

# Визуализация природных ландшафтов и средневекового поселения на Unreal Engine 5

Студент: Колыхалов Д. В. РК6-84Б

Научный руководитель: Витюков Ф. А.



# Постановка задачи

Цель работы: создание сцен с природным ландшафтом и средневековым поселением на Unreal Engine 5.

Задачи:

1. Создать детализированный природный ландшафт: сгенерировать полигональную сетку карты высот;
2. Заполнить ландшафт различными природными объектами;
3. Создать ландшафт большого размера и средневековое поселение: создать и корректно разместить объекты, разработать материалы;
4. Настроить освещение и провести оптимизацию производительности;
5. Создать анимированных персонажей окружения;
6. Разработать боевую систему для пользователя и персонажей окружения.

# Актуальность

Актуальность работы заключается в следующем:

1. Созданные 3D сцены с рендерингом пейзажа на Unreal Engine используются в кинематографе, архитектурных проектах, телевидении, авиационных тренажерах;
2. Разработка собственного материала ландшафта позволяет полностью автоматизировать возможность нанесения материала на слои ландшафта;
3. Моделирование средневекового поселения способствует сохранению и популяризации культурного наследия, позволяя пользователю погрузиться в атмосферу прошлого средствами интерактивных технологий;
4. Работа охватывает сразу несколько направлений: моделирование окружающей среды, дизайн архитектурных объектов, создание анимаций и механик персонажей, что отражает современные требования к специалистам в цифровом производстве;
5. Разработанные сцены могут быть использованы для будущих приложений в сфере виртуальной и дополненной реальности.

# Создание ландшафта

Для генерации ландшафта было использовано приложение GAEA, которое использует специальные математические алгоритмы и модели, основанные на фракталах, эрозиях и шумах.

1. Шум Перлина – фрактальный алгоритм, задающий базовую форму ландшафта

$$P(x, y) = \sum_{i=0}^n a_i \cdot \text{interp}(g_i(x, y)),$$

где  $P(x, y)$  – высота в точке  $(x, y)$ ;  $a_i$  – амплитуда шума на  $i$ -м уровне;  $g_i(x, y)$  – сетка случайных значений;  $\text{interp}$  – функция интерполяции (билинейная).

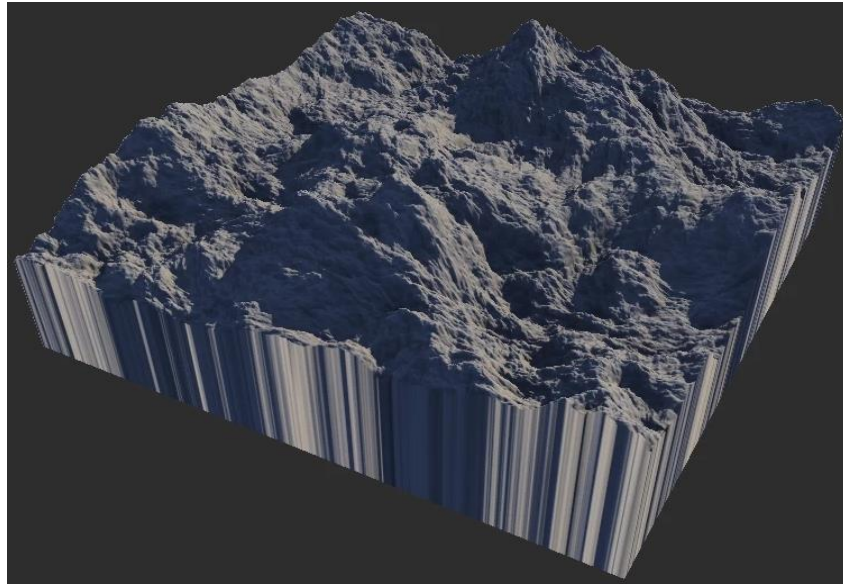


Рисунок 1 - Полученная первоначальная форма ландшафта

2. Термическая эрозия моделирует осыпание почвы и выравнивание крутых склонов.

$$\Delta h = k_i \cdot (h_i - h_j), h_i > h_j,$$

где  $\Delta h$  – изменение высоты;  $k_i$  – коэффициент эрозии;  $h_i, h_j$  – высота соседних точек.

