

## **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ BLENDER VISION: ОТ МОДЕЛИРОВАНИЯ К АНИМАЦИИ**

© 2025 А. В. Таран<sup>1</sup>, А. А. Данилова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Самарский университет государственного управления  
«Международный институт рынка», г. Самара, Россия

В данной статье рассматривается практический подход к созданию анимированных 3D-сцен с реалистичным освещением на основе созданного видеоматериала. Исследование сфокусировано на использовании связки современных программных средств: мобильного приложения для сегментации видео (CapCut), специализированного веб-сервиса Beeble и пакета для трехмерного моделирования Blender. Описаны все этапы pipeline: от предобработки видеоряда и генерации relightable 3D-ассета до его интеграции в виртуальную среду и финального рендеринга, проанализированы возникающие технические ограничения, связанные с производительностью оборудования, и предложены возможные пути их преодоления. Результатом является работоспособный метод, позволяющий значительно упростить процесс совмещения реальных видеозаписей с трехмерными окружениями, что открывает перспективы для применения в индустрии видеопроизводства, разработки игр и создания контента для виртуальной реальности.

**Ключевые слова:** визуализация, компьютерная графика, видео с удаленным фоном, 3D-моделирование, Blender, ротоскопирование, PBR-рендеринг, риггинг освещения, сегментация видео, анимация, постобработка, CapCut, Beeble.

Современная компьютерная графика представляет собой динамично развивающуюся область, находящую применение в кинематографе, игровой индустрии, архитектурной визуализации и дизайне. Одной из ключевых задач в этих областях является достижение фотореализма, который напрямую зависит от корректного моделирования освещения и взаимодействия света с материалами. Традиционные методы ручной расстановки источников света в сцене требуют от специалиста глубоких знаний и опыта, а процесс их настройки может быть крайне трудоемким.

Актуальность данного исследования заключается в поиске и тестировании методики, позволяющей автоматизировать процесс переноса реального освещения на цифровые объекты. Такой подход позволяет интегрировать снятые на видео объекты в полностью синтетические 3D-окружения с сохранением единой световой атмосферы. За основу был взят свободно распространяемый пакет Blender, обладающий полным циклом средств для создания трехмерной графики.

Цель работы – разработать и проверить на практике pipeline для создания анимационной сцены, в которой двумерный ви-

деосилуэт, извлеченный методом ротоскопинга, взаимодействует с трехмерным окружением за счет использования интерактивного PBR-риггинга освещения. Чтобы достичь данной цели, были поставлены следующие задачи.

1. Провести сравнительный анализ инструментов для быстрой сегментации видео и выбрать оптимальный.
2. Освоить и применить технологию генерации relightable 3D-ассетов на основе видео с удаленным фоном.
3. Интегрировать полученные данные об освещении в Blender с использованием специализированных аддонов.
4. Построить простейшую 3D-сцену для демонстрации взаимодействия импортированного ассета с виртуальным окружением.
5. Провести рендеринг итоговой анимации и проанализировать полученные результаты и ограничения.

Рассмотрим используемые в работе технологии и методы.

1. Технология BLENDER VISION как унифицированная среда для 3D-графики.

Программа Blender – это мощный кросс-платформенный пакет для создания трехмерной компьютерной графики, объединя-

ющий в себе этапы моделирования, скульптинга, текстурирования, анимации, симуляции и рендеринга. В контексте данного проекта ключевое значение имеют его возможности по работе с материалами и освещением. Механизм PBR-рендеринга, реализованный в движках Eevee и Cycles, позволяет добиваться высокой степени реалистичности, имитируя физические свойства поверхностей, такие как шероховатость и рельефность (через использование Normal и Displacement карт) [1].

Этапы работы в Blender, задействованные в проекте, включают:

- моделирование – создание базовых примитивов (например, плоскости – «Plane») для формирования окружения;
- текстурирование – назначение PBR-материалов объектам сцены;
- анимация и риггинг – управление виртуальными источниками света, которые анимируются на основе импортированных данных;
- композитинг и рендеринг – финальная стадия, на которой производится цветокоррекция, добавление эффектов и экспорт итоговой последовательности кадров.

