

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2026, Том 11, № 3 / 2026, Vol. 11, Iss. 3 <https://kostumologiya.ru/issue-3-2026.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/04IVKL326.pdf>

5.10.3. Виды искусства (с указанием конкретного искусства) (искусствоведение)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Каримов, Д. Р. Методика повышения качества 3D сканирования музейных экспонатов костюмов / Д. Р. Каримов, А. Д. Лукьянчиков, Н. А. Коробцева, А. В. Фирсов, А. Н. Новиков // Костюмология. — 2026. — Т. 11. — № 3. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/04IVKL326.pdf>.

For citation:

Karimov D.R., Lukyanchikov A.D., Korobtseva N.A., Firsov A.V., Novikov A.N. Method for improving the quality of 3D scanning of museums' suits. *Journal of Clothing Science*. 2026;11(3): 04IVKL326. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/04IVKL326.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 687.01:004.92

Каримов Достон Райимович

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Инженер кафедры «Информационных технологий и компьютерного дизайна»
E-mail: arfume@yandex.ru

Лукьянчиков Андрей Дмитриевич

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
E-mail: lukashca@yandex.ru

Коробцева Надежда Алексеевна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Профессор кафедры «Информационных технологий и компьютерного дизайна»
Доктор технических наук, профессор
E-mail: rrr-home@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9895-6761>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=351679

Фирсов Андрей Валентинович

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Заведующий кафедры «Информационных технологий и компьютерного дизайна»
Доктор технических наук, профессор
E-mail: firsov-av@rguk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9632-926X>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=127748

Новиков Александр Николаевич

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Доцент кафедры «Информационных технологий и компьютерного дизайна»
Доктор технических наук, профессор
E-mail: a_n_novikov@mail.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=745051
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=7201700098>

Методика повышения качества 3D сканирования музейных экспонатов костюмов

Аннотация. В статье рассматривается проблема преобразования полигональных сеток, полученных в результате 3D-сканирования музейных экспонатов, для их последующего использования в цифровых архивах, виртуальных экспозициях и системах визуализации объектов культурного наследия. Актуальность исследования обусловлена тем, что исходные модели, сформированные на основе данных 3D-сканирования, часто содержат неравномерную полигональную структуру, затрудняющую дальнейшую обработку, оптимизацию и использование в графических приложениях. Целью работы является разработка подхода, обеспечивающего получение регулярной полигональной сетки с сохранением исходной текстурной информации. В качестве объекта исследования использованы результаты 3D-сканирования музейного текстильного экспоната, выполненного с применением сканера CR-Scan Ferret Series и программного обеспечения Crealiti Scan 4. Предлагаемый метод основан на использовании модификатора Smooth Remesh в среде Blender для перестроения топологии модели и последующем переносе карты Albedo на новую полигональную сетку средствами программы Marmoset Toolbag. Подробно рассмотрены этапы подготовки моделей, формирования новой UV-развёртки, настройки параметров переноса текстур и проверки качества полученного результата. Проведено сравнение предложенного подхода с альтернативными методами оптимизации полигональных сеток по качественным и количественным критериям. Полученные результаты показывают, что предложенный метод обеспечивает сохранение геометрических особенностей объекта и визуальной достоверности текстуры при значительно меньших временных затратах по сравнению с ручной ретопологией, что делает его перспективным для задач цифровой музеефикации, сохранения объектов культурного наследия, а также разработки современных цифровых музейных коллекций и образовательных интерактивных проектов.

Ключевые слова: ремешинг; топология сетки; перенос текстур; 3D-сканирование; оцифровка экспонатов; Blender; Marmoset Toolbag

Актуальность исследования

Актуальность исследования обусловлена растущей потребностью музейных, научных и реставрационных учреждений в создании высокоточных цифровых копий объектов культурного наследия, в том числе предметов одежды. Современные методы трёхмерного сканирования, включая фотограмметрию и технологию структурированного света, позволяют получать детализированные цифровые модели, воспроизводящие геометрические параметры и текстурные особенности музейных экспонатов [1].