3. Гидравлическая эрозия моделирует потоки воды, вымывающие почву.

$$h' = h - k_h \cdot \omega \cdot \nabla h,$$

где  $h'$  – новая высота после эрозии;  $k_h$  – коэффициент гидравлической эрозии;  $\omega$  – объем воды;  $\nabla h$  – градиент высоты (скорость потока воды).

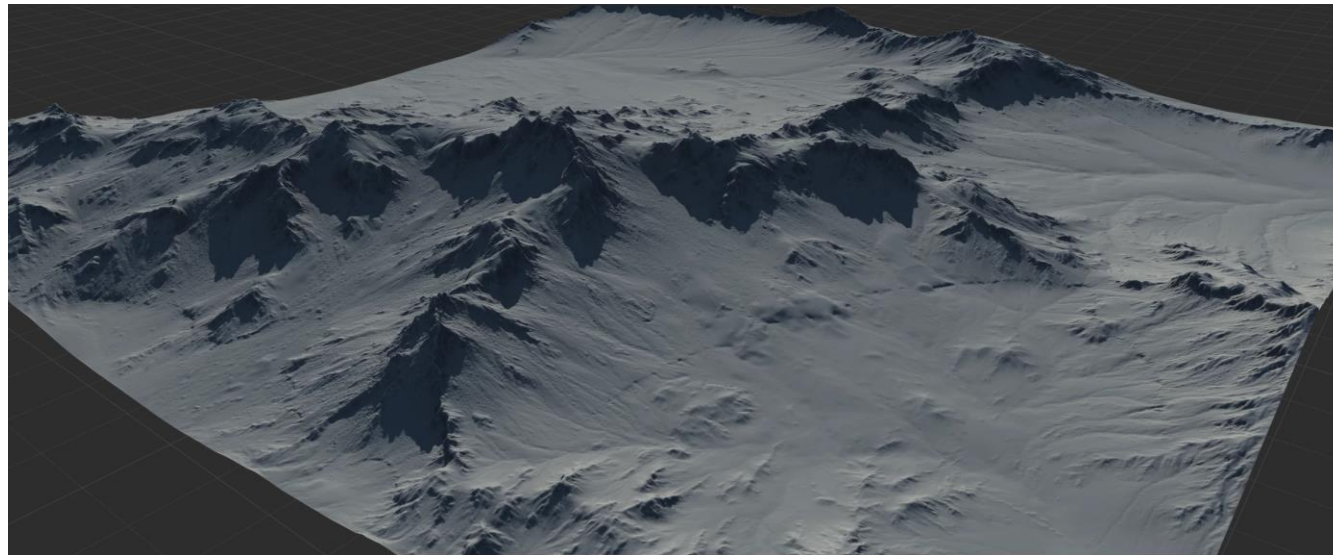


Рисунок 2 - Измененная форма ландшафта после термической и гидравлической эрозий

# Редактирование ландшафта

Для изменения некоторых областей полученного ландшафта используется специальный набор инструментов редактирования.

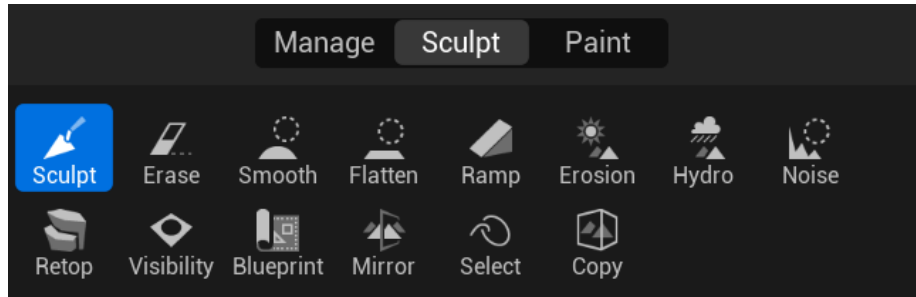


Рисунок 3 - Инструменты редактирования



Рисунок 4 - Использование Sculpt



Рисунок 5 - Использование Smooth



Рисунок 6 - Использование Erase



# Создание материала ландшафта

Задача создания материала ландшафта заключалась в следующих этапах:

1. Создание отдельных материалов для определенного слоя ландшафта;
2. Использование высоты ландшафта для корректного определения позиционирования отдельного материала слоя ландшафта;
3. Возможность быстрого редактирования параметров материала.

