

ТЕХНОЛОГИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ 3D-РЕКОНСТРУКЦИИ ИСТОРИЧЕСКОГО КОСТЮМА

Захарова Галина Борисовна

кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет»,
Россия, Екатеринбург, e-mail: zgb555@gmail.com

УДК: 004.92 (391)

Аннотация

Разработана технология виртуальной 3D-реконструкции одежды представителей разных слоев уральского региона XVIII–XIX вв. как эффективная композиция программных продуктов для создания персонажей, моделирования их одежды, высоко реалистичной 3D-визуализации. На основе изучения исторических источников смоделированы фигуры рабочего и горожанки, крестьян (мужчины и женщины), солдата и священника. Модели могут использоваться в музейной практике как мультимедийные экспонаты, а также для внедрения в виртуальные реконструкции городской среды того времени. Приведены примеры работ, выполненных в дипломном проектировании студентами бывшей кафедры прикладной информатики Уральского государственного архитектурно-художественного университета.

Ключевые слова:

историческая информатика, культурно-историческое наследие, 3D-визуализация, виртуальная 3D-реконструкция, Урал, исторический традиционный костюм

Введение

Информационные технологии находят все более широкое применение в различных отраслях гуманитарного знания. Междисциплинарный подход в сфере сохранения культурно-исторического наследия позволяет применять современный IT-инструментарий как в реализации проектов по сохранению и воссозданию памятников прошлого в виртуальной среде, так и в проведении научных исследований через эксперименты и работу с компьютерными моделями. В начале 2000-х гг. появляется термин «Digital Humanities», который определяет интеграционный процесс информатики с историей, археологией и другими гуманитарными дисциплинами. В рамках данного направления специалисты продолжают дискуссии о соотношении и специфике понятий Digital History и Historical Information Science [1].

Наиболее масштабные и системные исследования по применению компьютерных методов и технологий в исторической науке на протяжении нескольких десятилетий проводит кафедра исторической информатики МГУ им. Ломоносова. Монографии [2, 3], статьи [4, 5], библиотека электронных ресурсов [6] по 3D-реконструкции исторических памятников – лишь несколько примеров из огромного количества публикаций кафедры, где отражены этапы становления исторической информатики, современные методы и технологии компьютерного моделирования в исторической науке, проекты виртуальной реконструкции объектов культурно-исторического наследия и многие другие аспекты.

Другие российские вузы в эпоху цифровизации также развивают данное направление. В частности, в Уральском государственном архитектурно-художественном университете вопросам 3D-визуализации и виртуальной исторической реконструкции уделялось значительное внима-

ние на выпускающей кафедре прикладной информатики. За более чем 15-летний период ее развития в многочисленных дипломных проектах под руководством автора были разработаны и реализованы различные технологии воссоздания памятников архитектуры, относящихся преимущественно к Уралу. Междисциплинарные специальности, а затем направления с профилями «Прикладная информатика в архитектуре» и «Прикладная информатика в социальных коммуникациях (мультимедиа технологии)» были направлены на формирование компетенций по применению новейших IT-достижений в области применения. В частности, с 2009 г. мы начали преподавание BIM-технологий, отдельные дипломные проекты в этом направлении относились и к исторической тематике. К примеру, в программных продуктах Autodesk Revit и Renga сделаны реконструкции некоторых объектов конструктивизма [7]; по архивному плану воссоздан первоначальный облик здания первого городского театра, построенного в Екатеринбурге в 1845–1847 гг. по проекту архитектора Уральского горного правления К.Г. Турского [8]; разработана база данных для поддержки реставрационных работ на примере зданий архитектора М.П. Малахова, оставившего наиболее значительный след в архитектуре Екатеринбурга в первой половине XIX в. [9].

