

ТРЁХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРСОНАЖЕЙ И ОКРУЖЕНИЯ В РАЗРАБОТКЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР

Спиридонова К. М., преподаватель,

ПЦК профессионального цикла по специальности

Информационные системы и программирование

Еремочкин Н. А., студент,

факультета среднего профессионального образования

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет

им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются технологические аспекты создания трёхмерных моделей персонажей и объектов игрового мира в рамках разработки компьютерной игры. Описан производственный конвейер, включающий этапы определения стилистики, подбора референсов, моделирования, UV-развёртки, текстурирования, риггинга и анимации. Обоснован выбор модульного подхода для создания архитектурных ассетов. Результаты работы могут быть применены при создании игровых проектов, ориентированных на реалистичную визуализацию.

Ключевые слова: трёхмерное моделирование, UV-развёртка, текстурирование, риггинг, анимация, Blender, Zbrush, Adobe Substance 3D Painter.

Введение

Современная индустрия компьютерных игр представляет собой одну из наиболее динамично развивающихся отраслей цифровой экономики, объединяющую достижения в области программирования, дизайна, трёхмерного моделирования, анимации и психологии восприятия. Для успеха в условиях высокой конкуренции недостаточно исключительно реализации игровой механики: современный пользователь ожидает высококачественного

графического контента, реалистичной визуализации и проработанного виртуального пространства. Технологии трёхмерного моделирования и визуализации выступают в качестве фундамента, обеспечивающего создание объёмных объектов, детализированных окружений, динамического освещения и реалистичных текстур, что позволяет формировать убедительную виртуальную реальность.

Существует большое количество программ для 3D-графики, которые можно разделить по категориям: моделирование, скульптуринг, система автоматизированного проектирования, анимация, текстурирование. Наиболее популярные из них: 3Ds Max (Autodesk), MAYA(Autodesk), Blender, MODO, CINEMA 4D.

Скульптуринг: ZBrush, SCULPTRIS, 3D COAT.

САПР: INVENTOR(Autodesk), Autocad(Autodesk), SolidWorks, SketchUp.

Анимация: MAYA(Autodesk), Houdini.

Текстурирование: MUDBOX(Autodesk), 3D COAT, MARI, Substance DESIGNER, Substance PAINTER [5].

Настоящее исследование посвящено описанию технологического конвейера создания трёхмерных моделей для компьютерной игры. В работе рассматриваются этапы от определения визуальной концепции до финальной анимации персонажа.

1. Технологический конвейер создания трёхмерных моделей

Процесс создания трёхмерных активов (ассетов) для компьютерных игр представляет собой многостадийную процедуру, включающую последовательное выполнение следующих этапов: определение стилистики визуальной составляющей проекта, подбор референсов, установление технических требований к моделям, геометрическое моделирование, UV-развёртка, текстурирование, риггинг и анимация. Каждый из перечисленных этапов вносит вклад в конечное качество визуального материала и требует применения специализированного программного обеспечения [2; 4].

1.1. Определение стилистики и подбор референсов

Первичным этапом работы стало формулирование визуальной концепции игрового мира, задавшей стилистические и технические рамки для последующего создания всех ассетов. В качестве доминирующего художественного направления был выбран стиль «реализм с элементами стилизации», предполагающий достоверную передачу пропорций и физических свойств материалов при сохранении условности, допустимой для игрового движка реального времени.

На этапе подбора референсов использовались два типа источников: фотографии реальных архитектурных объектов и концепт-арты из компьютерных игр-аналогов, относящихся к жанру action/RPG. Референсы – это изображения, которые добавляются непосредственно в 3D-пространство для использования их в качестве чертежей при моделировании. Они помогают создать точные пропорциональные 3D-модели [1, с. 82].

1.2. Модульное моделирование архитектурных объектов

Для создания архитектурного окружения был применён модульный метод построения. Под модульным моделированием понимается подход, при котором разрабатывается ограниченный набор стандартизированных геометрических примитивов (модулей), из которых впоследствии komponуются различные строения [1].

Обоснование выбора модульного подхода включает три фактора:

- сокращение времени разработки: однократное создание модуля исключает необходимость моделирования каждой постройки с нуля;
- унификация текстурного пространства: повторное использование UV-развёрток для идентичных модулей снижает объём текстурной памяти;
- масштабируемость: добавление нового типа здания не требует переработки существующей библиотеки модулей.

Моделирование модулей выполнялось в программном пакете Blender. На рисунке 1 представлен итоговый набор базовых модулей, включающий фрагменты стен, угловые секции, элементы крыш и декоративные архитектурные детали.