Визуальный пример по применению BLENDER VISION для построения 3D-графических объектов представлен на рисунке 1.

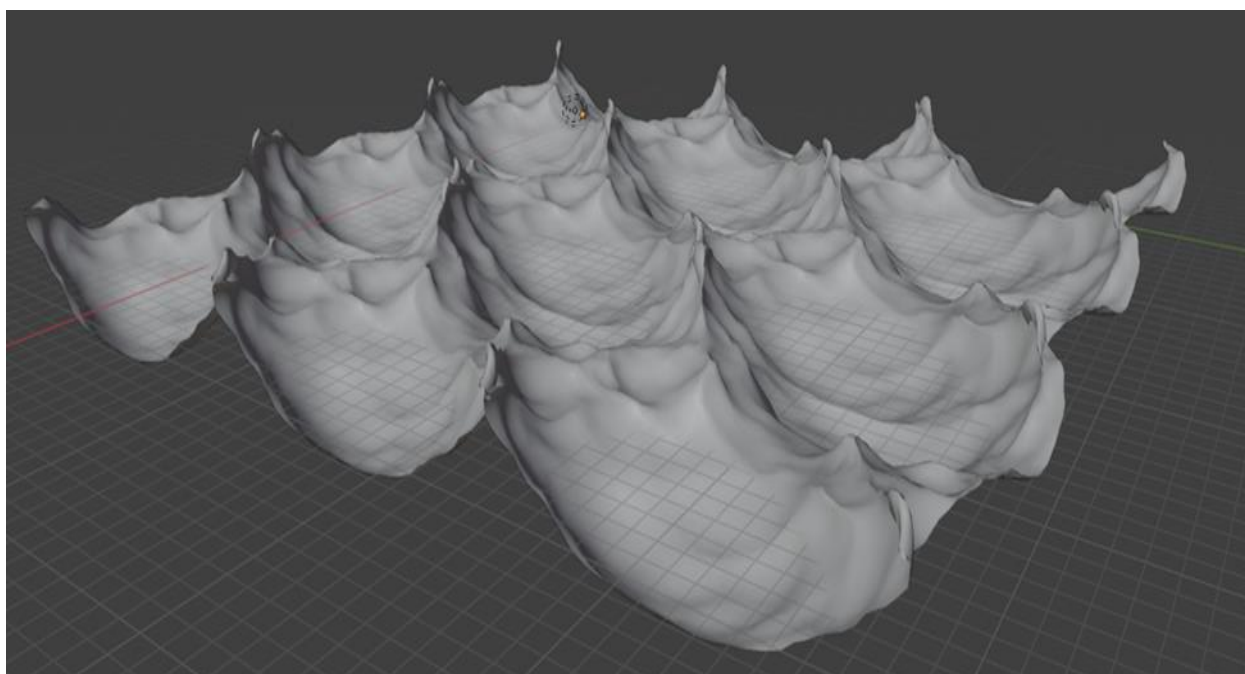


Рисунок 1 – Визуальный пример по применению BLENDER VISION – объемное окружение

2. Метод ротоскопирования и автоматическая сегментация видео.

Ротоскопирование – это классическая техника, заключающаяся в покадровом обведении объектов на видеозаписи для их отделения от фона [2]. В современном виде этот процесс автоматизирован с помощью алгоритмов компьютерного зрения и машинного обучения. В данном проекте для начального этапа сегментации было исполь-

зовано приложение CapCut, которое с помощью функции «Удалить фон» эффективно генерирует видео с альфа-каналом (рис. 2). Выбор данного инструмента был обусловлен его доступностью, низким порогом входа и высокой скоростью обработки по сравнению с более сложными пакетами, такими как Adobe After Effects, требующими ручной настройки для аналогичных задач.

