

УДК 004.92

Создание детализированных сцен природного ландшафта на Unreal Engine 5

Колыхалов Дмитрий Витальевич

Витюков Федор Андреевич (научный руководитель)

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Работа содержит в себе описание принципов создания ландшафта, импорта его карты высот с последующей возможностью редактирования, нанесения растительности на поверхность ландшафта, разработки материалов, процедурной генерации биомов, водных объектов, а также исследование параметров настройки освещения для создания детализированных сцен природного ландшафта. В работе используются современные инструменты и демонстрируются практические аспекты создания детализированных сцен природного ландшафта.

Ключевые слова: инструменты создания и редактирования ландшафта, растительность, материалы, процедурная генерация биомов, водные объекты, настройка освещения

Введение. Большие 3D-сцены с рендерингом пейзажей на Unreal Engine могут быть использованы для визуализации различных архитектурных проектов, в кинематографе и пр.

Главной проблемой при их создании является поиск баланса между детализацией окружения и оптимизацией 3D-моделей и ландшафта для возможности рендеринга в реальном времени. Важную роль играет плотность наполнения сцены объектами, такими как деревья, растения и камни, а также настройка освещения. Грамотное использование прямого и отраженного света, атмосферной перспективы в виде тумана и других природных эффектов требует серьезной квалификации специалиста, работающего над созданием 3D-сцены.

Создание ландшафта. Для генерации ландшафта было использовано приложение GAFA, 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; interp — функция интерполяции (билинейная).

2) Термическая эрозия моделирует осыпание почвы и выравнивание крутых склонов:

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

где Δh — изменение высоты; k_i — коэффициент эрозии; h_i, h_j — высота соседних точек.

3) Гидравлическая эрозия моделирует потки воды, вымывающие почву:

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

где h' — новая высота после эрозии; k_h — коэффициент гидравлической эрозии; ω — объем воды; ∇h — градиент высоты (скорость потока воды).

Для импорта полученной карты высот следует в поле Scale изменить соответствующие значения, пользуясь формулой

$$\frac{100}{X_{OR}} X_{GS} = X_S,$$

где X_{OR} — X в Overall Resolution; X_{GS} — Scale, который использовался в GAEA; X_S — полученный Scale.

В самом Unreal Engine метрика измеряется в units, 1 unit $\approx$ 1 см.

Редактирование ландшафта. Для редактирования созданного ландшафта движок Unreal Engine 5 имеет встроенный набор инструментов:

- изменение карты высот (sculpt) — используется для наращивания и уменьшения имеющихся высот;
- возврат к нулевой карте высот (erase);
- сглаживание (smooth) — используется для сглаживания карты высот, чтобы переходы между несколькими значениями не были резкими, или для накладывания слоев;
- выравнивание (flatten) — используется для выравнивания карты высот;
- спуск (ramp) — создает спуск между двумя вершинами;
- термическая эрозия (thermal erosion) — используется для имитации эрозии, вызванной перемещением почвы возвышенностей на более низкие участки ландшафта;
- гидравлическая эрозия (hydro erosion) — используется для имитации эрозии, вызванной водой;
- шум (noise) — используется для плавного создания углублений посредством шумов.

Для изменения ландшафта используется кисть, которая имеет свой ряд параметров, таких как тип, размер, сила, заполняемость [1–3].

Растительность. Для добавления растительности движок Unreal Engine имеет специальный инструмент, Foliage mode [4], который основан на следующих методах.

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

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

где p_i, p_j — координаты точек распределения объектов; $d(p_i, p_j)$ — расстояние между двумя точками; r — минимальное расстояние между объектами.

Гармонический осциллятор используется для анимации растительности под воздействием ветра:

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

где $x(t)$ — смещение объекта в момент времени t ; A — начальная амплитуда; γ — коэффициент затухания; ω — частота колебаний; ϕ — фазовый сдвиг.

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

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

где L_i, L_o — входящий и выходящий свет; R_s — функция рассеивания; $\mathbf{n}$ — нормаль поверхности; ω_i, ω_o — входящее и исходящее направления света; p — точка на поверхности; Ω — сфера направления, откуда может приходить свет ω_i .

Процедурная генерация биомов. Процедурная генерация — это набор инструментов для создания собственного процедурного контента внутри Unreal Engine, который представляется в виде графа, начинающегося с получения информации о ландшафте и заканчивающийся расположением статических сеток различных объектов:

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

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

Водные объекты. Для добавления водных объектов было создано углубление при помощи инструментов редактирования ландшафта, последующим созданием поверхности и добавления на нее разработанного водного материала, представленного на рис. 1.

Настройка освещения. Движок Unreal Engine имеет обязательные компоненты сцены для настройки освещения:

- направленный свет (DirectionalLight);
- туман (ExponentialHeightFog);
- атмосфера неба (SkyAtmosphere);
- небесный свет (SkyLight).