Ряд проектов, направленных на воссоздание и сохранение объектов культурного наследия, разработанных по различным технологиям, приведен в статье [10]. Так, в технологии виртуального тура сделаны проекты по Свято-Николаевскому мужскому монастырю в г. Верхотурье, Храму-на-Крови, особняку Расторгуева-Харитоновна, театру оперы и балета в Екатеринбурге и др. Методы фотограмметрии были применены для построения 3D-моделей скульптурных изображений членов союза художников РФ Г.А. Геворкяна и В.С. Соколовой. 3D-визуализация выполнялась по Сибирско-Уральской научно-промышленной выставке 1887 г. в Екатеринбурге. По многочисленным проектам французского архитектора XVIII в. Клода Николая Леду (под руководством проф. А.А. Барабанова) по старинным гравюрам было воссоздано несколько десятков зданий идеального города Шо. Интерактивная 3D-графика была реализована для таких знаковых объектов Екатеринбурга, как особняк инженера Н.Н. Ипатьева, в подвале которого был убит последний русский император Николай II и его семья, крепость-завод Екатеринбург – место основания города в 1723 г. (рис. 1) и др.

Виртуальные прогулки по пустынному заводу натолкнули на мысль «населить» город жителями того времени. Возникла идея построить виртуальные модели горожан, которые могли встретиться на улицах старого Екатеринбурга и впоследствии интегрировать их в интерактивный проект города-завода. Моделирование и виртуальная реконструкция персонажей в традиционных костюмах стало темой дипломного проекта Юлии Полетаевой.

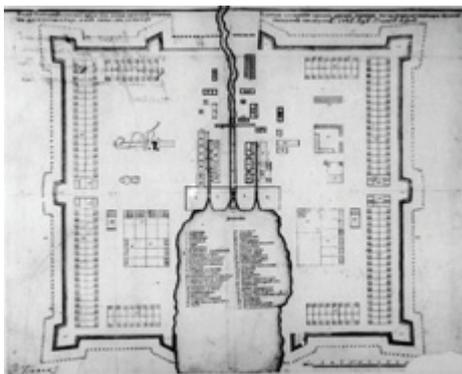


Рис. 1. План крепости-завода Екатеринбург 1726 г. и интерактивная 3D-реконструкция в среде Unreal Engine 4 (дипломный проект И. Смолокурова)

Работа с источниками

Работа началась с исследования по теме «Костюм горнозаводского Урала XVIII–XIX веков». Наряду с научными источниками ([12–16] и др.) мы вдохновлялись живописными произведениями, в частности картинами тагильских художников: «Листобойный цех», «Листокатальный цех Нижнетагильского завода» (П.Ф. Худояров), «Гуляние на Лисьей горе» (И.Ф. Худояров) (рис. 2), музейными экспозициями уральского костюма, иллюстрациями по сказам П.П. Бажова Н.М. Кочергина (1897–1974) – одного из самых ярких художников-иллюстраторов произведений писателя.



Рис. 2. И.Ф. Худояров. Гуляние на Лисьей горе. Холст, масло. 1830–1840-е гг.

Активное заселение Урала русскими началось во второй половине XVI в., когда выходцы с Русского Севера начали осваивать верховья Камы. Важную роль в освоении Урала и Сибири сыграла Государева дорога (Бабиновская), первая сухопутная дорога от Соликамска до Верхотурья, соединившая в 1597 г. европейскую часть России с Азией (в дипломном проекте Татьяны Борисовой разработана мультимедийная интерактивная карта Бабиновской дороги [11]).

Крестьянская земледельческая колонизация также способствовала увеличению населения Урала, особенно в XVII в., за счет выходцев из центрально-европейских районов, Среднего Поволжья и Поморья. Эта волна переселенцев обусловила сосуществование и взаимодействие северорусского и среднерусского компонентов традиционной материальной культуры, в том числе одежды с ее региональными вариантами русского костюма.