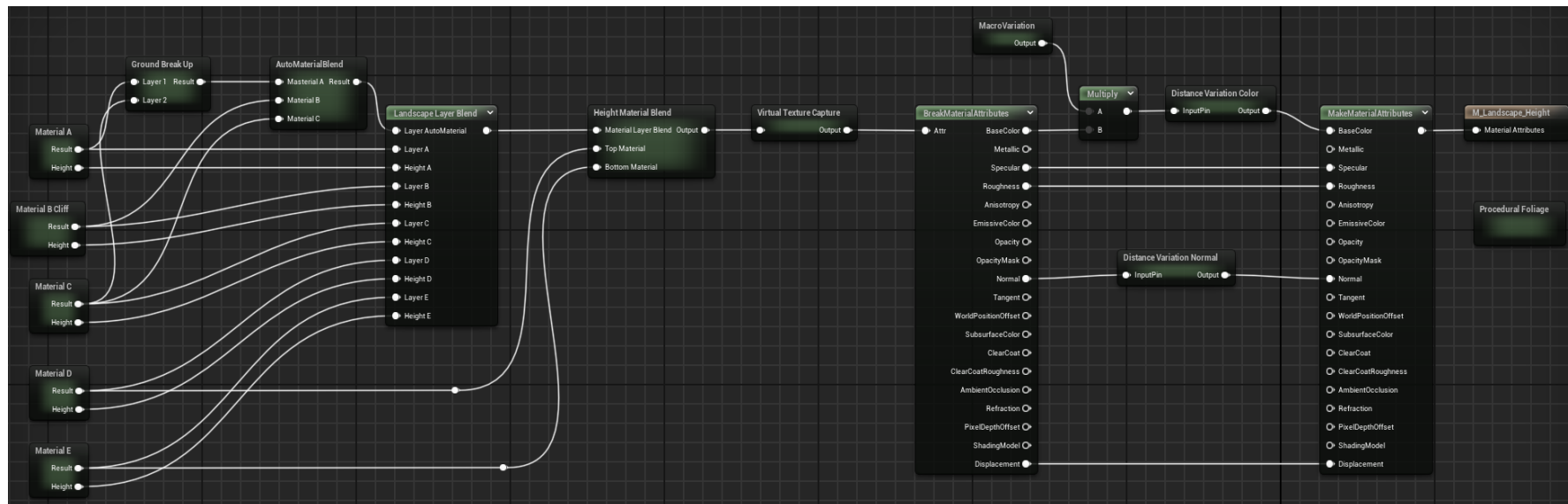


Рисунок 7 - Созданный материал ландшафта

# Растительность

Для добавления растительности движок Unreal Engine имеет специальный инструмент, Foliage mode, который основан на следующих методах:

1. Распределение объектов (Poisson Disk Sampling) используется для равномерного распределения объектов растительности без пересечений.

$$d(p_i, p_j) \geq r, \quad \forall i, j, i \neq j,$$

где  $p_i, p_j$  – координаты точек распределения объектов;  $d(p_i, p_j)$  – расстояние между двумя точками;

$r$  – минимальное расстояние между объектами.

2. Гармонический осциллятор используется для анимации растительности под воздействием ветра.

$$x(t) = A \cdot e^{-\gamma t} \cos(\omega t + \phi),$$

где  $x(t)$  – смещение объекта в момент времени  $t$ ;  $A$  – начальная амплитуда;  $\gamma$  – коэффициент затухания;  $\omega$  – частота колебаний;  $\phi$  – фазовый сдвиг.



3. Рассеивание света (Subsurface Scattering (SSS)) используется для пропуска части света через листву.

$$L_o(p, \omega_o) = \int_{\Omega} R_s(p, \omega_i, \omega_o) \cdot L_i(p, \omega_i) \cdot (\mathbf{n} \cdot \omega_i) d\omega_i,$$

где  $L_i, L_o$  – входящий и выходящий свет;  $\Omega$  – сфера направлений, откуда может приходить свет  $\omega_i$ ;  $R_s$  – функция рассеивания;  $p$  – точка на поверхности;  $\omega_i, \omega_o$  – входящее и исходящее направления света;  $\mathbf{n}$  – нормаль поверхности.



