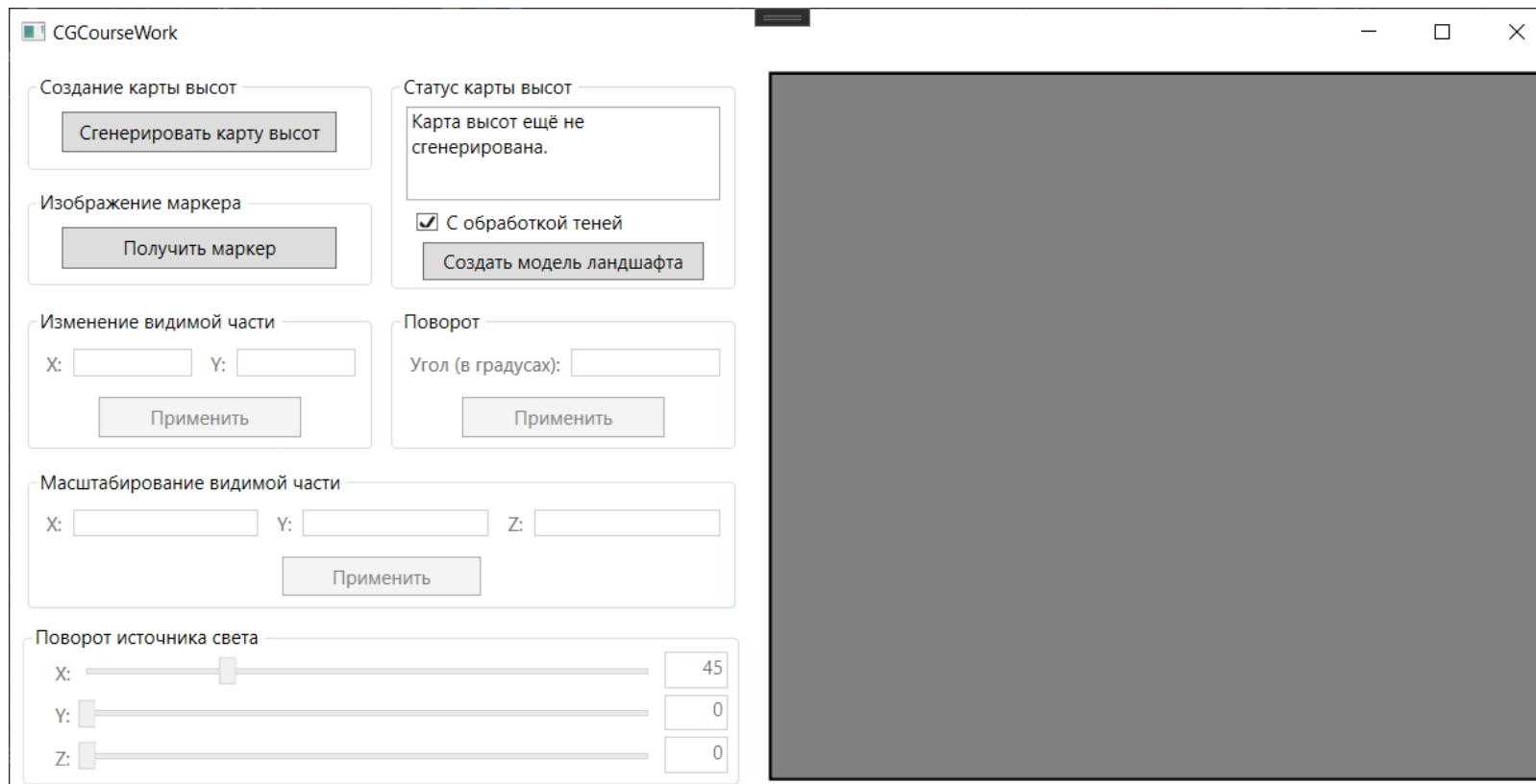
Схема синтеза реального и виртуального изображения