Для объектов культурного наследия существенное значение имеет совместное сохранение пространственной геометрии и цветовой текстурной информации, поскольку это повышает достоверность цифрового представления объекта [2].

Вместе с тем исходные 3D-сканы могут характеризоваться нерегулярной топологией, шумами и артефактами поверхности, что осложняет их последующую обработку и использование [3].

При этом текстурная информация, содержащая сведения о фактуре материала, следах износа, микроповреждениях и иных визуально значимых особенностях, должна рассматриваться наряду с геометрией объекта [4].

Процессы оптимизации полигональной сетки необходимы для подготовки цифровых моделей к дальнейшей обработке и визуализации. При этом изменение структуры сетки требует контроля сохранности геометрической точности модели [5].

Актуальность работы заключается в необходимости разработки метода оптимизации полигональных сеток 3D-сканов музейных предметов костюма на основе ремешинга и переноса текстурной информации. Метод должен обеспечивать уменьшение и упорядочивание полигональной структуры цифровой модели при сохранении геометрических особенностей формы, фактуры материала, орнамента, цветового решения и других культурно значимых визуальных характеристик предмета костюма.

Цель и задачи исследования

Цель исследования заключается в разработке и обосновании технологически воспроизводимого метода оптимизации полигональных сеток 3D-сканов музейных объектов, позволяющего сохранять исходную текстурную информацию при применении ремешинга и последующей перестройке топологии модели.

Для достижения поставленной цели исследование решает комплекс задач, включающих анализ характерных дефектов исходных 3D-сканов, изучение влияния различных режимов ремешинга на геометрию и UV-развёртку, а также выявление причин искажения или полной утраты текстурных данных. Важной задачей является разработка процесса переноса текстур с высокополигональной модели на ремешированную поверхность с использованием инструментов высокоточного запекания в Marmoset Toolbag, обеспечивающих восстановление соответствия текстур новой топологии. Дополнительно ставится задача проведения сравнительного анализа предложенного метода с существующими подходами оптимизации — Decimate, Voxel Remesh, Instant Meshes и ручной ретопологией — для определения его эффективности по критериям качества геометрии, сохранения деталей, трудоёмкости и достоверности визуальной информации. Итогом решения поставленных задач является формирование унифицированного подхода, пригодного для применения в музейной цифровой реконструкции, виртуальных и дополненных средах, образовательных проектах и системах долгосрочной цифровой архивации.

Методы исследования

В работе применялись методы трёхмерного сканирования, цифровой обработки полигональных моделей, ремешинга, UV-развёртки, переноса текстурной информации и сравнительного анализа результатов [6]. Исходная цифровая модель музейного предмета костюма была получена с использованием 3D-сканера CR-Scan Ferret Series и программного обеспечения Creality Scan 4. После экспорта модели в формате OBJ выполнялись её импорт и масштабирование в среде Blender.

Для оптимизации полигональной структуры применялся метод ремешинга с использованием инструмента Smooth Remesh, позволяющего сформировать более равномерную сетку при сохранении основных геометрических особенностей формы костюма. Для оптимизированной модели создавалась новая UV-развёртка. Перенос визуальной информации с исходной высокополигональной модели на оптимизированную низкополигональную модель выполнялся в программе Marmoset Toolbag методом запекания карты Albedo.

Качество результата оценивалось визуально и сравнительно по следующим критериям: сохранение формы и силуэта изделия, передача складок и конструктивных элементов, сохранность цветового решения, орнамента и фактуры материала, отсутствие заметных искажений текстуры, а также трудоёмкость обработки. Дополнительно проводилось сравнение предложенного подхода с ручной ретопологией, модификатором Decimate, Voxel Remesh и программой Instant Meshes.

Ход исследования

В процессе оцифровки музейных экспонатов одежды методом 3D-сканирования основной задачей является сохранение точной геометрии исходного объекта при одновременной оптимизации его топологии для дальнейшей обработки, текстурирования и визуализации [7]. Сырые данные, полученные с 3D-сканеров, содержат значительное количество шумов, дублирующих вершин, артефактов поверхности, а также нерегулярную топологию, что усложняет как визуализацию, так и последующую обработку модели (рис. 1).