Рисунок 8 - Рассеивание света

# Водные объекты

## 1. Спекулярное отражение (модель Фонга)

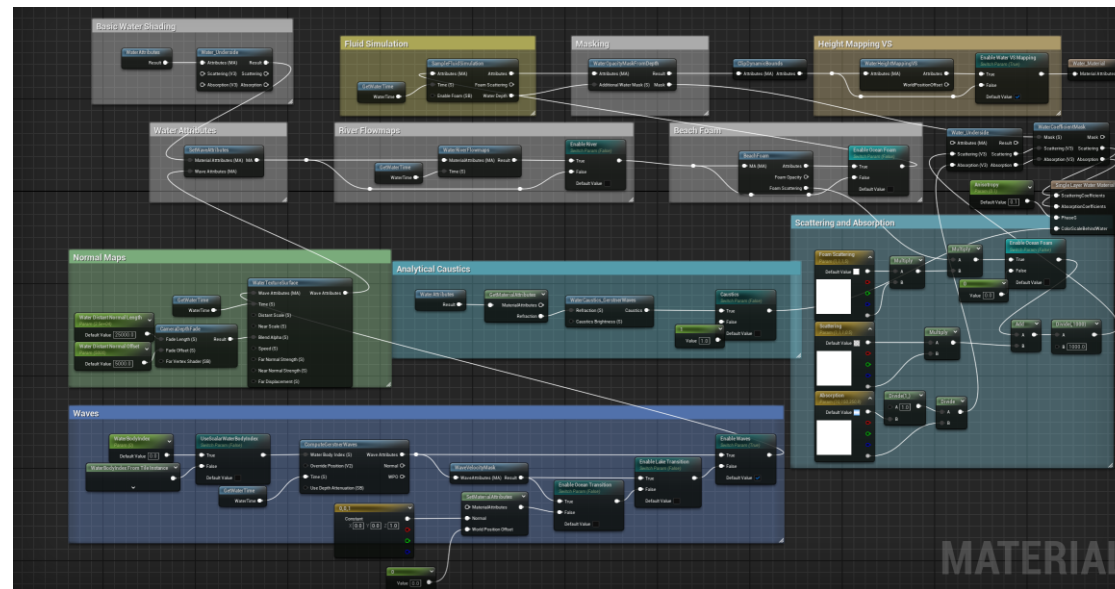
$$I_{spec} = k_s (\mathbf{R} \cdot \mathbf{V})^n,$$

где  $k_s$  – коэффициент зеркального отражения;  $\mathbf{R}$  – отраженный вектор света;  $\mathbf{V}$  – вектор к камере (нормализованный);  $n$  – степень блеска (чем выше, тем острее блик).

## 2. Эффект Френеля – реалистичное смешивание отражения и преломления.

$$F(\theta) = F_0 + (1 - F_0)(1 - \cos \theta)^5,$$

где  $\theta$  – угол между направлением взгляда и нормалью поверхности;  $F_0$  – отражение при нормальном падении ( $\theta = 0$ ).



### Рисунок 9 - Материал водного объекта

# Процедурная генерация

Задача создания процедурной генерации заключалась в следующих этапах:

1. Получение данных о ландшафте;
2. Рандомизация появляющихся объектов;
3. Получении информации о внутренней генерации;
4. Выбор и добавление объектов генерации.

$$H(x, y) = f(x, y) + g(x, y),$$

где  $f(x, y)$  - базовое расположение точки;  $g(x, y)$  - шум, добавляющий детали.