Строительство Екатеринбургского казенного чугуноплавильного и железоделательного завода началось в марте 1721 г., когда приписные крестьяне Уктусского завода стали расчищать площадку, рубить срубы для жилья, начался набор вольных людей на плотницкие и другие работы. Вместе с Вильгельмом де Генином, который заменил Василия Татищева в руководстве строительством завода, прибыли иностранные специалисты, мастера Олонецкого завода, с Демидовских заводов на Урале, из Тобольска и другие. В строительстве принимали участие солдаты Тобольского гарнизонного полка. Многие их прибывших на заводские работы переселенцев были старообрядцами. Неизменность религиозных убеждений и быта старообрядцев способствовала сохранению их традиционных форм одежды. Городское старообрядческое купечество также носило «русское платье».

Для виртуальной реконструкции жителей крепости-завода Екатеринбург выбраны представители разных сословий, населявших город, изучены особенности их одежды. Это образы рабочего, заводской жительницы, крестьян (мужчины и женщины), солдата – рядового Тобольского гарнизонного полка, священнослужителя, старовера-поморца.

Приведем примеры уральского традиционного костюма, которые были положены в основу виртуальной реконструкции, основываясь на исследованиях [14–16].

Основной тип женской одежды на Среднем Урале – комплекс с сарафаном (рис. 3), который сформировался в XV–XVII вв. в период централизации Русского государства. Сарафан бытовал у разных социальных слоев и сословий: мещан и купцов, заводских служащих и крестьян. Комплекс состоял из рубахи, сарафана, пояса, иногда фартука, душегреи, головного убора на жесткой основе типа кокошника (рис. 3, 4).



Рис. 3. Сарафан глухой. Российский этнографический музей

Мужская одежда долгое время оставалась менее разнообразной, чем женская, и состояла главным образом из рубахи и портов. Туникообразную рубаху шили из перегнутого по линии плеч полотнища холста, боковых вставок с прямыми рукавами и ластовицами под рукавами. Будничные рубахи шили в основном из белого холста, синие тоже считались будничными. Праздничные отличались по цвету: вишневые, красные, бело-розовые. Разрез уральской косоворотки обычно располагался на левой стороне. Горловина рубахи оформлялась воротником-стойкой, который застегивался и плотно прилегал к шее (рис. 5).

Особую значимость в горнозаводской среде приобрело разделение одежды на будничную-рабочую и праздничную-выходную, поскольку длительное пребывание на «огненном» производстве требовало специального рабочего (защитного) костюма. Производственную одежду шили из неокрашенной льняной ткани, поскольку в ней было прохладнее, и она не так быстро загоралась от искр. Чтобы легче было охлаждаться, пояс не носили. Спецдежда каждого работника дополнялась холщовым платком для вытирания пота с лица. Голову накрывали войлочной катаной шляпой, руки защищали холщевыми или суконными рукавицами, обшитыми на ладонях сыромятной кожей. Использовалось множество других защитных приспособлений.

Мундир военного ввел Петр I, когда в 1700 г. заменил русский стрелецкий кафтан западноевропейским. Одежда солдат Тобольского гарнизонного полка детально представлена в книге



Рис. 4. Кокошник. Нижнетагильский музей-заповедник горнозаводского дела Среднего Урала. И.Ф. Худояров. Портрет молодой женщины в кокошнике



Рис. 5. Мужской костюм: туникообразная рубаха, пояс, порты. Каменск-Уральский краеведческий музей

[16]. Солдаты были одеты в темно-зеленый кафтан с красными обшлагами и красные штаны чуть ниже колен. На ногах белые чулки и тупоносые башмаки, пряжку которых закрывал кожаный клапан. На голове черная шерстяная шляпа с круглой тульей и загнутыми с трех сторон полями (рис. 6). Рядом с иллюстрацией из книги В.Н. Земцова и В.А. Ляпина «Екатеринбург в мундире» справа показана 3D-модель. Реализация 3D-моделей выполнена Ю. Полетаевой в представленной далее технологии реконструкции исторического костюма.