В рамках исследования в качестве экспериментального объекта использовался оцифрованный предмет исторической одежды, геометрия которого характеризуется сложной пространственной формой, наличием многочисленных складок, участков с различной кривизной поверхности и мелких элементов декоративного оформления. Выбор текстильного объекта обусловлен тем, что подобные музейные экспонаты представляют значительную сложность для трёхмерной оцифровки и последующей обработки полигональной сетки. В отличие от объектов с преимущественно гладкой и геометрически однородной поверхностью, складчатая структура одежды формирует большое количество локальных изменений направления поверхности, которые должны быть сохранены при оптимизации цифровой модели [8].

Получение исходной трёхмерной модели осуществлялось с использованием 3D-сканера серии CR-Scan Ferret. Управление процессом сканирования, регистрация пространственных данных и первичное формирование цифровой модели выполнялись в программной среде Creality Scan 4. После завершения обработки результат сканирования экспортировался в формате OBJ с сохранением геометрии и исходной текстурной информации.

Полученная модель представляла собой высокополигональную полигональную сетку с нерегулярным распределением геометрических элементов. Особенности поверхности текстильного объекта обусловили наличие участков с высокой плотностью полигонов в областях складок и выраженных изменений кривизны. Кроме того, в исходной модели присутствовали открытые участки поверхности и локальные дефекты геометрии, возникшие вследствие ограниченной видимости отдельных областей объекта в процессе сканирования.

После импорта OBJ-модели в Blender выполнялась проверка ориентации, масштаба и целостности полигональной поверхности. Для приведения цифрового объекта к рабочему масштабу применялся коэффициент масштабирования 0,001 с последующим применением трансформации Scale. В результате высота цифровой модели составляла приблизительно 1,52 м, что обеспечивало корректное представление габаритных характеристик исследуемого объекта в трёхмерной сцене.

Таким образом, исходными данными исследования являлась текстурированная высокополигональная модель предмета одежды, полученная посредством бесконтактного 3D-сканирования [9]. Наличие сложной складчатой поверхности и локальных геометрических дефектов позволило использовать данный объект для оценки возможности применения ремешинга при подготовке цифровых копий текстильных музейных экспонатов.

Оптимизация сетки включает несколько ключевых этапов: импорт и первичная очистка, удаление артефактов и дублирующих вершин, ретопология, ремешинг, перенос текстур, а также финальная проверка качества модели. Особую сложность представляет этап ремешинга, который, несмотря на улучшение топологии, способен привести к потере исходных текстур или их искажению. В данной работе предлагается метод исправления такой ошибки за счет переноса текстур на ремешингованную модель с помощью программы Marmoset Toolbag.

Первичная обработка также включает удаление артефактов поверхности, объединение разорванных участков, исправление нормалей и удаление дубликатов вершин.

На этом этапе выполняются подготовительные действия для оптимизации сетки.

Исходная полигональная модель, полученная с использованием 3D-сканера CR-Scan Ferret и программного обеспечения Crealiti Scan 4, содержала локальные дефекты поверхности и открытые участки сетки. Наиболее выраженный открытый граничный контур располагался в нижней части цифровой модели, что связано с ограниченной доступностью данной области объекта для регистрации пространственных данных в процессе сканирования.

Первичной задачей является очистка модели, что включает:

- удаление избыточных геометрических элементов, образованных шумами сканирования;
- устранение дублирующих вершин с помощью функции *Merge by Distance*;
- реконструкцию разорванных участков сетки;
- корректировку нормалей для стабилизации рендеринга поверхности.

Этот этап позволяет создать геометрически непротиворечивую модель и подготовить её к ремешингу и ретопологии.

Модификатор Remesh в Blender позволяет преобразовать нерегулярную трехмерную сетку в более равномерную и топологически стабильную структуру. В данной работе применялся метод Smooth Remesh, обеспечивающий сглаживание и унификацию полигонажа без значительного ухудшения геометрии.