Каждый из обязательных компонентов сцены имеет множество параметров, например интенсивность, направление, ориентация освещения. Настройка каждого параметра обязательного компонента является трудоемким и времязатратным процессом.

Одной из дополнительных настроек освещения является Post Process Volume. Данный эффект позволяет определять общий внешний вид сцены с помощью комбинированного выбора свойств и функций, влияющих на окраску, тональное отображение, освещение.

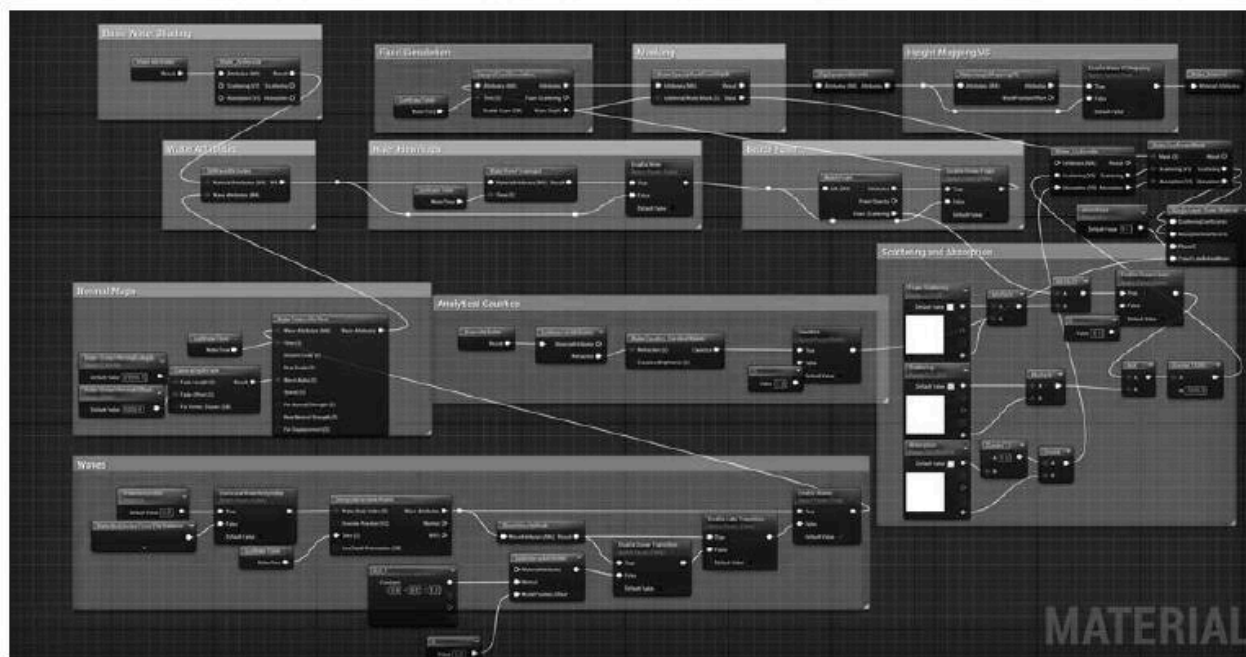


Рис. 1. Моделирование водных объектов

Заключение. В рамках работы были рассмотрены методы создания и редактирования ландшафта, нанесения растительности, разработаны процедурная генерация леса, водные объекты, а также исследованы настройки освещения, что является основными средствами создания детализированных сцен природного ландшафта. Полученная сцена природного ландшафта представлена на рис. 2.



Рис. 2. Полученная сцена природного ландшафта

Преимуществами предложенных решений является получение детализированной сцены природного ландшафта. К недостаткам следует отнести высокие требования производительности системы для возможности рендеринга в реальном времени. Перспективой развития работы является создание больших детализированных сцен природного ландшафта с возможностью оптимизации.

Литература

- [1] Epic Games Unreal Engine Documentation. URL: <https://dev.epicgames.com/documentation/ru-ru/unreal-engine/unreal-engine-5-5-documentation> (дата обращения 26.05.2025).
- [2] Unreal Engine Building natural environments. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=gbl1qgPOL3E> (дата обращения 26.05.2025).
- [3] Epic Games Unreal Engine. URL: <https://github.com/EpicGames> (дата обращения 26.05.2025).
- [4] Шэннон Т. Unreal Engine 4 для дизайна и визуализации. Москва, Bombora, 2021, 368 с.

Natural landscape detailed scenes creation with Unreal Engine 5

Kolykhalov Dmitrii Vitalievich

Vityukov Fedor Andreevich (*scientific advisor*)

BMSTU, Moscow, Russia

The work contains a description of the principles of creating a landscape, importing its elevation map with the subsequent possibility of editing, applying vegetation to the landscape, developing materials, procedural generation of biomes, water bodies, as well as exploring lighting settings to create detailed scenes of the natural landscape. The work uses modern tools and demonstrates the practical aspects of creating detailed scenes of the natural landscape.

Keywords: landscape creation and editing tools, foliage, materials, procedural generation of biomes, water bodies, lighting settings