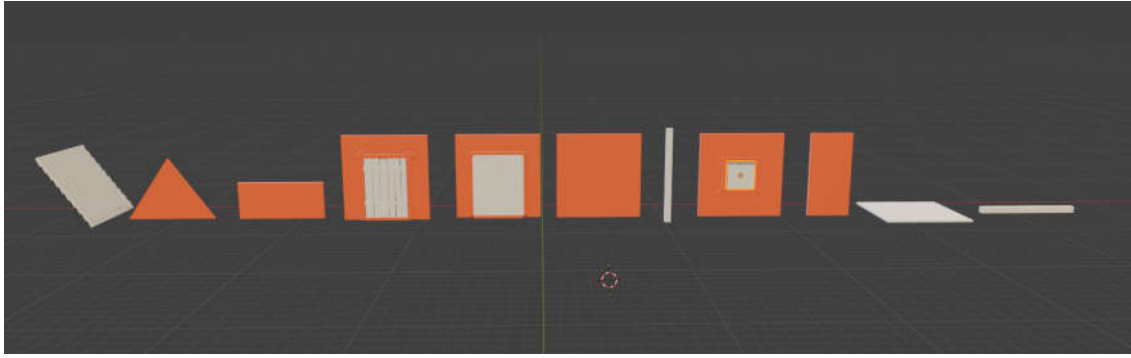


Рисунок 1 Набор модульных архитектурных примитивов

Для каждого модуля была выполнена низкополигональная геометрия, обеспечивающая производительность игрового движка при сохранении визуальной выразительности.

1.3. Скульптинг персонажа

Создание модели главного героя осуществлялось в два этапа. На первом этапе в программе Zbrush выполнялся высокополигональный скульптинг — метод цифровой лепки, позволяющий достичь детализации, недостижимой при традиционном полигональном моделировании [3]. В процессе скульптинга прорабатывались анатомия лица и тела, складки одежды, текстура кожи и мелкие элементы экипировки (рисунок 2).



Рисунок 2. Высокополигональная модель главного героя

Плотность полигональной сетки на этом этапе составляла порядка 5 млн полигонов. Такая детализация необходима для последующего формирования текстурных карт высокого разрешения, в частности карты нормалей, передающей микрорельеф поверхности.

На втором этапе высокополигональная модель была импортирована в Blender для ретопологии – процесса создания низкополигональной копии (7 тыс. треугольников), повторяющей геометрию оригинала. Низкополигональная модель используется непосредственно в игровом движке, а детализация, полученная на этапе скульптинга, сохраняется за счёт карты нормалей.

1.4. UV-развёртка

UV-развёртка – это двумерное представление поверхности 3D-объекта, позволяющее корректно наложить текстуры [1, с. 33]. После завершения ретопологии для модели персонажа и для архитектурных модулей была выполнена UV-развёртка – процедура проецирования трёхмерной поверхности на двумерную текстурную плоскость [4]. Развёртка осуществлялась по заранее размеченным швам (seams), локализованным в наименее заметных для камеры областях (внутренние поверхности одежды, скрытые изгибы). Результаты UV-развёртки модели персонажа представлены на рисунках 3-4.