Однако стандартный алгоритм ремешинга приводит к нарушению UV-координат и, как следствие, к искажению текстур. Это создает проблему невозможности прямого использования исходной текстуры после ремешинга (рис. 1).



Рисунок 1. Пример ошибки текстур при ремеше сетки объекта (выполнено автором Лукьянчиковым А. Д.)

Причина ошибки заключается в том, что Remesh полностью перезаписывает топологию, формируя новую поверхность без сохранения исходных координат UV-развёртки.

Для восстановления корректного текстурирования использована программа Marmoset Toolbag, позволяющая перенести текстуры с исходной высокополигональной модели на ремешированную низкополигональную версию с новой топологией.

Перед выполнением переноса текстурной информации исходная полигональная модель дублировалась в Blender. Первая версия сохранялась без изменения топологии и использовалась в качестве высокополигонального источника геометрических и текстурных данных. Второй экземпляр модели предназначался для выполнения ремешинга и формирования оптимизированной

полигональной структуры. Для обеспечения однозначной идентификации объектов при последующем импорте использовалась система именования с суффиксами `_high` и `_low`.

К Low-модели применялся модификатор Remesh в режиме Smooth. Использование данного режима обеспечивало перестроение нерегулярной исходной сетки и формирование более равномерной полигональной структуры. При этом изменялись количество, положение и взаимосвязь вершин, рёбер и полигонов модели. В результате исходная UV-развёртка переставала соответствовать новой топологии, что приводило к нарушению отображения текстуры.

После выполнения ремешинга для Low-модели формировалась новая UV-развёртка средствами Blender. Данный этап являлся обязательным условием последующего запекания текстурной информации, поскольку перенос выполнялся не путём восстановления исходных UV-координат, а посредством проецирования текстурных данных High-модели на поверхность Low-модели с новой UV-развёрткой.

Подготовленные High- и Low-модели экспортировались из Blender для дальнейшей обработки в Marmoset Toolbag. При экспорте сохранялось взаимное пространственное положение объектов, что обеспечивало геометрическое соответствие поверхностей при выполнении операции запекания.

В Marmoset Toolbag создавался проект запекания, после чего подготовленные модели загружались в рабочую сцену. Использование идентификаторов `_high` и `_low` обеспечивало автоматическое распределение объектов по соответствующим группам High и Low. Такой подход позволял однозначно определить исходную поверхность, содержащую текстурную информацию, и целевую модель с перестроенной топологией.

Материал исходной High-модели использовался в качестве источника визуальной информации. Текстура, сформированная на этапе трёхмерного сканирования объекта, подключалась к каналу Albedo. В рамках проведённого исследования основной задачей являлся перенос цветовой текстурной информации, поэтому запекание выполнялось для карты Albedo.

Формирование отдельной карты нормалей не выполнялось, поскольку исходные данные сканирования не содержали предварительно подготовленной normal map. Соответствующий канал Normal в настройках проекта запекания отключался. Это позволяло исключить создание избыточной текстурной карты, не используемой в рассматриваемом технологическом процессе.

Разрешение результирующей текстурной карты устанавливалось равным 8192×8192 пикселей (8K). Выбор данного значения обусловлен разрешением исходной текстуры, полученной в процессе формирования цифровой модели. Сохранение разрешения 8K позволяло минимизировать дополнительную потерю цветовой информации при переносе данных на новую UV-развёртку.

Для повышения качества формирования результирующей карты количество выборок устанавливалось равным **64 samples**. Использование данного значения обеспечивало более устойчивое формирование текстурного изображения в областях со сложной геометрией поверхности, в частности на участках складок и локальных изменений кривизны текстильного объекта.

Параметры проекционного расстояния и расширения границ текстурных островов отдельно не корректировались и использовались в соответствии с настройками проекта запекания Marmoset Toolbag. Геометрическое соответствие High- и Low-моделей обеспечивалось сохранением их взаимного положения при подготовке и экспорте из Blender. Сглаживание результата при формировании текстурной карты обеспечивалось использованием режима запекания с 64 выборками.