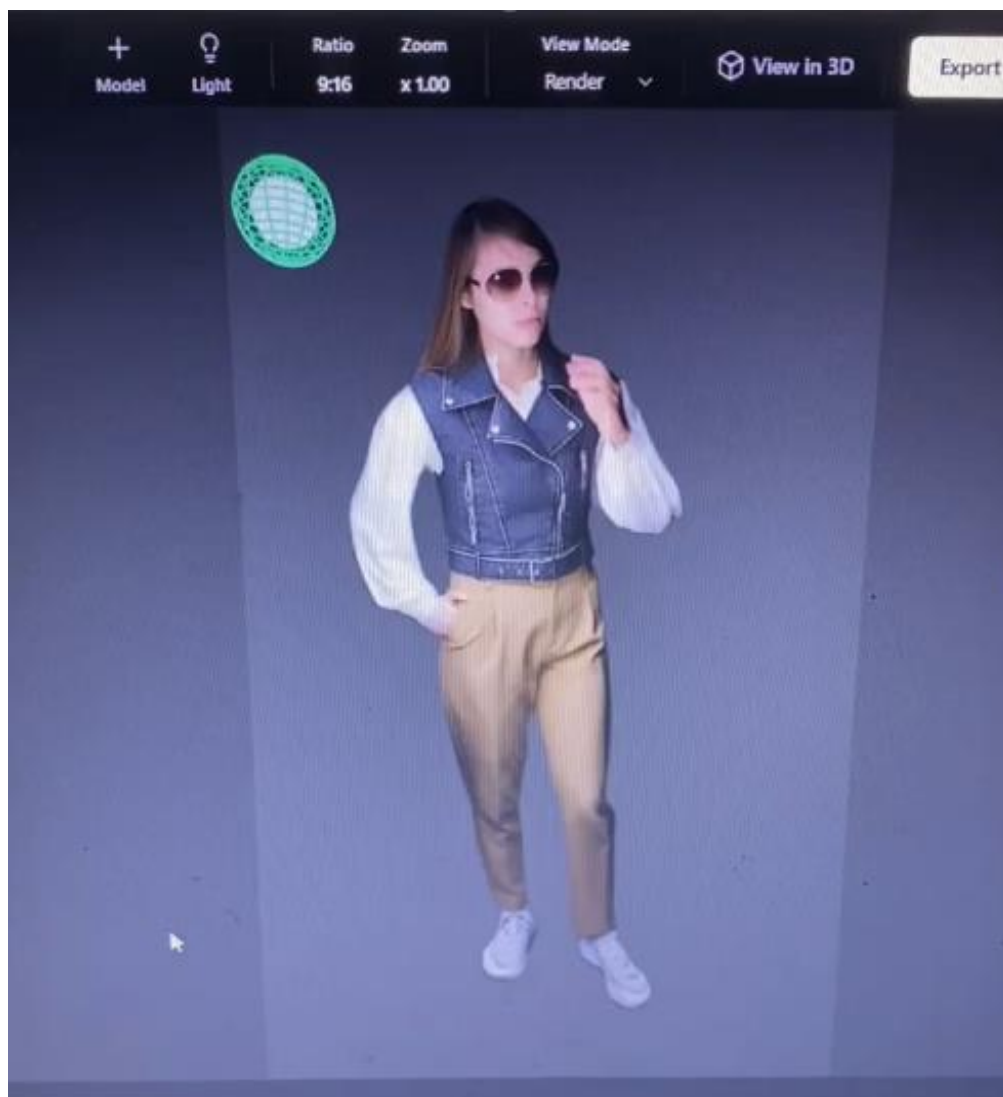


Рисунок 2 – Этап сегментации видео с удалением фона

3. Генерация Relightable 3D-ассетов в сервисе Beeble.

Сервис Beeble представляет собой облачную платформу для преобразования 2D-видео в интерактивные 3D-ассеты. Его алгоритмы анализируют видеопоследовательность, экстрагируя не только форму объекта, но и данные о его освещении в каждом кадре. На выходе пользователь получает не просто плоский спрайт, а объект, к которому привязан интерактивный параметр «Свет», имитируя тем самым объем и фактуру. Это позволяет изменять направление и характер освещения уже после съемки, что является основой для последующей интеграции в 3D-сцену. Визуальный пример по применению сервиса Beeble для преобразования 2D-видео в интерактивные 3D-ассеты представлен на рисунке 3.

Практическая реализация проекта представляет собой три последовательных этапа.