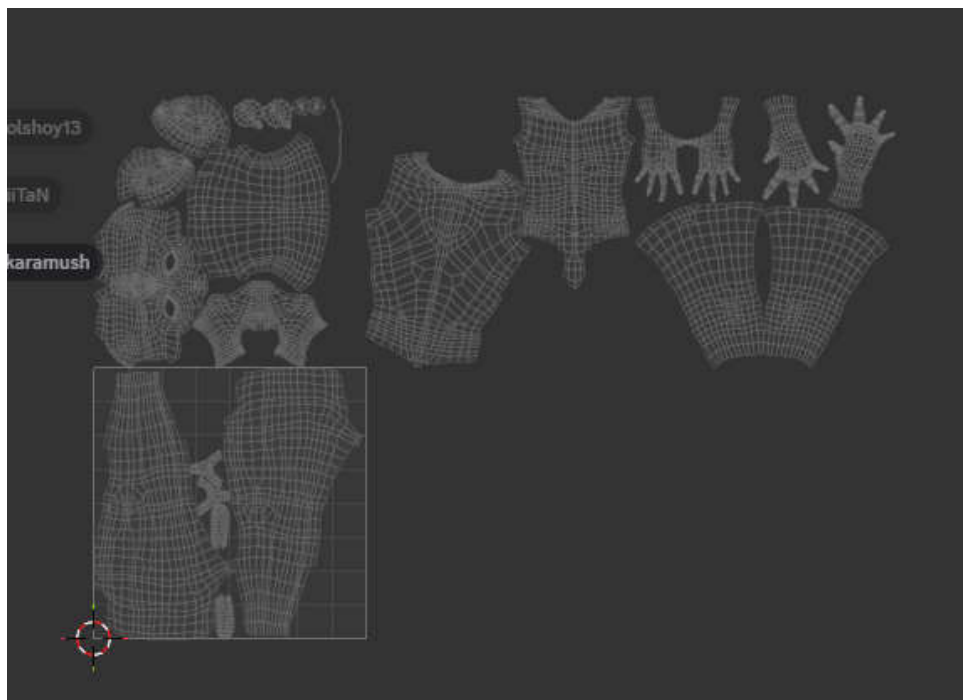


Рисунок 3 UV-развёртка персонажа

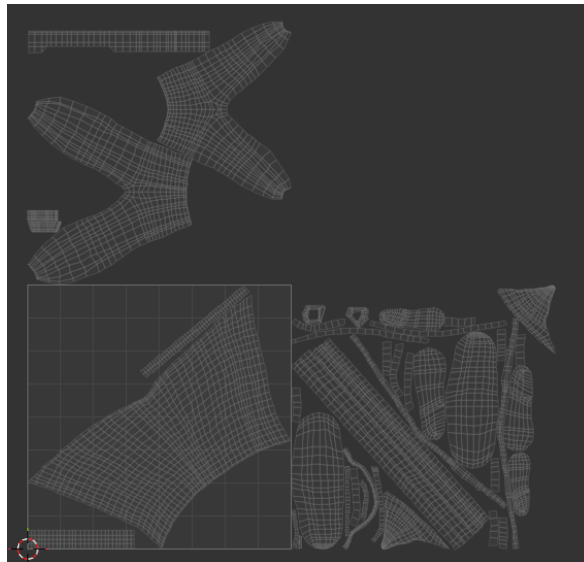


Рисунок 4 UV-развёртка одежды

На каждом из представленных UV-листов острова развёртки распределены равномерно, коэффициент искажения текстуры не превышает 5%. Развёртка выполнена в формате UDIM-подхода, при котором каждая смысловая часть модели получает отдельный текстурный лист.

2. Текстурирование

2.1. Создание библиотеки материалов

На этапе подготовки к текстурированию была разработана библиотека материалов – параметрических описаний оптических свойств поверхности (диффузный цвет, зеркальность, шероховатость, нормаль). Материалы создавались дифференцированно по типу имитируемого физического вещества: древесина, металл (кованое железо, латунь), стекло, ткань. Применение единой библиотеки материалов позволяет использовать одни и те же настройки для различных моделей, что снижает нагрузку на систему рендеринга за счёт уменьшения числа уникальных шейдеров.

2.2. Наложение текстур в Adobe Substance 3D Painter

Финальное текстурирование выполнялось в среде Adobe Substance 3D Painter, представляющей собой индустриальный стандарт для PBR-текстурирования (Physically Based Rendering). В программу были импортированы низкополигональные модели и их UV-развёртки. Посредством функции «Bake Mesh Maps» были сгенерированы следующие текстурные карты:

- карта нормалей (normal map), передающая микрорельеф с высокополигональной модели;
- карта кривизны (curvature map), используемая для акцентирования граней;
- карта позиции в пространстве (position map);
- окклюзия окружающего пространства (ambient occlusion).

На основе сгенерированных карт методом процедурного текстурирования с использованием масок (black-and-white masking) были нанесены финишные текстуры. На рисунке 5 представлен результат текстурирования архитектурных модулей.



Рисунок 5 Архитектурные модули после наложения текстур

Текстурирование модели главного героя (рисунок 6) выполнялось аналогичным образом.



Рисунок 6 Текстурированная модель главного героя

Для элемента волос текстуры создавались в Blender с применением карт прозрачности (alpha-каналов) и техники наложения слоёв transparent blend (рисунок 7).

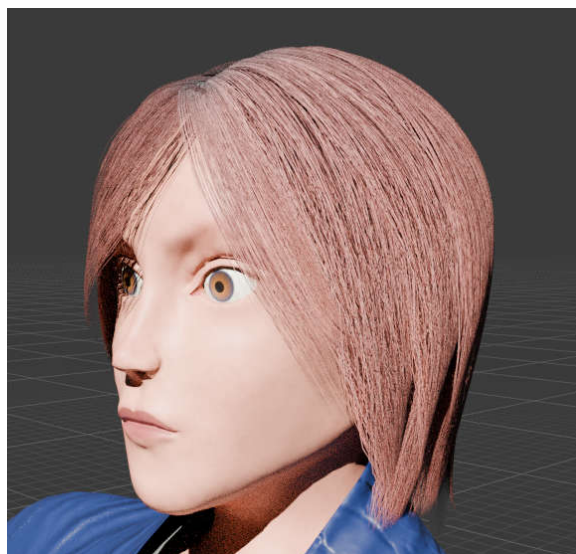


Рисунок 7 Текстура волос (рендер в Blender)

3. Риггинг и анимация

3.1. Создание скелетной структуры

Для обеспечения подвижности модели главного героя выполнена процедура риггинга – построения иерархической системы костей (скелета) и контроллеров, управляющих их трансформациями. (рисунок 8).