Результирующая текстурная карта сохранялась в формате PNG. После завершения операции bake сформированная карта Albedo подключалась к материалу Low-модели. Полученная модель повторно открывалась в Blender, где выполнялась визуальная проверка корректности отображения текстуры на перестроенной полигональной поверхности.

Контроль результата осуществлялся посредством сопоставления исходной High-модели и Low-модели после переноса текстурной информации. В качестве основных признаков корректности переноса рассматривались отсутствие выраженных растяжений текстурного изображения, разрывов цветовых областей и значительных смещений характерных элементов текстуры относительно геометрии объекта.

Как видно на рисунке 2, применение Smooth Remesh обеспечивает формирование перестроенной полигональной структуры модели. При этом непосредственное использование исходной текстуры становится невозможным вследствие изменения UV-координат. Представленный на рисунке 3 результат демонстрирует отображение перенесённой карты Albedo на Low-модели после выполнения запекания в Marmoset Toolbag. Характерные цветовые и декоративные элементы предмета одежды сохраняют визуальное соответствие исходной цифровой модели.

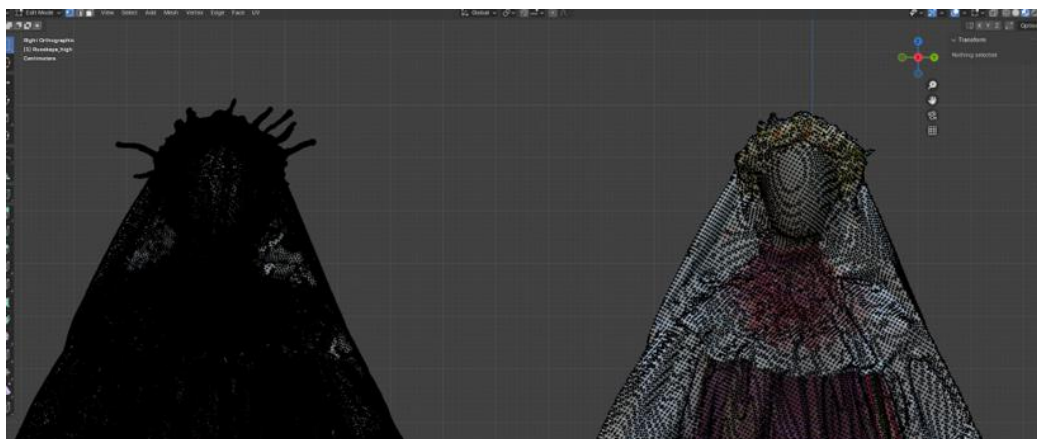


Рисунок 2. Пример упрощенной сетки после ремеша в Blender 3D (выполнено автором Лукьянчиковым А. Д.)

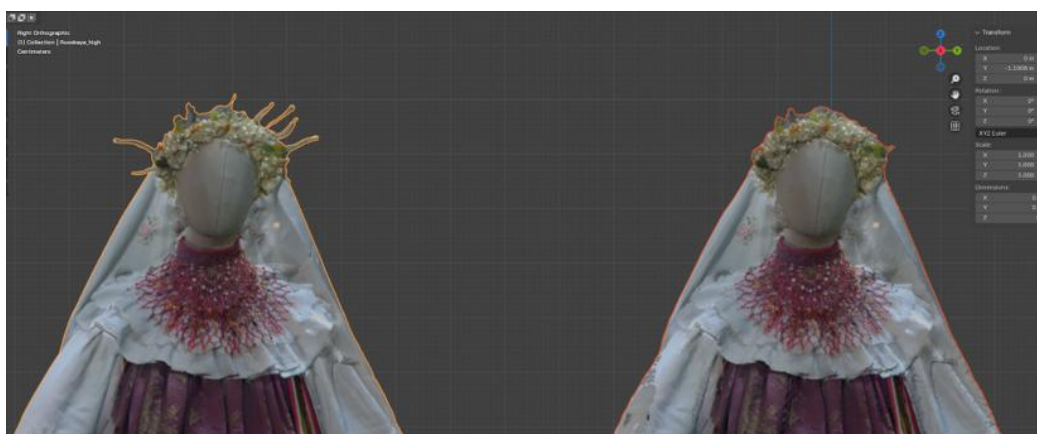


Рисунок 3. Пример корректно перенесенной текстуры через Marmoset Toolbag (выполнено автором Лукьянчиковым А. Д.)