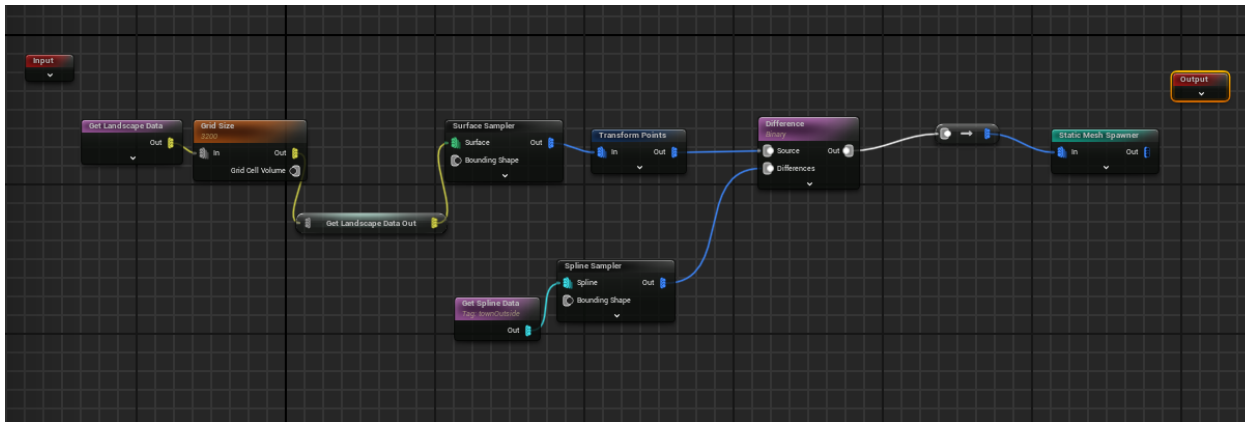


Рисунок 10 - Граф внешней процедурной генерации леса

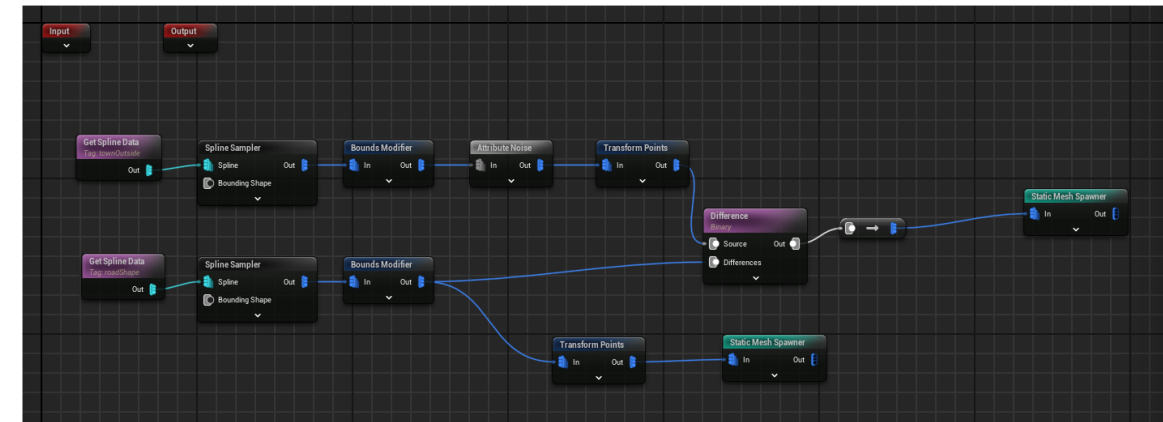


Рисунок 11 - Граф внутренней процедурной генерации

# Средневековое поселение

Для создания средневекового поселения были выделены следующие участки:

1. Жилая зона;
2. Зона торговли;
3. Зона скотоводства и земледелия.



Рисунок 12 - 3D модели жилой зоны



Рисунок 13 - 3D модели торговой зоны



Рисунок 14 - 3D модели зоны скотоводства

# Настройка освещения сцены

Движок Unreal Engine имеет обязательные компоненты сцены для настройки освещения.

1. Направленный свет (DirectionalLight);
2. Туман (ExponentialHeightFog);
3. Атмосфера неба (SkyAtmosphere);
4. Небесный свет (SkyLight).

