

УДК 7.05:004

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/116/15>

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ 3D-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ИГРОВЫХ ПРОЕКТОВ

©Завгородняя С. А., Российский технологический университет МИРЭА, г. Москва, Россия

©Зеленова Ю. И., ORCID: 0000-0002-6979-2443, SPIN-код: 4568-0055, канд. техн. наук,
Российский технологический университет МИРЭА,
г. Москва, Россия, zelenova.julie@yandex.ru

A SYSTEMATIC PIPELINE FOR GAME-READY 3D ASSETS

©Zavgorodnyaya S., Russian Technological University MIREA, Moscow, Russia

©Zelenova Ju., ORCID: 0000-0002-6979-2443, SPIN-code: 4568-0055, Ph.D.,
Russian Technological University MIREA, Moscow, Russia,
Moscow, Russia, zelenova.julie@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается процесс создания 3D-моделей для игровых проектов с акцентом на системный подход, обеспечивающий высокое качество визуального контента и устойчивость производственного пайплайна. Создание 3D-ассетов представляет собой многоэтапный процесс, требующий точной координации между инструментами и соблюдения структурных правил. В статье пошагово разобраны этапы работы: моделирование low-poly сетки в Blender с продуманной иерархией и наименованием деталей, детализация high-poly версии в ZBrush с применением плагина GoZ, ручная и автоматическая UV-развертка, экспорт моделей в форматах FBX и последующее запекание карт нормалей, ambient occlusion и thickness в Substance Painter. Также внимание уделено настройкам baking-сессии, обеспечивающим точное соответствие между объектами и исключающим появление артефактов. Рассматриваются типичные проблемы, возникающие при нарушении пайплайна: некорректная иерархия, несоответствие названий, наложение геометрии, ошибки при экспорте. акцентируется внимание на важности единых стандартов на всех этапах производства, что особенно критично для командной работы и масштабирования проекта. Важным аспектом является выбор визуального стиля: проведено сравнение stylized-графики и реалистичного PBR-подхода. Stylized-текстурирование предполагает ручную покраску, выразительные формы и упрощенные материалы, в то время как реализм требует физически корректных параметров, сложных масок и процедурных карт. Описан выбор подхода в зависимости от целей проекта и предпочтений аудитории. Предложенная методология может быть адаптирована под различные масштабы разработки и станет полезным ориентиром для студентов, инди-команд, фрилансеров и начинающих 3D-художников, стремящихся наладить эффективный и предсказуемый процесс создания графики в рамках современного геймдева.

Abstract. The article explores the process of creating 3D models for game projects, with a focus on a systematic approach that ensures high-quality visual content and a stable production pipeline. The creation of 3D assets is a multi-stage process that requires precise coordination between tools and adherence to structural conventions. The article outlines each step in detail: modeling a low-poly mesh in Blender with a well-organized hierarchy and naming conventions, detailing a high-poly version in ZBrush using the GoZ plugin, manual and automatic UV unwrapping, exporting models in FBX format, and baking normal, ambient occlusion, and thickness maps in Substance Painter. Special attention is paid to baking settings that ensure accurate matching between objects and prevent the appearance of artifacts. The article also discusses common

problems that arise from breaking the pipeline, such as incorrect hierarchy, mismatched names, overlapping geometry, and export errors. Emphasis is placed on the importance of consistent standards at every stage of production, which is especially critical for teamwork and project scalability. A key aspect of the process is the choice of visual style: the article compares stylized graphics and a realistic PBR-based approach. Stylized texturing involves hand-painting, expressive shapes, and simplified materials, whereas realism requires physically accurate parameters, complex masks, and procedural maps. The choice of approach depends on project goals and audience preferences. The proposed methodology can be adapted to various development scales and serves as a practical reference for students, indie teams, freelancers, and aspiring 3D artists aiming to establish an efficient and predictable graphics workflow within modern game development.

Ключевые слова: 3D-моделирование, игровая графика, пайплайн разработки, стилизация, PBR метод.

Keywords: 3D modeling, game art, development pipeline, stylization, PBR method.