Применение предложенной методики позволило:

- устранить искажения текстур, возникающие после применения Remesh в Blender;
- сохранить геометрию и визуальные характеристики исходного объекта;

- получить оптимизированную сетку с корректной UV-развёрткой и реалистичными материалами;
- подготовить модель для дальнейшего использования в рендеринге, VR-средах и архивации [10].

Полученная топология может быть использована как для визуализации одежды, так и для последующей анимации моделей одежды на человеке, что делает метод универсальным.

Оптимизация геометрии и перенос текстур обладают особой ценностью в музейных и научных проектах, где высокая точность визуального представления является не только эстетическим требованием, но и научной необходимостью [11].

В цифровой архивации важно сохранить мельчайшие дефекты поверхности, текстуру материала и цветовые особенности объекта, поскольку они несут историческую и культурную значимость [12].

Ремешинг, выполненный без корректного переноса текстур, делает модель пригодной лишь для визуализации формы, но теряет связь с физическим артефактом. Поэтому предложенный метод может применяться:

- для создания высокоточных 3D-копий музейных экспонатов для научных исследований [13];
- при виртуальной реконструкции исторических объектов [14];
- в образовательных системах дополненной и виртуальной реальности;
- при создании интерактивных каталогов и онлайн-экспозиций [15].

Таким образом, метод сочетает вычислительную эффективность со строгими требованиями к сохранению культурных данных.

Для оценки эффективности рассмотренного подхода был проведён сравнительный анализ с альтернативными методами оптимизации: ручной ретопологией, использованием Decimate, Voxel Remesh, а также внешними инструментами (например, Instant Meshes) (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ методов оптимизации

Метод	Качество топологии	Сохранение деталей	Сохранение текстур	Время обработки, мин
Ручная ретопология	Отличное	Высокое	Требует отдельного переноса	240
Decimate (Blender)	Низкое	Среднее	Сохраняется, возможны локальные искажения	8
Voxel Remesh	Высокое	Среднее	Исходная UV-развёртка утрачивается	15
Instant Meshes	Высокое	Среднее	Требуется повторная UV-развёртка	25
Предложенный метод (Smooth Remesh + bake)	Высокое	Высокое	Переносится на новую UV-развёртку	20

Составлено авторами

Результаты демонстрируют, что предложенный метод обеспечивает оптимальный баланс между качеством топологии и сохранением исходной текстуры без значительных затрат времени.

Текущий подход может быть расширен за счёт внедрения:

- автоматического построения UV-развёрток через алгоритмы машинного обучения;
- использования текстурных карт высот для передачи микродеталей без увеличения числа полигонов;

- интеграции Marmoset-подобных алгоритмов непосредственно в Blender;
- упрощения протокола экспорта и импорта через единый формат.

Также возможна автоматизация процесса обработки, что позволит создавать цифровые копии экспонатов в потоковом режиме.

Проведенное исследование показало, что применение ремешинга совместно с последующим переносом текстур является эффективным подходом для улучшения топологии 3D-сканов. Основным преимуществом метода является возможность сочетать корректную геометрию поверхности с сохранением визуальной информации, полученной с реального экспоната.

Использование *Marmoset Toolbag* позволяет компенсировать недостатки алгоритмов ремешинга в Blender, обеспечивая высокоточное запекание текстур на новую сетку.

Метод может быть применён при цифровой реставрации музейных объектов, создании VR-экспозиций и сохранении объектов культурного наследия в цифровом формате.

Выводы

В работе разработан и апробирован метод оптимизации полигональных сеток 3D-сканов музейных предметов костюма, основанный на последовательном применении ремешинга в среде Blender и переносе текстурной информации методом запекания карты Albedo в программе Marmoset Toolbag. Предложенный подход позволяет уменьшить сложность полигональной сетки при сохранении геометрических особенностей объекта и его визуальных характеристик, включая цвет, фактуру материала и декоративные элементы.