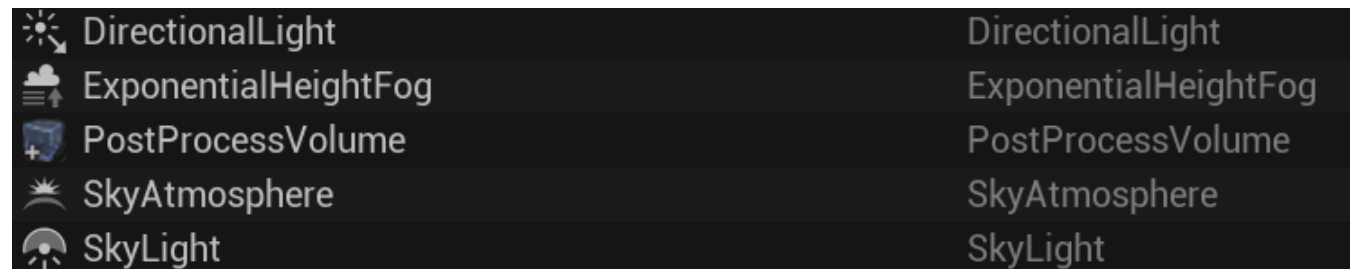


Рисунок 15 - Компоненты освещения сцены

# Оптимизация

Для решения проблемы оптимизации используется метод уровней детализации (LOD), который основан на уменьшении количества полигонов 3D объекта.

Таблица 1 - Сравнение производительности разных LOD

LOD	Кол-во треугольников	FPS
0	3,039,796	12
1	2,309,645	14
2	1,022,547	25
3	954,495	30
4	96,289	60



# Персонаж окружения

Для реализации персонажа окружения было создано дерево поведения со следующими возможностями:

1. Поиск случайной локации (Find Random Location);
2. Поиск главного персонажа (Find Player Location);
3. Преследование главного персонажа (Chasing Player).

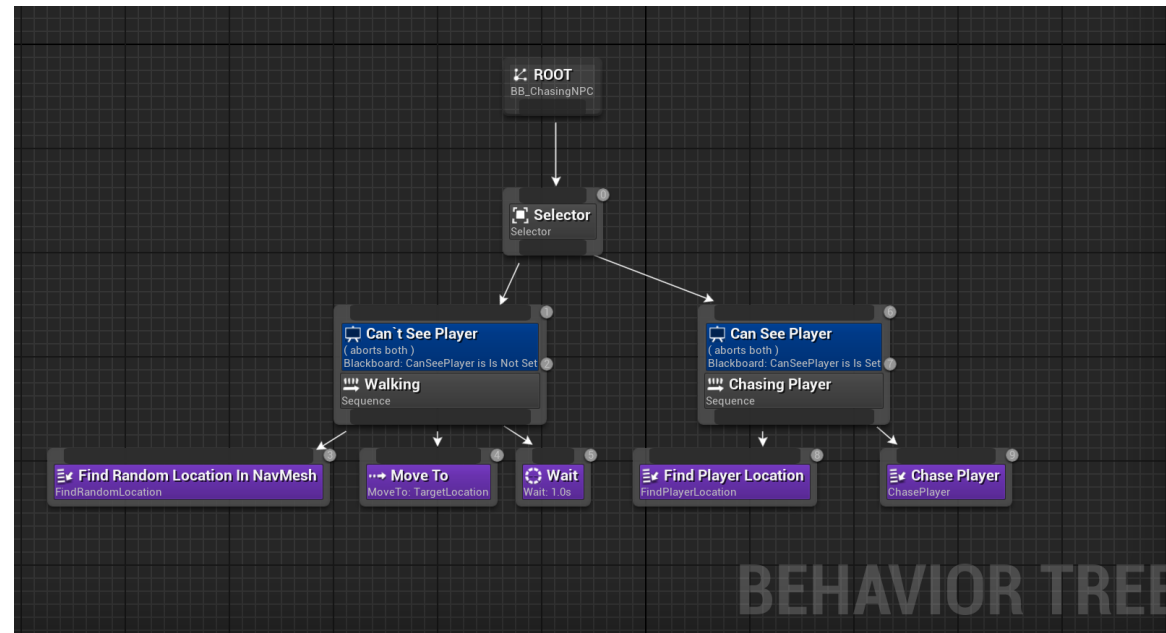


Рисунок 16 - Дерево поведения персонажа окружения



# Боевая система

Для реализации боевой системы были выполнены следующие действия:

1. Настроены анимации перемещения персонажа;
2. Разработаны механики захвата цели, комбинации атак, системы здоровья, уклонений, выносливости, инвентаризации;
3. Разработаны эффекты и звуковое сопровождение боевой системы;
4. Разработаны вражеские персонажи окружения.