Первый этап – «Предподготовка видеоматериала». На данном этапе исходное видео было снято на смартфон, обеспечивающий достаточное для обработки разрешение и частоту кадров. Для минимизации временных и ресурсных затрат продолжительность ролика была сокращена. Полученный видеофайл был импортирован в CapCut, где с помощью функции «Автоудаление фона» был создан видеоряд с прозрачным фоном. Результат был экспортирован в формате, поддерживающем альфа-канал (MOV с кодеком ProRes 4444 или PNG-последовательность) [3].

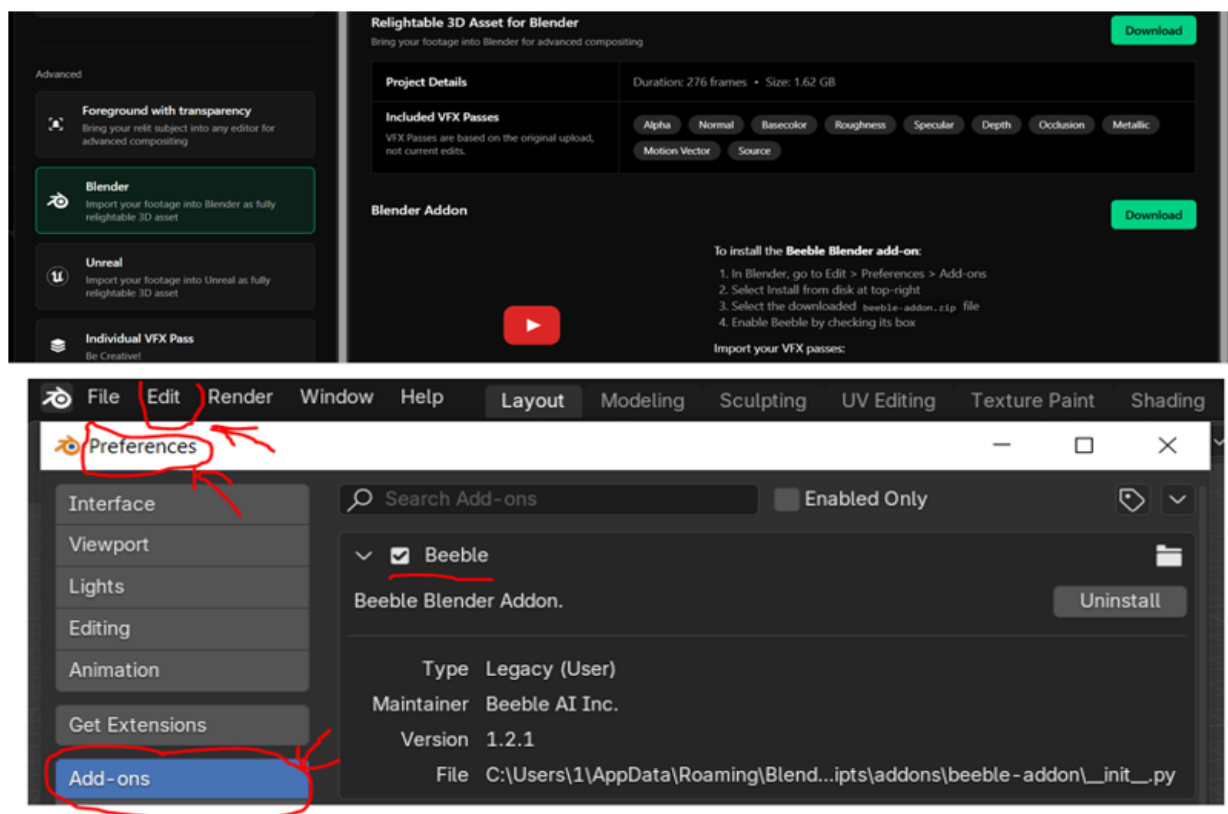


Рисунок 3 – Этап преобразования 2D-видео в интерактивные 3D-ассеты программой Beeble

Второй этап – «Генерация данных об освещении в Beeble». На этом этапе подготовленное видео с удаленным фоном было загружено в Beeble. В интерфейсе проекта после обработки становится доступным инструмент «Свет» (Light). Положение и ориентация этого объекта визуализируют направление основного источника света, которое сервис рассчитал на основе исходного видео. Пользователь имеет возможность интерактивно перемещать этот источник, наблюдая в реальном времени, как меняются тени на изначально плоском изображении, что создает убедительную иллюзию объема.