Проведённое сравнение с альтернативными методами оптимизации показало, что комбинированное использование ремешинга и переноса текстур обеспечивает более высокое качество итоговой цифровой модели при приемлемой трудоёмкости обработки.

Научная новизна работы заключается в разработке комплексного метода оптимизации полигональных сеток 3D-сканов музейных предметов костюма, объединяющего ремешинг и перенос текстурной информации в единую технологическую схему, обеспечивающую сохранение визуальной достоверности цифровой модели после полной перестройки её топологии.

Практическая значимость исследования состоит в возможности применения предложенного метода при создании цифровых копий музейных предметов костюма для электронных каталогов, виртуальных музеев и выставок, научных исследований, реставрационной документации, образовательных проектов, а также при подготовке оптимизированных трёхмерных моделей для использования в графических приложениях, игровых движках и системах виртуальной и дополненной реальности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусева М. А., Гетманцева В. В., Андреева Е. Г., Петросова И. А. Параметризация цифровой антропометрической информации для 3D-проектирования швейных изделий // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. — 2019. — Т. 11. — № 2. — С. 130–138. — URL: https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/158/%D0%A2%D0%9D%D0%92_2019-2_130-138.pdf (дата обращения: 10.06.2026).

2. Ramm R., Heinze M., Kühmstedt P., Christoph A., Heist S., Notni G. Portable solution for high-resolution 3D and color texture on-site digitization of cultural heritage objects // Journal of Cultural Heritage. — 2022. — Vol. 53. — P. 165–175. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207421001709?via%3Dihub> (дата обращения: 11.06.2026).
3. Adamopoulos E., Rinaudo F., Ardissono L. A Critical Comparison of 3D Digitization Techniques for Heritage Objects // ISPRS International Journal of Geo-Information. — 2021. — Vol. 10. — No. 1. — Art. 10. — URL: <https://www.mdpi.com/2220-9964/10/1/10> (дата обращения: 11.06.2026).
4. Dostal C., Yamafune K. Photogrammetric texture mapping: A method for increasing the fidelity of 3D models of cultural heritage materials // Journal of Archaeological Science: Reports. — 2018. — Vol. 18. — P. 430–436. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352409X17306892?via%3Dihub> (дата обращения: 12.06.2026).
5. Storeide M.S.B., George S., Sole A.S., Hardeberg J.Y. Evaluating Entropy of Geometric Accuracy in 3D Objects During Mesh Simplification // Journal of Imaging Science and Technology. — 2024. — Vol. 68. — No. 4. — Art. 040406. — P. 1–29. — URL: <https://library.imaging.org/jist/articles/68/4/040406> (дата обращения: 12.06.2026).
6. Петросова И. А., Андреева Е. Г., Белгородский В. С., Новиков М. В., Сухинина Т. В., Горбачева М. В. Способ бесконтактного определения рельефа поверхности материалов: патент РФ № 2606703. — Оpubл. 10.01.2017. — URL: <https://patents.google.com/patent/RU2606703C1/ru> (дата обращения: 12.06.2026).
7. Парфенов В. А. 3D-лазерное сканирование при цифровизации, реконструкции и репликации скульптурных памятников // Историческая информатика. — 2023. — № 1. — С. 114–124. — URL: <https://patents.google.com/patent/RU2606703C1/ru> (дата обращения: 12.06.2026).
8. Богданов В. О. Перспективы применения 3-D технологии для исследования объектов археологического наследия Тверского Поволжья // Археология евразийских степей. — 2021. — № 6. — С. 369–373. — URL: <https://www.evrazstep.ru/index.php/aes/article/view/665> (дата обращения: 12.06.2026).
9. Мычко Э. В., Савин Р. Ю., Олышанский Д. В. Возможности применения 3D-сканирования и 3D-печати в палеонтологии на базе Государственного Дарвиновского музея // Научный альманах. — 2015. — № 11-4(13). — С. 354–360. — URL: <https://ukonf.com/doc/na.2015.11.04.pdf> (дата обращения: 14.06.2026).
10. Фирсов А. В., Новиков А. Н., Каримов Д. Р. Разработка мультимедийного интерактивного онлайн-выставочного пространства для цифровых коллекций одежды // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). — 2025. — № 1. — С. 268–271. — EDN: VMAEYL.
11. Жеребятёв Д. И., Королева С. В., Демидов М. Ю., Дрыга Д. О., Морозова В. И., Пашковский Д. В. Опыт реализации проекта по оцифровке музейных фондов с помощью технологий лазерного сканирования и фотограмметрии для проекта «Портал "Культура РФ"» // Роль музеев в информационном обеспечении исторической науки. — Москва: Этерна, 2015. — С. 412–419. — URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008786799?> (дата обращения: 20.06.2026).
12. Ахтамзян А. И., Олышанский Д. В. 3D-сканирование на службе музея // Музей. — 2018. — № 6. — С. 58–61. — URL: <https://panor.ru/articles/3d-skanirovanie-na-sluzhbe-muzeya/10396.html> (дата обращения: 20.06.2026).