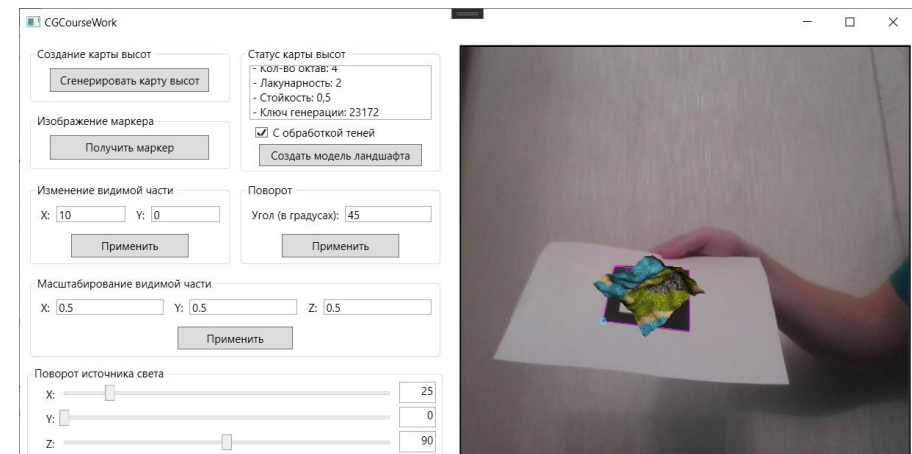
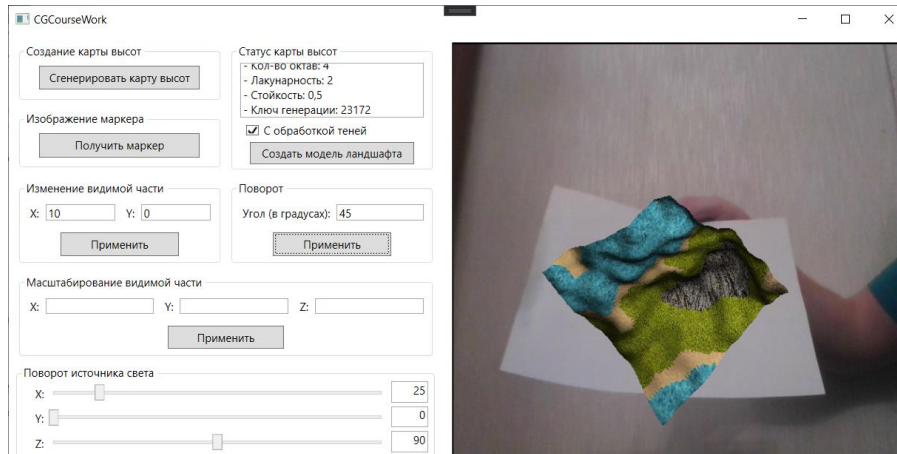
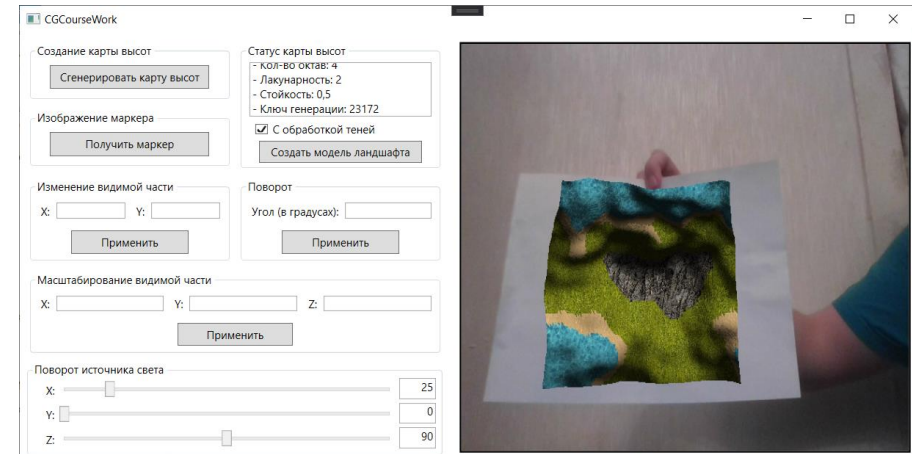
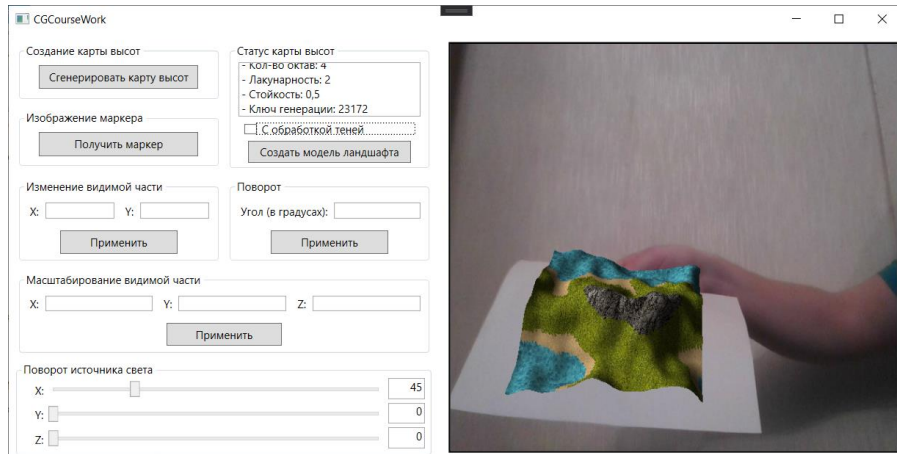
Структура комплекса программ