Рис. 6. Иллюстрация из книги В.Н. Земцова, В.А. Ляпина «Екатеринбург в мундире» и соответствующая 3D-модель (справа)



Рис. 7. Реконструкция одежды крестьян

На рис. 7, 8 приведены результаты реконструкции исторического костюма других персонажей. Это рабочий, горожанка, крестьяне, священнослужитель.



Рис. 8. 3D-реконструкция одежды рабочего, городской жительницы, старовера-поморца

Технология трехмерной реконструкции исторического костюма

В настоящее время современные музейные экспозиции дополняются виртуальными объектами, позволяющими детально ознакомиться с их историческими описаниями и элементами визуального представления. В частности, исторический костюм перестал быть просто витринным экспонатом, он может быть представлен в 3D с точки зрения виртуального исторического контекста, а также в виде деталей заданного уровня представления.

Работы по проектированию и визуализации исторических видов одежды ведутся, например, в Санкт-Петербургском государственном университете промышленных технологий и дизайна, Ивановском государственном политехническом университете. В опубликованных ими материалах предлагается методическое и информационное обеспечение процесса проектирования и реконструкции исторической одежды [16], представлены этапы выполнения реконструкции для последующей 3D-визуализации с целью создания виртуальных музейных экспозиций [17, 18–19]. Однако с точки зрения описания информационного обеспечения как взаимосвязанного комплекса эффективно подобранных программных продуктов, позволяющего создавать фотореалистичные 3D-модели, технология реконструкции не показана.

На основе анализа методов и средств построения виртуальных 3D-фигур человека, в частности в игровой индустрии, программ для трехмерного моделирования и дизайна одежды, была разработана технология 3D-визуализации исторического костюма на примере жителей старого Екатеринбурга. Конечным результатом моделирования является мультимедийная сборка – ролик, демонстрирующий персонажи в исторических костюмах. На рис. 9 приведена технология в виде блок-схемы взаимодействия программных продуктов.

Технология визуализации включает следующие этапы: создание трехмерных моделей, постановка модели в позу для демонстрации одежды, моделирование костюма, обработка и подготовка 3D-модели к визуализации, настройка сцены, света и камеры, работа с текстурами, настройки анимации, рендеринг, сборка проекта в озвученный видеоролик.

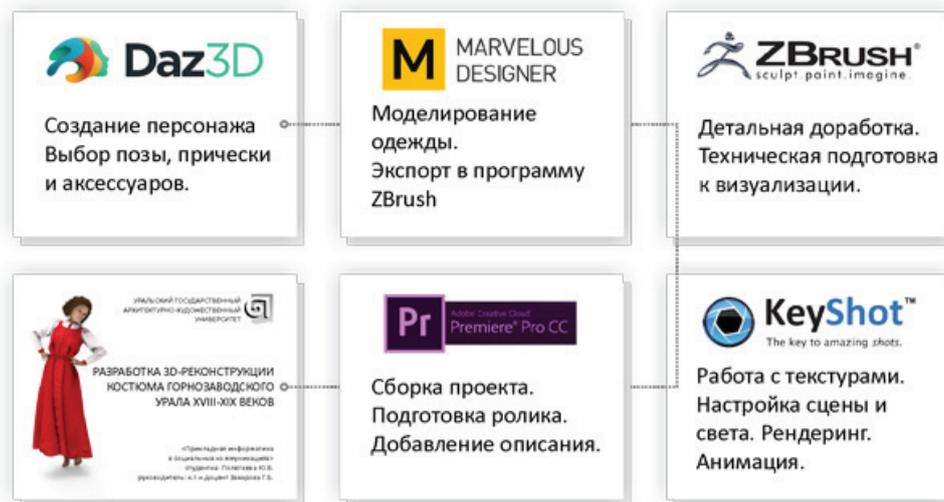


Рис. 9. Технология 3D-визуализации исторического костюма

Для выполнения этих этапов были проанализированы и выбраны адекватные средства реализации (рис. 9). Несмотря на большое количество 3D-программ, выбор для проекта был ограничен. Программные инструменты выбирались исходя из особенностей задачи. Объект представления – человек и его костюм – накладывает определенные ограничения на программные продукты. Существует не так много программ, позволяющих проектировать одежду с возможностью создания 3D-моделей и тканей, а не просто чертить выкройки для пошива одежды.