Создание 3D-моделей является ключевым этапом в производстве игрового контента, именно визуальные ассеты формируют эстетическую основу игрового мира, задают стиль и усиливают погружение. Однако начинающие разработчики и даже некоторые профессиональные команды часто сталкиваются с проблемами при построении пайплайна 3D-моделирования: нарушением иерархии объектов, несоответствием имени деталей при запекании, отсутствием единых правил наименования, а также ошибками при переходе между программами (Blender, ZBrush, Substance Painter). Подобные несогласованности приводят к артефактам на картах нормалей, увеличивают время на правки и делают процесс непредсказуемым. Отсутствие системного подхода замедляет разработку и снижает итоговое качество игровых ассетов. Первым шагом является моделирование лоуполи-сетки в Blender. Модель создается с расчетом на оптимальное количество полигонов, подходящее для использования в игровых движках (например, Unreal Engine) [1].

Важно сразу правильно структурировать модель: каждую отдельную логическую часть объекта необходимо именовать с окончанием `_low` (например, `circle_low`, `leg_low`) (Рисунок 1) [2].

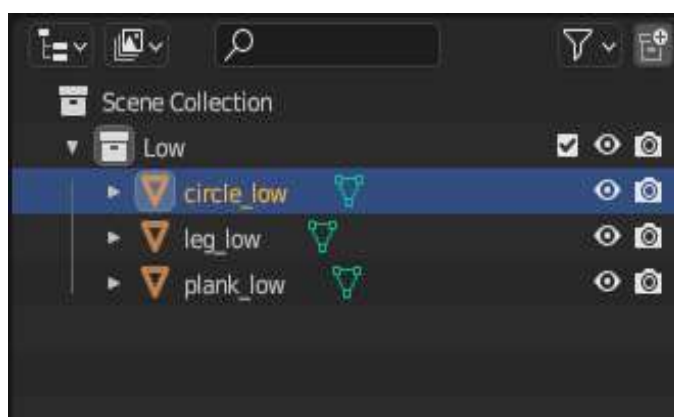


Рисунок 1. Пример наименования частей low-poly модели

На данном этапе продумывается общая форма, пропорции и разделение модели на элементы, чтобы обеспечить удобную работу на последующих этапах. Затем каждая часть модели дублируется. Дубликаты переименовываются, используя окончание `_high`, например

circle_high, leg_high (Рисунок 2). Эти части будут использоваться для запекания нормалей и других карт детализации.

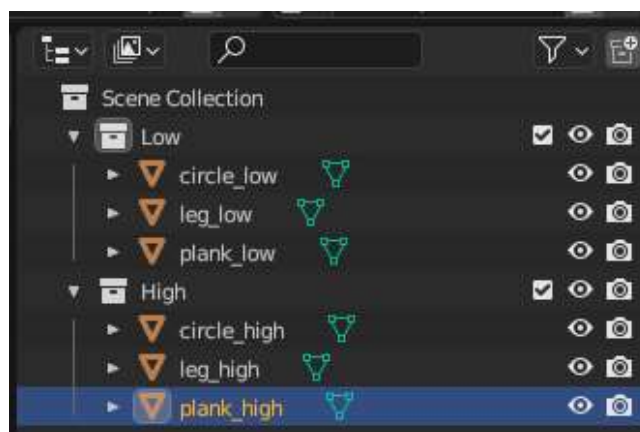


Рисунок 2. Пример наименования и иерархии частей модели

Для более выразительной детализации используется ZBrush. Перенос модели из Blender в ZBrush осуществляется через плагин GoZ, который поддерживает экспорт с сохранением наименований и иерархии (Рисунок 3) [3].

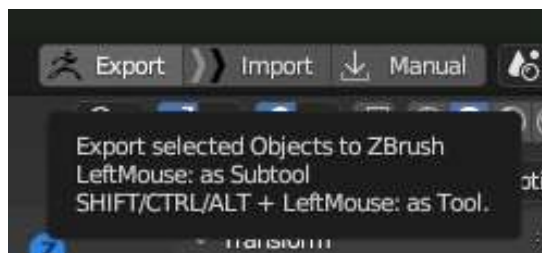


Рисунок 3. Меню экспорта через GoZ

В ZBrush выполняется скульптинг: наносится микродетализация, следы износа, декоративные элементы. После завершения работы high-poly модель экспортируется обратно в Blender. Проверяется соответствие иерархии и наименований. Если в процессе детализации добавляются мелкие элементы (например, заклепки, гвозди), их необходимо объединить с частью, на которую они запекаются в рамках high-poly модели. Это нужно сделать до экспорта, чтобы они были восприняты как единая поверхность. Также необходимо создать UV-развертку для low-poly версии. Развертка выполняется в Blender вручную или с помощью автоматических алгоритмов с последующей доработкой (Рисунок 4) [4].

