



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)

Моделирование трехмерного горного ландшафта

Дисциплина: Компьютерная графика

Студент: Беляев Никита Александрович

Научный руководитель: Вишневская Татьяна Ивановна

2024 г.

Цель и задачи

Цель работы – разработка ПО для построения трехмерного горного ландшафта.

Для достижения поставленной цели требуется решить **задачи** :

1. Формализовать объекты сцены, описать и сравнить некоторые существующие методы построения ландшафта.
2. Спроектировать выбранные для реализации алгоритмы.
3. Реализовать и протестировать ПО для построения ландшафта.
4. Провести серию исследований временных характеристик реализованного ПО.

Формализация объектов сцены

Сцена содержит следующие объекты:

1. Модель ландшафта – трехмерная модель, заданная полигональной сеткой.
2. Источник света – вектор.
3. Наблюдатель – вектор.

Сравнение способов представления карты высот

Способ	Совместимость с матричными преобразованиями	Совместимость с декартовой системой координат
Регулярная сетка	+	+
Симплексная сетки	–	–
Карта сегментов	–	–

Сравнение алгоритмов генерации карты высот

Алгоритм	Количество дополнительных точек для вычисления высоты в данной точке	Возможность модификации	Отсутствие артефактов
Value Noise	0	–	–
Perlin Noise	4	+	–
Simplex Noise	3	+	+

Сравнение алгоритмов удаления невидимых ребер

Алгоритм	Трудоемкость	Допустимые полигоны
Алгоритм Z-буфер	$O(CN)$	Произвольные
Алгоритм Робертса	$O(N^3)$	Выпуклые