Третий этап – «Интеграция в Blender и настройка сцены». Ключевым шагом на данном этапе является перенос ассета из сервиса Beeble в программу BLENDER VISION [4]. Для этого требуются специализированные аддоны: «Relightable 3D Asset for Blender» и «Blender Addon» от разработчиков Beeble. Установка производится через меню Blender: *Edit* → *Preferences* → *Add-ons* → *Install...* После активации аддон становится доступным в панели N-панели (N-меню).

Далее выполняются следующие действия.

1. В панели аддона указывается путь к директории с материалами, экспортированными из Beeble.

2. Нажатие кнопки «Load PBR Sequence» импортирует в сцену плоскость с наложенной видеотекстурой и шейдером, настроенным для работы с PBR-картами (диффузной, нормалей и т.д.).

3. В сцену автоматически добавляется источник света (чаще всего Area Light или Sun Light), риг которого привязан к данным об освещении. Анимация этого источника генерируется автоматически.

Для создания контекста сцены были использованы простые геометрические примитивы Blender. Модель «Plane» была размещена под ногами персонажа для имитации поверхности и отбрасывания тени. На задний план был помещено статичное изображение, выполняющее роль фона. Для достижения более объемного эффекта рекомендуется использовать многослойный фон. Полученная визуализация при реализации проекта представлена на рисунке 4.