После завершения UV-развертки необходимо экспортировать два отдельных FBX-файла — один для low-poly версии модели, второй для high-poly. Это важный этап, от которого напрямую зависит успешность последующего запекания карт.

Первым экспортируется low-poly файл, включающий все элементы с окончанием _low. Этот файл должен содержать корректную UV-развертку, а также быть очищенным от лишних модификаторов (например, Mirror, Subdivision и т.д.). Все трансформации (scale, rotation, location) рекомендуется предварительно применить (Ctrl+A, Apply All Transforms), чтобы избежать нежелательных искажений в текстурах. Файл сохраняется под названием model_low.fbx и будет использоваться как основа проекта в Substance Painter.

Затем аналогично экспортируется high-poly файл, в который входят все элементы с окончанием `_high`. Главное условие — точное соответствие названий частей иерархии между low- и high-poly версиями: `circle_low` и `circle_high`, `plank_low` и `plank_high` и т.д. Файл сохраняется под названием `model_high.fbx`. Он не загружается в сцену Substance Painter, а лишь указывается как источник геометрии для запекания.

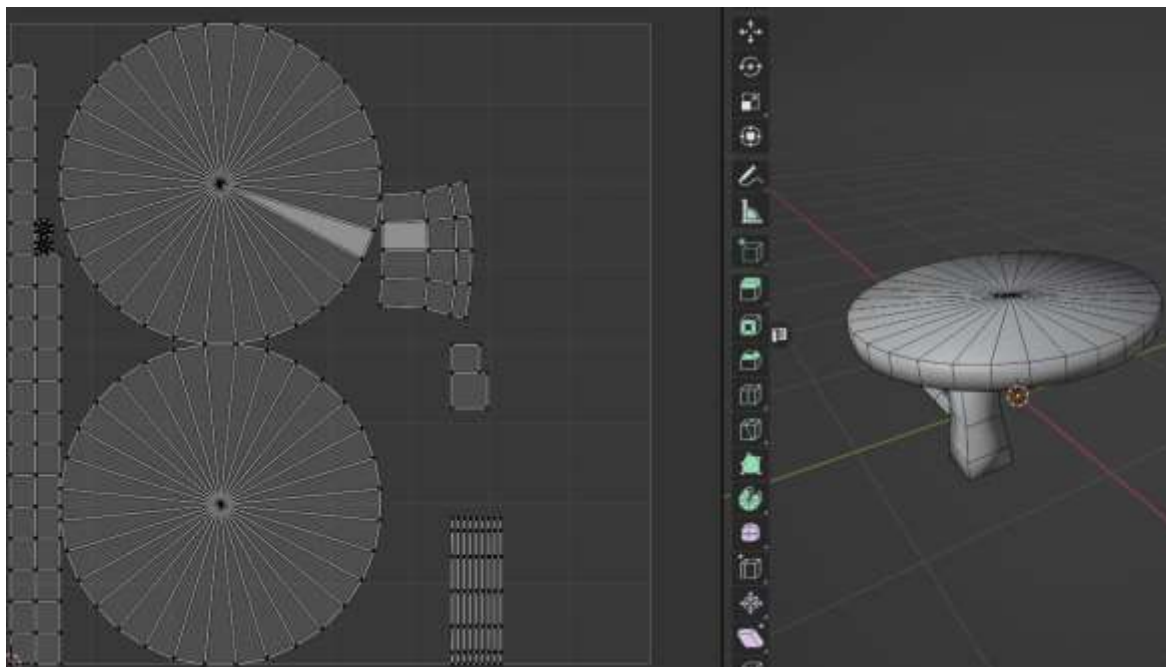


Рисунок 4. Пример UV-развёртки low-poly модели в Blender

Сводка по экспорту для последующего текстурирования представлена в Таблице. Важно сохранить структуру наименований и не объединять части модели в один объект — запекание будет происходить по совпадению имен.