N – количество ребер

C – количество пикселей

Сравнение моделей освещения и алгоритмов закраски

Модели освещения

Модель	Поддержка отражения света от поверхности
Модель Фонга	+
Модель Гуро	-

Алгоритмы закраски

Алгоритм	Поддержка бликов
Алгоритм Гуро	-
Алгоритм Фонга	+

Схема алгоритма построения кадра с ландшафтом

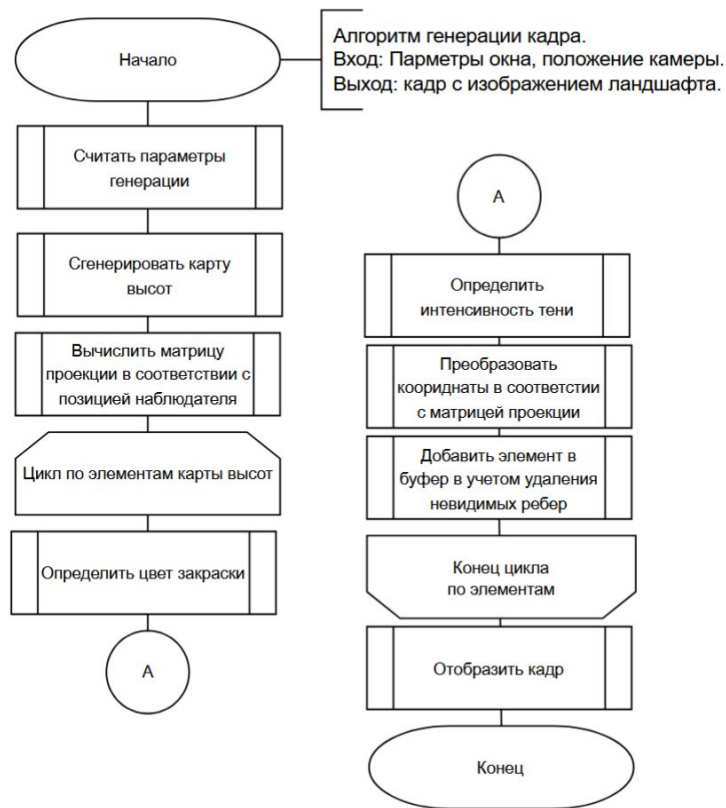
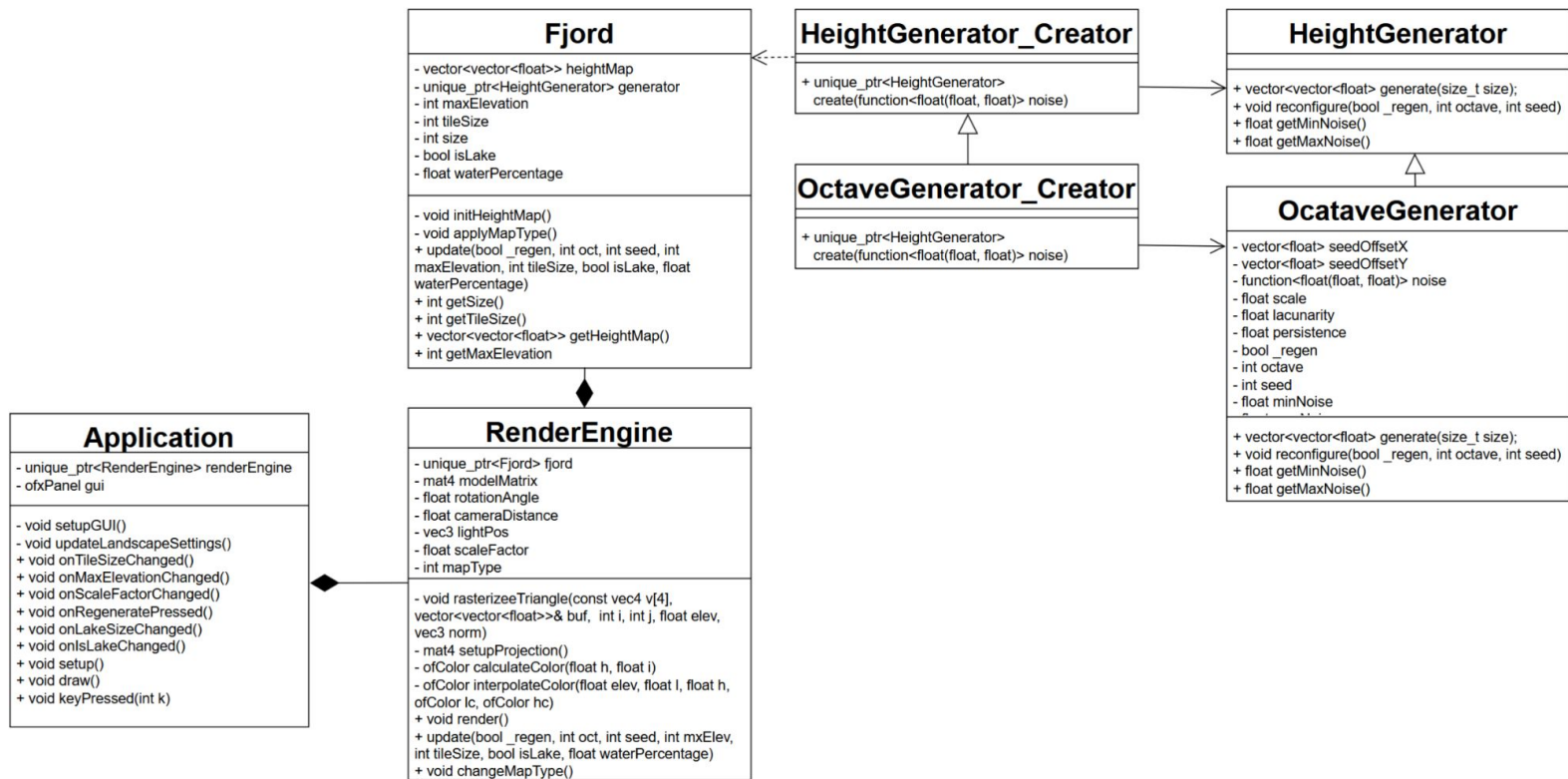