Персонажи разработаны в программном приложении DAZ Studio компании Daz 3D. В программе имеется множество настроек, позволяющих изменять пропорции тела, черты лица, мускулатуру и др. Один из персонажей – рабочий с развитой мускулатурой и славянской внешностью. Из каталога стандартных поз можно выбрать нужную позу для персонажа или задать позу самостоятельно. В данном случае фигура подготовлена, чтобы держать в руке какой-нибудь инструмент (рис. 10).

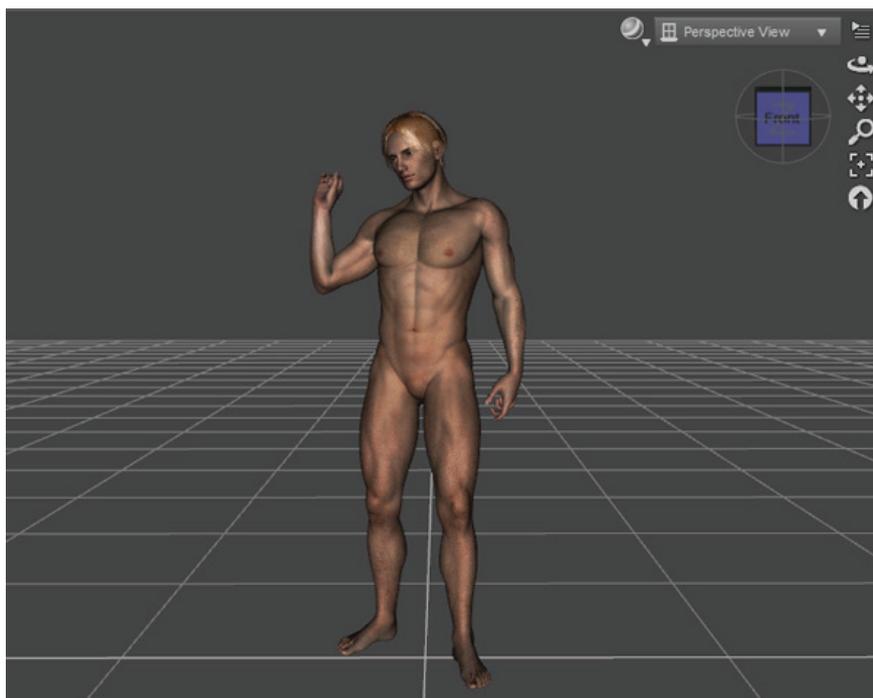


Рис. 10. Проектирование фигуры рабочего в программе DAZ Studio

Универсальная программа Marvelous Designer, разработанная компанией Virtual Fashion, позволяет создавать с нуля одежду и текстиль любой сложности. В ней можно спроектировать в онлайн-режиме специальные 2D-выкройки или загрузить готовые с созданием точных лекал без применения сторонних САПР-пакетов, «сшить» швы, наложить заготовки на трехмерный аватар и «примерить». Обработка выкройки синхронизирована с трехмерной тканевой драпировкой, это гарантирует ускоренное отображение модификаций сразу на объемной модели одежды. Программа поддерживает различные физические характеристики одежды, такие как растяжимость, толщина, намокание и др., что обеспечивает эффектную имитацию нужных типов материалов, а технология рендеринга формирует реалистичное 3D-изображение.