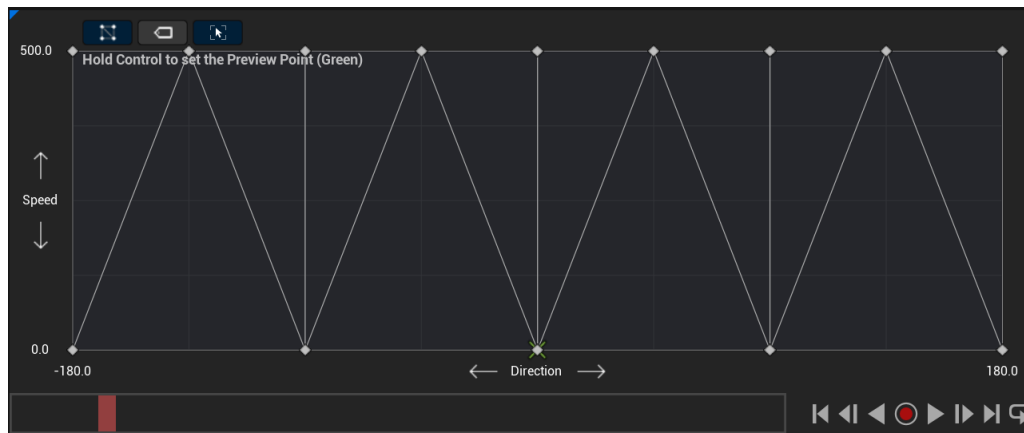


Рисунок 17 – Граф анимаций перемещений

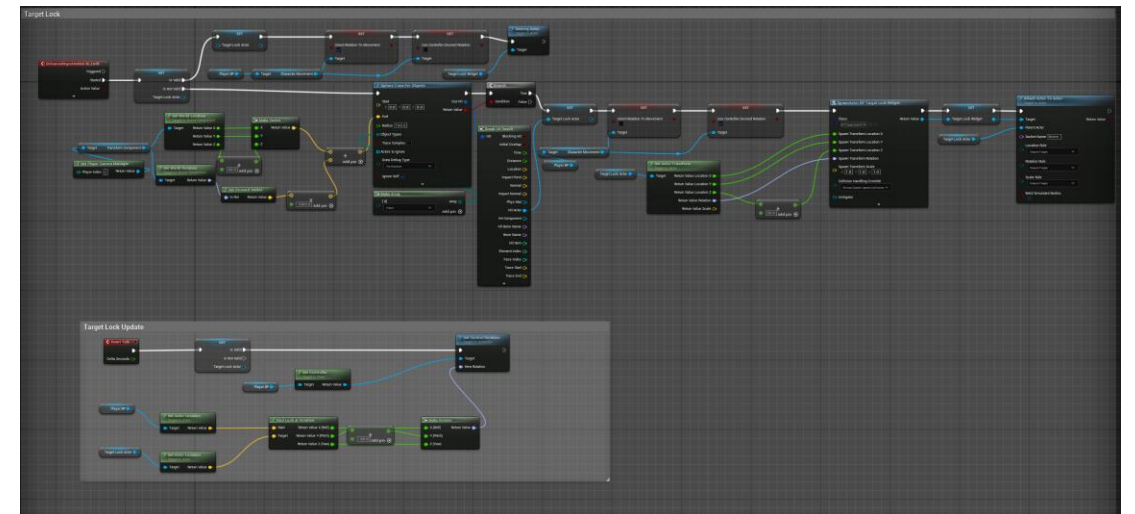


Рисунок 18 – Механика захвата цели

# Результаты разработки



Рисунок 19 - Детализированная природная сцена



Рисунок 20 - Средневековое поселение





Рисунок 21 – Персонажи окружения и боевая система

# Заключение

В рамках выполнения работы достигнута поставленная цель создания сцен с природным ландшафтом и средневековым поселением на Unreal Engine 5.

Для достижения цели были выполнены следующие задачи:

1. Создана детализированная сцена природного ландшафта: сгенерирована полигональная сетка карты высот;
2. Ландшафт заполнен различными природными объектами;
3. Создан ландшафт большого размера и средневековое поселение: созданы и корректно размещены объекты, разработаны материалы.
4. Настроено освещение и проведена оптимизация производительности;
5. Созданы анимированные персонажи окружения;
6. Разработана боевая система для пользователя и персонажей окружения.