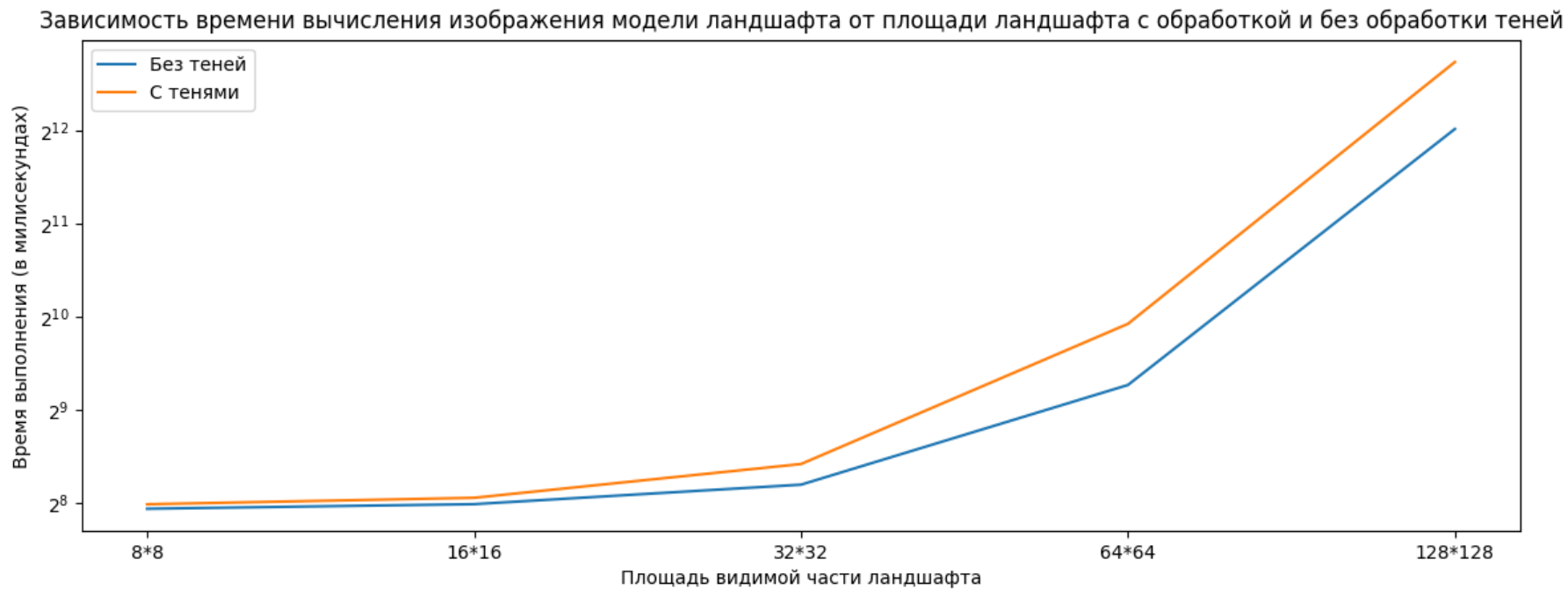
Интерфейс программы



Демонстрация работоспособности ПО



Результаты исследований



Заключение

- Формализованы объекты синтезируемой сцены и преобразования над ней.
- Проведён анализ существующих алгоритмов синтеза ландшафта и отображения виртуальной сцены в дополненной реальности, обоснована оптимальность выбранных алгоритмов.
- Реализованы выбранные алгоритмы.
- Разработан программный продукт для визуализации и преобразования виртуальной сцены в дополненной реальности.

Развитие проекта

- В качестве развития проекта можно предложить:
 - изучение технологий, реализующих необходимые алгоритмы на видеокартах;
 - реализацию функций для добавления трёхмерных моделей на поверхность ландшафта или редактирования рельефа ландшафта.