В программе Marvelous Designer есть стандартные манекены разной комплекции, но так как в проекте предусмотрено создание не только одежды, но и персонажа в целом, была использована модель (в формате *.obj), разработанная в DAZ Studio. После того как все швы отмечены, нажатием кнопки «Симуляция» детали выкройки сшиваются между собой, приобретают эластичность ткани и «салятся» по манекену. Наложение выкройки рубахи на модель персонажа и симуляция одежды показаны на рис. 11.

Когда моделирование одежды закончено, необходимо придать персонажу заданную в DAZ Studio позу. Для этого подготовленный в DAZ Studio файл, где персонаж стоит в позе с топором, импортируется с отмеченным в окне импорта параметром «Морфинг целевой». Персонаж меняет позу, одежда трансформируется вместе с персонажем.



Рис. 11. Моделирование одежды в программе Marvelous Designer

Для выполнения рендеринга этого сложного 3D-объекта его необходимо экспортировать так, чтобы сохранилась возможность накладывания текстур отдельно для каждой части модели. Для этого объект сначала экспортируется в Zbrush, разделяется на составные части (рис. 12) и затем загружается в программу KeyShot (рис. 13).

KeyShot – узкоспециализированное приложение, основной функцией которого является проектирование фотореалистичных трехмерных сцен и моделей. Программа позволяет видеть результат проведенных изменений мгновенно, что ускоряет процесс работы с изображениями. Уникальной особенностью KeyShot является использование технологии Luxion, которая представляет собой основу для создания реалистичного физически корректного освещения.

Когда все текстуры налажены, выставляется свет, настраивается положение камеры и анимация. Для данного проекта была выбрана демонстрация модели путем вращения камеры по орбите. Производится рендеринг, по окончании которого мы получаем видео длиной 5 секунд, на котором модель стоит на месте, а камера вращается вокруг нее. Сборка проекта сделана в