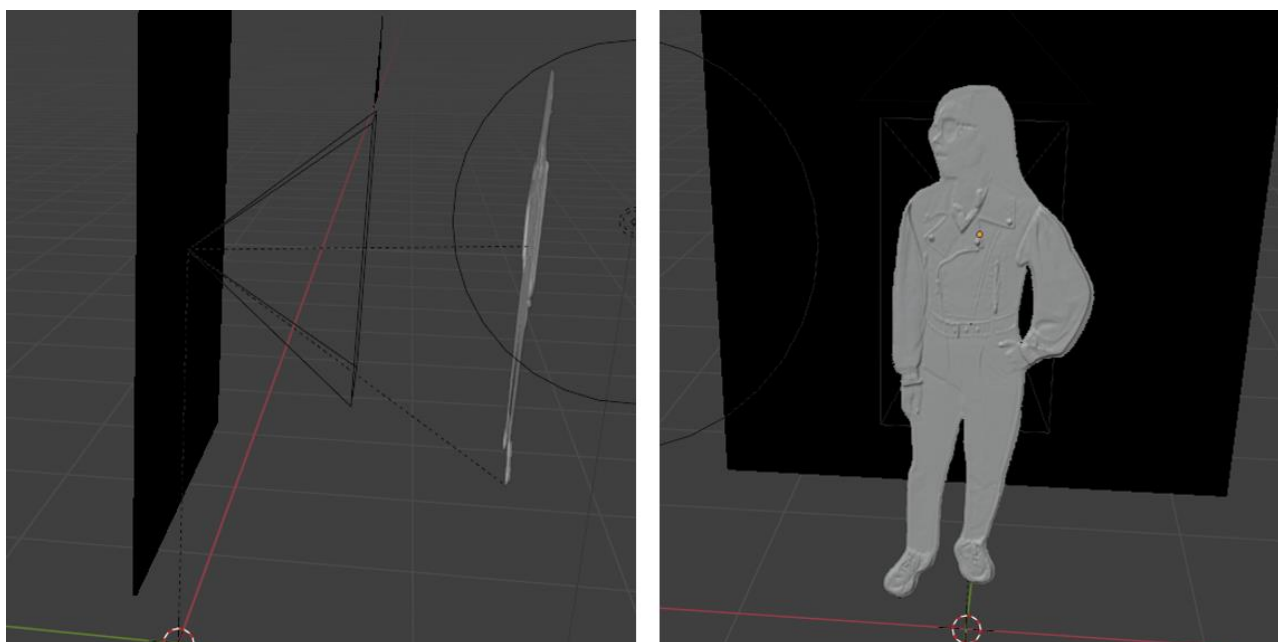


Рисунок 4 – Визуализация проекта через геометрические примитивы

#### 4. Рендеринг и финальная обработка.

Запуск процесса рендеринга выявил основное техническое ограничение: низкую частоту кадров (FPS) предпросмотра на слабом оборудовании. Однако это не отразилось на финальном результате, так как рендеринг в режиме Cycles (или Eevee) производится с полным использованием вычислительных ресурсов. Перед экспортом были настроены параметры шумоподавления и количество сэмплов для дости-

жения баланса между качеством изображения и временем рендера. Финальная анимация была экспортирована в формате видео (H.264).

Таким образом, успешно создана анимированная сцена, в которой двумерный персонаж, извлеченный из реального видео, органично взаимодействует с трехмерным окружением благодаря корректно рассчитанному и анимированному освещению (рис. 5).



Рисунок 5 – Установка анимированной сцены

При перемещении виртуального источника света в Blender тени от видеопоследовательности изменяются согласованно с тенями от статических 3D-объектов, что подтверждает эффективность примененной методики.

Главным преимуществом предложенного pipeline является его доступность и относительно низкая трудоемкость по сравнению с традиционным ротоскопированием и ручной настройкой света. Связка CapCut + Beeble + Blender позволяет быстро прототипировать сложные сцены смешанной реальности.

Основным ограничением методики является высокая зависимость от производительности графической системы на этапе рендеринга. Создание сложных сцен с большим количеством полигонов, высокодетализированными текстурами и глобальным освещением (Global Illumination) требует значительных вычислительных мощностей. Кроме того, качество исходного видеоматериала (стабильность камеры, рав-

номерность освещения при съемке) напрямую влияет на точность работы алгоритмов Beeble.

В заключение необходимо отметить, что разработанный и реализованный эффективный pipeline для интеграции видеозаписей реальных объектов в трехмерные виртуальные среды позволяет авторам сделать вывод о возможности использования современных облачных сервисов, таких как Beeble, в сочетании с мощностью open-source пакета Blender, а также решать сложные задачи по совмещению реальности и CGI без привлечения дорогостоящего оборудования и программного обеспечения.

Перспективы дальнейших исследований видятся в оптимизации процесса для слабых вычислительных систем, экспериментов с различными форматами исходных данных (например, видео с нескольких камер), а также в углубленной работе над композитингом для достижения бесшовного слияния переднего плана и фона.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Blender 3.6 Reference Manual // Blender Foundation. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/3.6/>.
2. Lasseter J. Principles of Traditional Animation applied to 3D Computer Animation // ACM SIGGRAPH Computer Graphics. 1987. Vol. 21. № 4. P. 35–44.
3. Pharr M., Jakob W., Humphreys G. Physically Based Rendering: From Theory to Implementation / Пер. с англ. 3-е изд. Morgan Kaufmann, 2016. 1266 с.
4. Beeble Documentation. URL: <https://docs.beeble.com/>.

## VISUALIZATION USING THE BLENDER VISION SOFTWARE: FROM MODELING TO ANIMATION

© 2025 Alina V. Taran<sup>1</sup>, Anastasiia A. Danilova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Samara University of Public Administration  
“International Market Institute”, Samara, Russia

This article explores a practical approach to creating animated 3D scenes with realistic lighting based on original video footage. The study focuses on utilizing a pipeline of modern software tools: a mobile application for video segmentation (CapCut), a specialized web service (Beeble), and a 3D modeling package (Blender). The paper describes the entire workflow, from video pre-processing and the generation of a relightable 3D asset to its integration into a virtual environment and final rendering. The technical limitations related to hardware performance are analyzed, and potential solutions to overcome them are proposed.

**Keywords:** visualization, computer graphics, video with alpha channel, 3D modeling, Blender, rotoscoping, PBR rendering, lighting rigging, video segmentation, animation, post-processing, CapCut, Beeble.