Таблица

ЭКСПОРТ МОДЕЛЕЙ

Название файла	Содержимое	Назначение
model_low.fbx	Все части модели с «_low»	Импорт в Substance Painter, основа
model_high.fbx	Все части модели с «_high»	Источник для запекания карт

В Substance Painter создается новый проект с импортом `model_low.fbx`. При настройке Baking Settings указывается `model_high.fbx` как источник для запекания деталей. Для получения корректных карт при запекании необходимо задать три ключевых параметра, которые обеспечивают точное сопоставление геометрии low-poly и high-poly моделей.

Для карты нормалей (Normal Map) следует установить режим сопоставления как "By Mesh Name" (Рисунок 5). Каждая часть low-poly модели будет запекаться только с той high-poly частью, которая имеет такое же имя (например, `circle_low` будет запекаться только с `circle_high`) [5]. Это предотвращает наложение геометрии с других частей модели и обеспечивает чистую проекцию. При запекании Ambient Occlusion необходимо в параметре Self Occlusion выбрать значение "Only Same Mesh Name", что исключает влияние теней от несвязанных частей модели и позволяет избежать артефактов на границах между элементами.

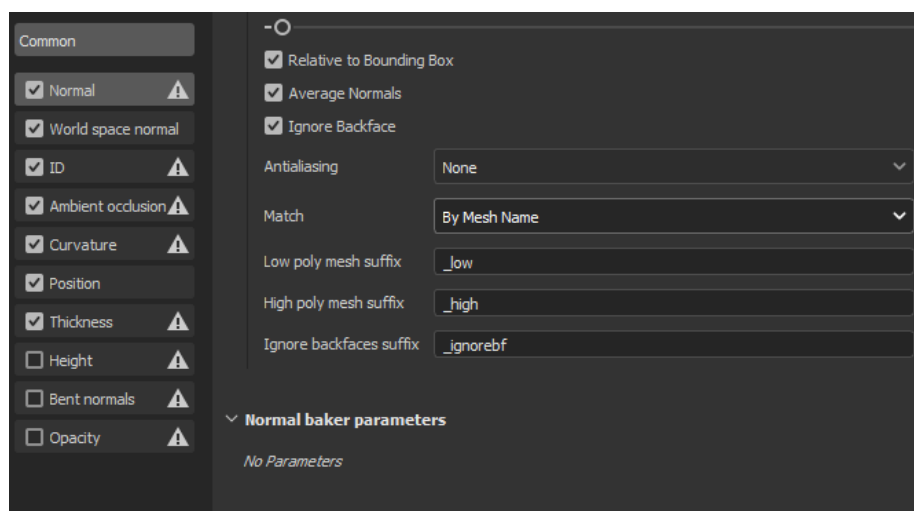


Рисунок 5. Настройки для запекания Normal Map в Substance Painter

Аналогичная настройка применяется для карты Thickness: параметр Self Occlusion также должен быть установлен в "Only Same Mesh Name", чтобы толщина запекалась корректно, без учета перекрывающихся внешних объектов.

После запекания начинается этап текстурирования. Используется PBR-подход, включающий работу с картами Base Color, Roughness, Metallic, Normal, Ambient Occlusion [6]. Важно учитывать стилистическую направленность проекта при выборе подхода к текстурированию. Для стилизованной графики (stylized) характерны более выразительные цвета, сглаженные переходы, ручная покраска деталей, использование контуров, а также акцент на форму и силуэт объекта (Рисунок 6). В подобных проектах часто применяются ручные маски, намеренные упрощения текстур, отказ от реалистичных материалов и обобщенное освещение для достижения художественного эффекта.



Рисунок 6. Пример текстурирования в стилизованной графике

Для реалистичного (PBR-направленного) визуального стиля основной упор делается на физически корректное взаимодействие материалов со светом (Рисунок 7). Здесь важны точные значения roughness и metallic, достоверные текстуры износа, грязи, царапин, а также высокая детализация карт нормалей и ambient occlusion. Часто применяются сканы реальных поверхностей, генераторы процедурных карт и сложные маски на основе baked-карт.