13. Грибова Е. В., Каримов Д. Р. Использование аддитивных технологий в вопросах цифровой реставрации музейных экспонатов // Инновационное развитие техники и технологий в промышленности: сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, Москва, 16 апреля 2024 года. Ч. 2. — Москва: РГУ имени А. Н. Косыгина, 2024. — С. 312–315. — EDN: KEEROA.
14. Фирсов А. В., Новиков А. Н., Грибова Е. В., Каримов Д. Р. Методика использования аддитивных технологий при создании виртуальных выставочных пространств // Дизайн и технологии. — 2024. — № 99(141). — С. 6–12. — EDN: HLXMQG.
15. Ахтамзян А. И., Ольшанский Д. В. Как 3D-сканирование работает в музее // Музей. — 2020. — № 11. — С. 63–66. — URL: <https://panor.ru/articles/kak-3d-skanirovanie-rabotaet-v-muzee/52900.html> (дата обращения: 20.06.2026).

Karimov Doston Raiimovich

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: arfume@yandex.ru

Lukyanchikov Andrey Dmitrievich

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: lukashca@yandex.ru

Korobtseva Nadezhda Alekseevna

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: rrr-home@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9895-6761>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=351679

Firsov Andrey Valentinovich

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: firsov-av@rguk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9632-926X>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=127748

Novikov Alexander Nikolaevich

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: a_n_novikov@mail.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=745051

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=7201700098>

Method for improving the quality of 3D scanning of museums' suits

Abstract. The article addresses the problem of transforming polygonal meshes obtained from the 3D scanning of museum artifacts for their subsequent use in digital archives, virtual exhibitions, and visualization systems for cultural heritage objects. The relevance of the study is обусловлена by the fact that the original models generated from 3D scanning data often contain an irregular polygonal structure, which complicates further processing, optimization, and use in computer graphics applications. The aim of this study is to develop an approach that ensures the generation of a regular polygonal mesh while preserving the original texture information. The research is based on the results of 3D scanning of a museum textile artifact using the CR-Scan Ferret Series scanner and Creality Scan 4 software. The proposed method is based on the use of the Smooth Remesh modifier in Blender to reconstruct the model topology, followed by the transfer of the Albedo texture map onto the new polygonal mesh using Marmoset Toolbag. The paper describes in detail the stages of model preparation, generation of a new UV map, configuration of texture baking parameters, and evaluation of the quality of the obtained results. A comparison of the proposed approach with alternative polygonal mesh optimization methods is carried out using qualitative and quantitative criteria. The obtained results demonstrate that the proposed method preserves the geometric features of the object and the visual fidelity of its texture while requiring significantly less time than manual retopology. This makes the approach promising for digital museology, cultural heritage preservation, and the development of modern digital museum collections and educational interactive projects.

Keywords: remeshing; mesh topology; texture transfer; 3D scanning; museum artifact digitization; Blender; Marmoset Toolbag