Диаграмма классов

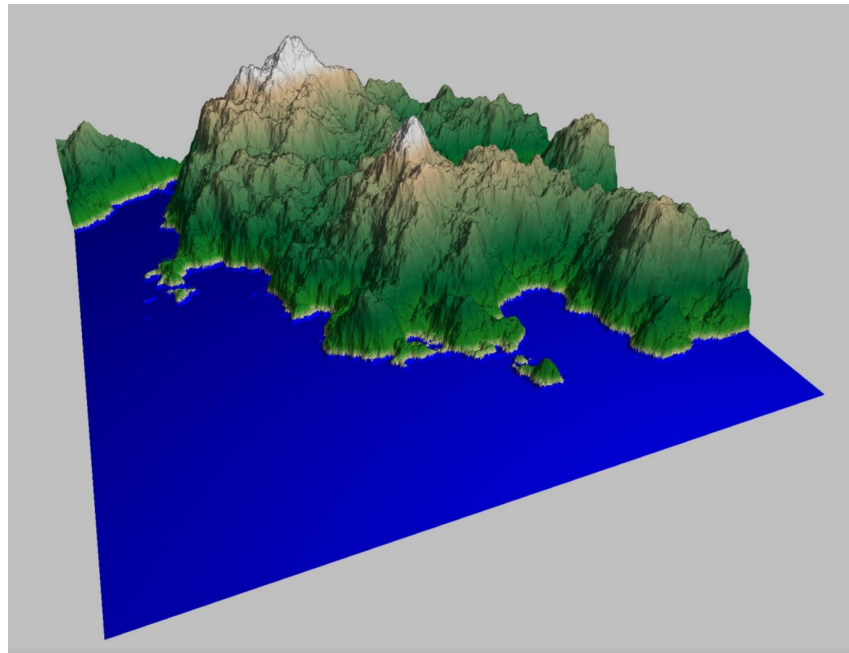
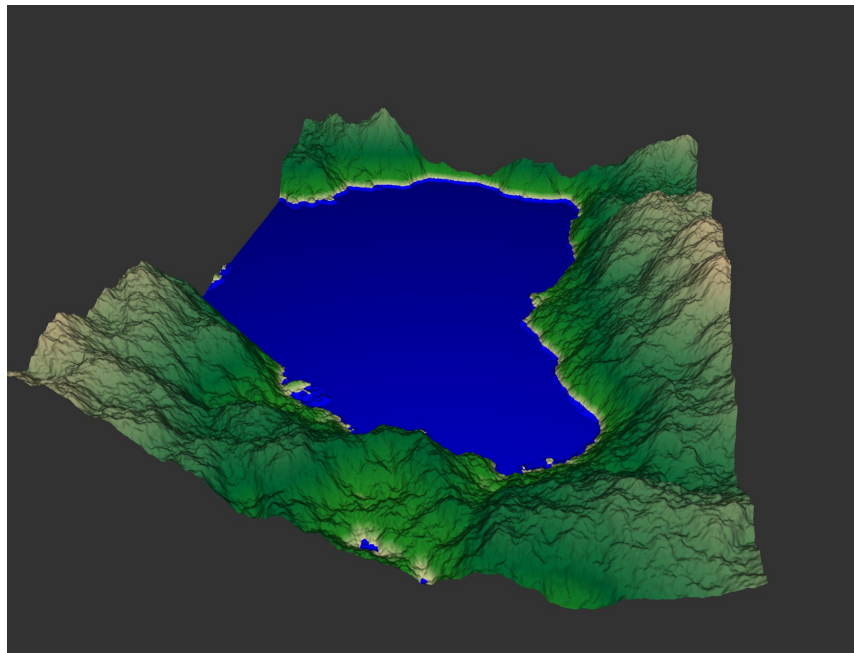


Средства реализации ПО

1. Язык программирования *C++*.
2. Графическая библиотека *OF*.
3. Математическая библиотека *GLFW*.