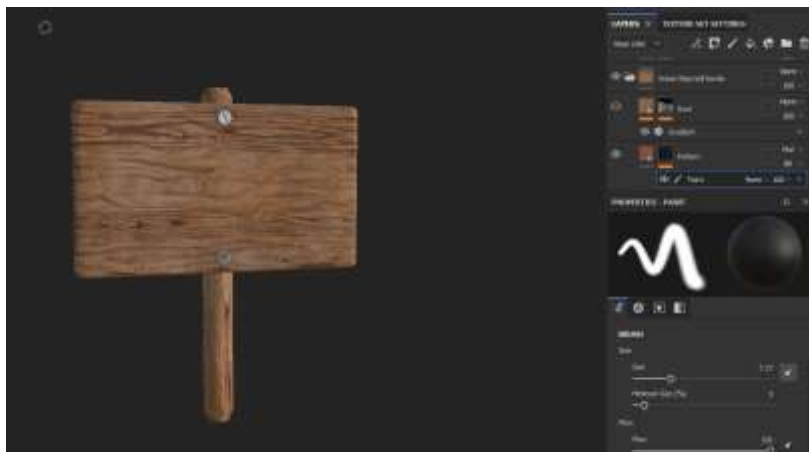


Рисунок 7. Пример текстурирования в реалистичном стиле

Выбор подхода определяет как технику текстурирования, так и используемые инструменты и шаблоны материалов. Независимо от стилистики, финальные текстуры экспортируются в форматах, соответствующих требованиям игрового движка.

Процесс создания 3D-моделей для игр требует точной координации между этапами и инструментами. При отсутствии четкого пайплайна возникают типичные проблемы: ошибки в запекании, несоответствие деталей, нарушение иерархии и избыточные доработки. Все это снижает эффективность и качество финального результата.

Рассмотренный подход предлагает системное решение: чёткая структура наименований, соответствие деталей между low- и high-poly версиями, последовательный экспорт и строго заданные параметры на этапе запекания. Представленный в статье пайплайн ориентирован на надежность и воспроизводимость. Он позволяет избежать распространенных трудностей при создании моделей и создать фундамент для масштабирования — как при работе над одиночными ассетами, так и при построении полноценного визуального контента для игровых проектов.

Список литературы:

1. Developing Game - Ready Assets: A Workflow // The Rookies (Michael Jones). <https://goo.su/9SmeWl>
2. What Is a Game Ready Asset? A Comprehensive Guide // Dream Farm Studios. 2022. <https://goo.su/p2s29v>
3. GoZ Format and Interoperability // CAD Interop. Опубликовано: предположительно 2024. <https://goo.su/G9DNKTW>
4. Инженер. Мастерство 3D: полное руководство по использованию Blender. М.: ЛитРес, 2025. 60 с.
5. Matching by Name // Substance 3D Bakers. <https://goo.su/EvmwN>
6. What Is PBR (Physically Based Rendering)? A complete guide // Chaos. <https://goo.su/UwU8w>

References:

1. Developing Game - Ready Assets: A Workflow // The Rookies (Michael Jones). <https://goo.su/9SmeWl>
2. What Is a Game Ready Asset? A Comprehensive Guide // Dream Farm Studios. 2022. <https://goo.su/p2s29v>

3. GoZ Format and Interoperability // CAD Interop. Опубликовано: предположительно 2024. <https://goo.su/G9DNKTW>
4. Inzhener. Masterstvo 3D: polnoe rukovodstvo po ispol'zovaniyu Blender (2025). Moscow.
5. Matching by Name // Substance 3D Bakers. <https://goo.su/EvmwN>
6. What Is PBR (Physically Based Rendering)? A complete guide // Chaos. <https://goo.su/UwU8w>

*Работа поступила
в редакцию 10.05.2025 г.*

*Принята к публикации
17.05.2025 г.*

Ссылка для цитирования:

Завгородняя С. А., Зеленова Ю. И. Системный подход к созданию 3D-моделей для игровых проектов // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №7. С. 128-134. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/116/15>

Cite as (APA):

Zavgorodnyaya, S., & Zelenova, Ju. (2025). A Systematic Pipeline for Game-Ready 3D Assets. *Bulletin of Science and Practice*, 11(7), 128-134. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/116/15>