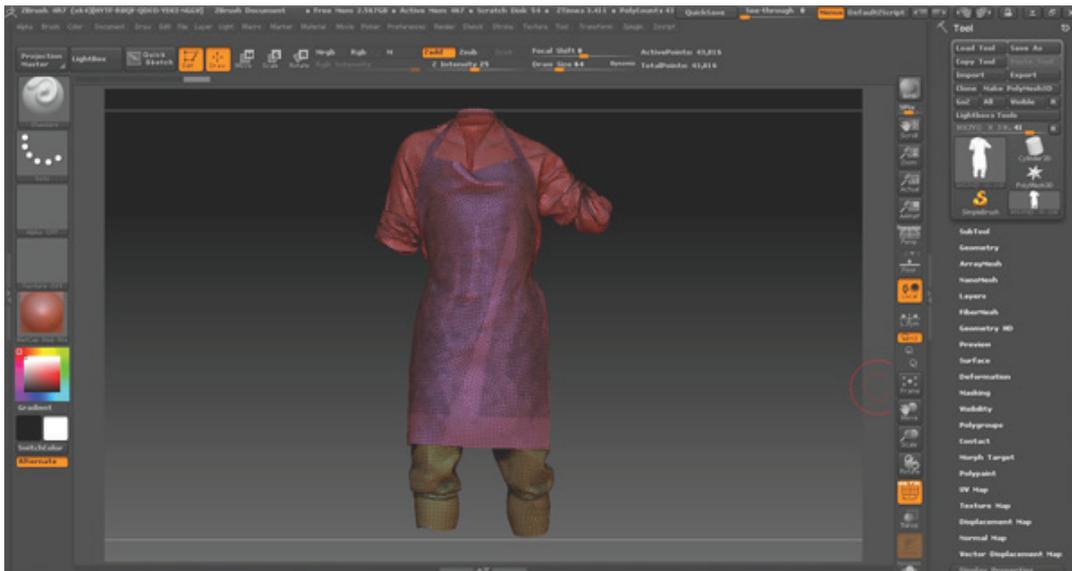


Рис. 12. Техническая подготовка модели в программе Zbrush

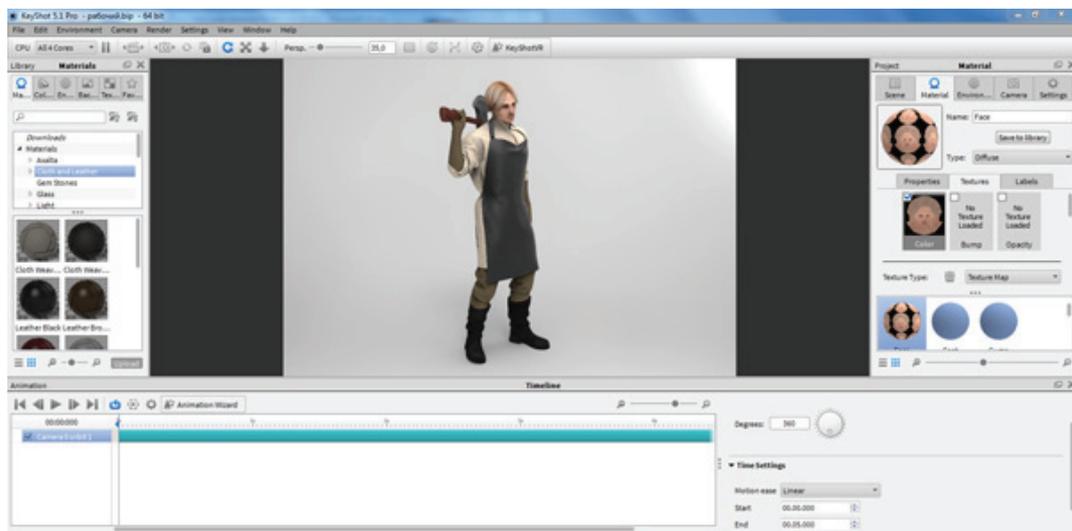


Рис. 13. Наложение текстур в программе KeyShot

программе Adobe PremierePro в виде видеоролика, в котором последовательно демонстрируются все 6 разработанных моделей с описанием соответствующих элементов исторической одежды.

Заключение

Реализуя уникальные междисциплинарные программы «Прикладная информатика в архитектуре» и «Прикладная информатика в социальных коммуникациях (мультимедиа технологии)», кафедра прикладной информатики непрерывно совершенствовала междисциплинарный подход и инновационные технологии применительно к предметной области. В данной работе отражено применение информационных технологий при трехмерной визуализации объектов материальной культуры прошлого. Приведены примеры воссоздания объектов культурно-исторического наследия. Основное содержание составляет разработка технологии высокореалистичной трехмерной реконструкции традиционной одежды жителей горнозаводского Урала XVIII–XIX вв., выполненная на основе анализа исторических источников и современного программного обеспечения.