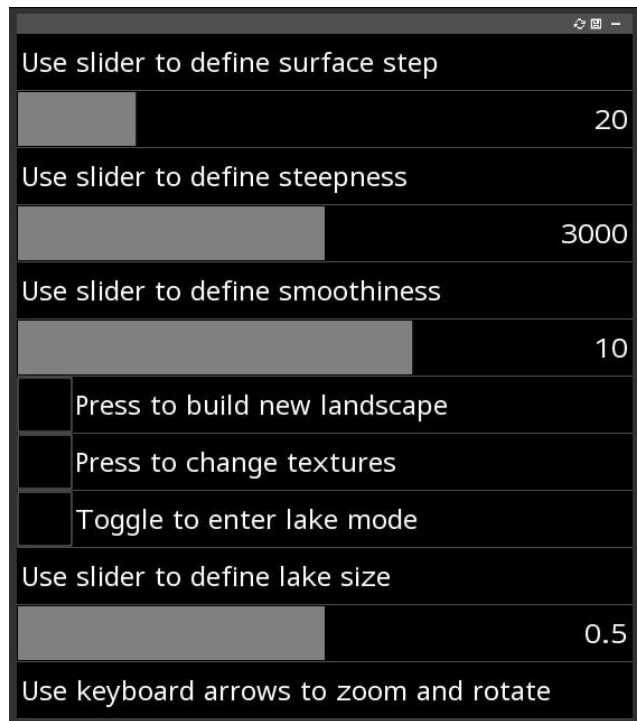
Данный набор средств предоставляет достаточный функционал для реализации ПО для построения трехмерного ландшафта.

Пример работы программы

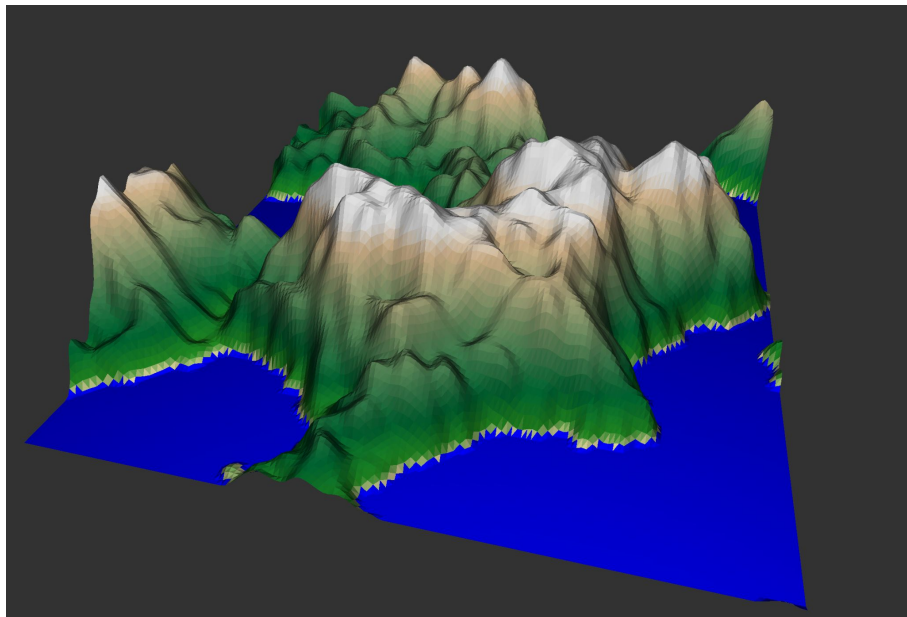
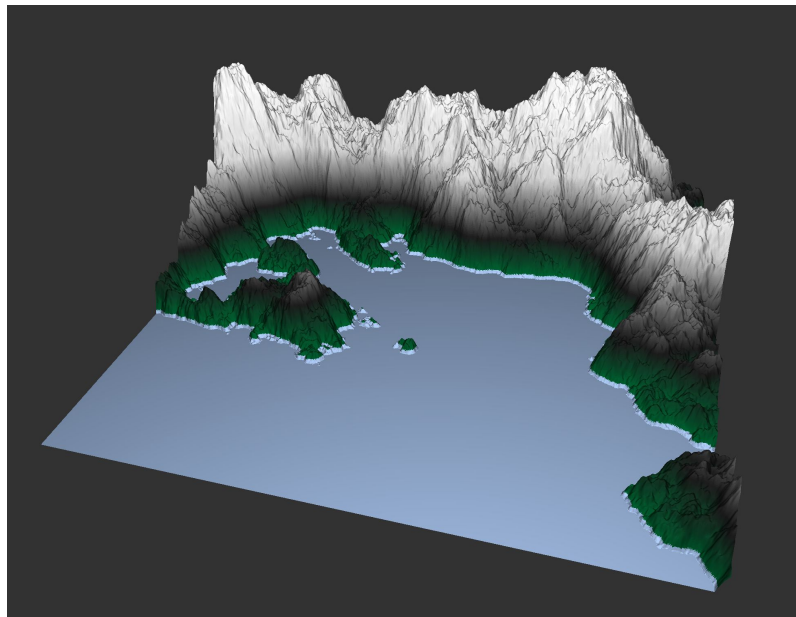