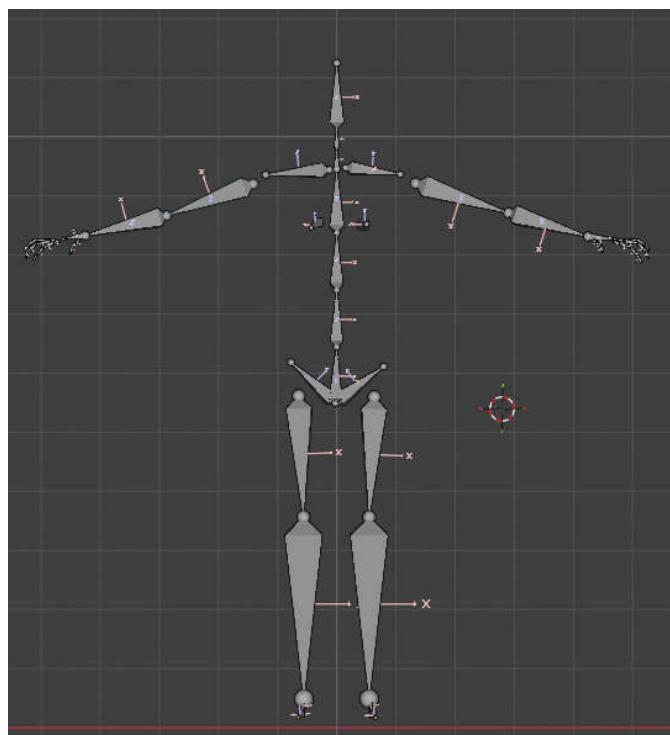


Рисунок 8. Арматура (скелет) модели главного героя

После построения скелета с помощью аддона Rigify (встроенный инструмент Blender) была сгенерирована система контроллеров (рисунок 9), абстрагирующая аниматора от прямой манипуляции костями. Контроллеры представлены в виде цветных ориентирующих фигур (круги, квадраты, стрелки), каждая из которых управляет определённой группой костей.



Рисунок 9. Система контроллеров (аддон Rigify)

3.2. Создание анимации

Анимация – это последовательное отображение кадров, где на каждом из них происходит небольшое изменение, что в динамике создает эффект движения. В Blenderе данный процесс автоматизирован [1, с. 502].

На финальном этапе были разработаны анимационные клипы для следующих типов движений: статичное положение (idle), шаг вперед (walk forward), бег (run), прыжок (jump) и атака (attack).

Анимации были экспортированы в формат FBX и интегрированы в игровой движок Unity с последующей настройкой анимационного конечного автомата (Animator Controller) и параметров перехода между состояниями.

Заключение

В ходе исследования был реализован полный технологический цикл создания трёхмерных моделей для компьютерной игры на движке Unity. Разработанные ассеты могут быть использованы как основа для дальнейшего наполнения игрового уровня, а описанный технологический конвейер в качестве методической основы при создании аналогичных проектов.

Литература

1. Адонин А. Blender 3D. Полное руководство / А. Адонин. – Санкт-Петербург : Наука и техника, 2025. – 544 с.
2. Blender Manual [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.blender.org/manual/ru/latest/editors/3dview/introduction.html> (дата обращения: 20.04.2026).
3. Документация Zbrush [Электронный ресурс]. – URL: <https://help.maxon.net/zbr/en-us/#html/features/whats-new-in-zbrush/zbrush-whats-new.html> (дата обращения: 15.04.2026).
4. Королев Д. А. Основы компьютерной графики : учебное пособие для вузов / Д. А. Королев. – Санкт-Петербург : Лань, 2026. – 212 с.
5. Кукушкина В. А. Создание 3D-модели для анимационной среды / В. А. Кукушкина, А. В. Мартынова, А. А. Сулохина, Ю. А. Бордюгова // Школа молодых новаторов : Сборник научных статей 2-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 3-х томах, Курск, 18 июня 2021 года. Том 3. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2021. – с. 130-134.