Интерфейс программы

- Изменение параметров генерации с помощью ползунков и кнопок на экране.
- Вращение и изменение масштаба ландшафта с помощью клавиш стрелок на клавиатуре.



Пример работы программы



Функциональное тестирование

Условие прохождения
теста:

5 независимых
опрошенных человек
согласились с тем, что
ожидаемый результат
совпал с фактическим.

№	Описание теста	Ожидаемый результат	Тест пройден
1	Установка летних текстур	По кадру ясно, что время года – лето	+
2	Установка зимних текстур	По кадру ясно, что время года – зима	+
3	Шаг сетки 10 10 октав	Уступы гор детализированы	+
4	Шаг сетки 10 5 октав	Горы стали более гладкими в сравнении с предыдущим тестом	+
5	Шаг сетки 80 10 октав	Горы сглажены больше походят на мультяшные	+
6	Разреженность ландшафта 80	Горы редки, большая часть сцены – вода	+
7	Разреженность ландшафта 10	Большая часть ландшафта – горы	+
8	Высотность 0	Сцена плоская, только вода	+
9	Поворот влево	Сцена повернулась влево	+
10	Поворот вправо	Сцена повернулась вправо	+
11	Приближение сцены	Сцена стала ближе	+
12	Отдаление сцены	Сцена стала дальше	+

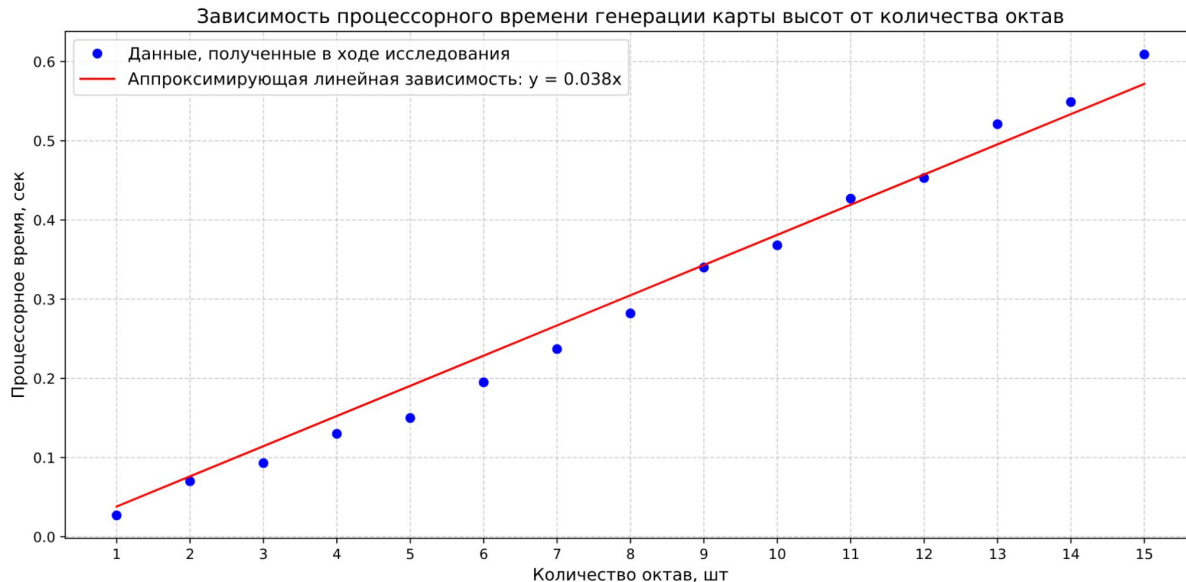
Исследование №1. Зависимость процессорного времени генерации карты высот от количества октав

Аппроксимирующая зависимость:

$$F(x) = 0.038x$$

Результирующая сложность линейная.

Оптимальное количество октав с точки зрения скорости генерации и визуальной реалистичности равно 6-9.



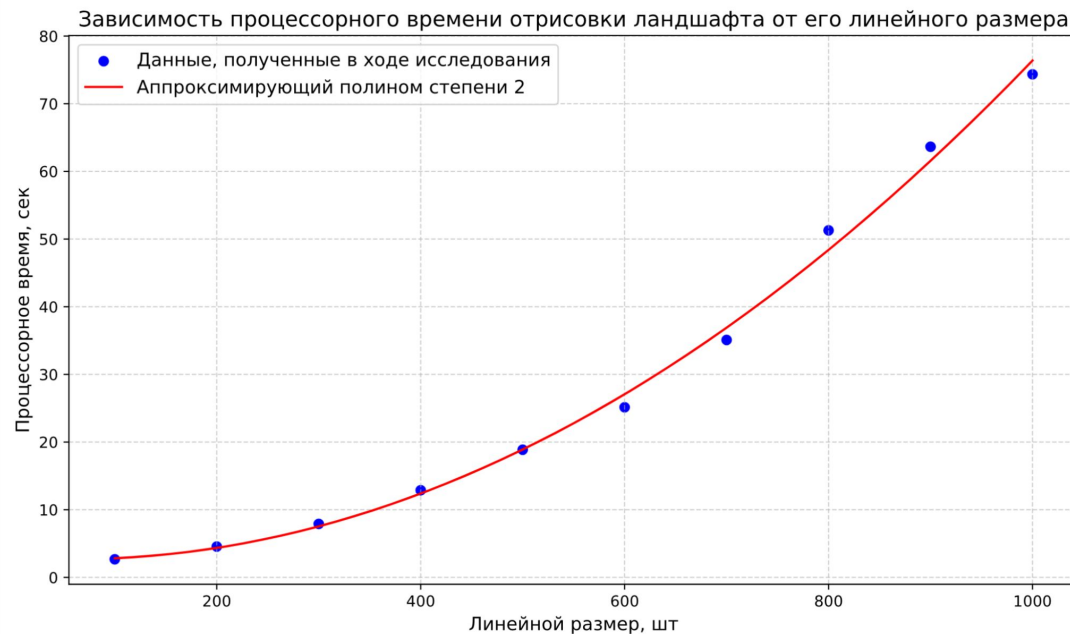
Исследование №2. Зависимость процессорного времени построения ландшафта от размера карты

Аппроксимирующая
зависимость:

$$F(x) = 8.337 * 10^{-5} * x^2 - 9.681 * 10^{-3} * x + 2.970$$

Результирующая
сложность квадратичная.

Оптимальный размер
карты 150–350 элементов



Заключение

В ходе курсовой работы выполнены задачи:

1. Объекты сцены формализованы, описаны существующие методы построения ландшафта.
2. Спроектированы выбранные алгоритмы.
3. Реализовано и протестировано ПО.
4. Проведена серия исследований временных характеристик реализованного ПО.

Цель работы достигнута.