Библиография

1. Бородкин, Л.И. Digital history и историческая информатика: конвергенция или дивергенция? / Л.И. Бородкин // Цифровая гуманитаристика: ресурсы, методы, исследования : мат-лы Междунар. науч. конф. (Пермь, 16–18 мая 2017 г.): в 2 ч. – Пермь : Перм. гос. нац. иссл.-ун-т, 2017. – Ч. 1. – С. 15–19.
2. Бородкин, Л.И. Моделирование исторических процессов: от реконструкции реальности к анализу альтернатив / Л.И. Бородкин. – СПб. : Алетейя, 2016. – 306 с.
3. Гарскова, И.М. Историческая информатика : эволюция междисциплинарного направления / И.М. Гарскова. – СПб. : Алетейя, 2018. – 408 с.
4. Бородкин, Л.И. Историк в мире компьютерных технологий: развитие по спирали? [Электронный ресурс] / Л.И. Бородкин // История. – 2015. – Т.6. – Вып. 8 (41). – URL: <http://history.jes.su/s207987840001263-8-1>
5. Бородкин, Л.И. Технологии 3D-моделирования в исторических исследованиях: от визуализации к аналитике / Л.И. Бородкин, Д.И. Жеребятьев [Электронный ресурс] // Историческая информатика. – 2012. – № 2 (декабрь). – URL: http://kleio.asu.ru/2012/2/hcsj-22012_49-63.pdf
6. Библиотека кафедры исторической информатики МГУ электронных публикаций по виртуальной исторической реконструкции [Электронный ресурс] – URL: <http://hist.msu.ru/Departments/Inf/3D/3DLibrary-1.htm>
7. Захарова, Г.Б. Информационное моделирование исторических зданий / Г.Б. Захарова // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. – СПб. : СПбГАСУ, 2018. – С. 83–88.
8. Колпакова, Н.А. Виртуальная реконструкция первого городского театра с применением BIM-технологий / Н.А. Колпакова, Г.Б. Захарова, Д.Б. Лебединцев // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием NITAC'2018, 1–2 ноября 2018 г. – Екатеринбург : УрГАХУ, 2018. – С. 27.
9. Захарова, Г.Б. Применение BIM в реставрации объектов культурного наследия / Г.Б. Захарова // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: мат-лы II Междунар. науч.-практ. конф. 15–17 мая 2019 г. – СПб. : СПбГАСУ, 2019. – С. 112–118.
10. Захарова, Г.Б. Технологии визуализации культурно-исторических объектов [Электронный ресурс] / Г.Б. Захарова // Архитектон: известия вузов. – 2018. – № 4 (64). – URL: http://archvuz.ru/2018_4/27
11. Борисова, Т.В. Мультимедийный проект для интерактивного сенсорного экрана «Государев Соликамско-Верхотурский тракт» / Т.В. Борисова, Г.Б. Захарова, Т.С. Макарова, А.И. Галимский // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: мат-лы Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Екатеринбург : УрГАХУ, 2018. – С. 15.
12. Соснина, Н., Шангина, И. Русский традиционный костюм. Иллюстрированная энциклопедия / Н. Соснина, И. Шангина. – СПб.: Искусство-СПБ, 2006. – 430 с.
13. Бобрин, А.А. [Свердловский областной Дом фольклора] Народное искусство Урала. Традиционный костюм / А.А. Бобрин, О.Д. Коновалова, С.Н. Кучевасова [и др.]. – Екатеринбург: Баско, 2006. – 112 с.
14. Фефилова, Т.Ю. Костюм горнозаводского Урала как социокультурное явление: дис. ... канд. культурологи / Т.Ю. Фефилова. – Екатеринбург, 2006. – 213 с. – URL: <http://cheloveknauka.com/kostyum-gornozavodskogo-urala-kak-sotsiokulturnoe-yavlenie>
15. Фефилова, Л.Ю. Методика исторического анализа европейского костюма конца XIX – начала XX в. по фотоматериалам Урала и Сибири: дис. канд. ист. наук / Т.Ю. Фефилова. – Екатеринбург, 2007 [Электронный ресурс] –URL: <http://ugutmuseum.ru/wp-content/uploads/2017/01/Fefilova-Evropejskij-kostyum-v-Rossii.pdf>

16. Земцов, В.Н., Ляпин, В.А. Екатеринбург в мундире. Форменная одежда в истории Екатеринбурга XVIII – начала XIX в. / В.Н. Земцов, В.А. Ляпин. – Екатеринбург: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1992. – 240 с.
17. Москвин, А.Ю. Проектирование одежды на основе средневекового костюма: анализ информационного и методического обеспечения / А.Ю. Москвин, Е.А. Дубова // Современные тенденции технических наук: мат-лы V Междунар. науч. конф. г. Казань, май 2017 г.– Казань : Бук, 2017.
18. Сахарова, Н.А. Практическое применение технологий трехмерного сканирования и моделирования исторической одежды для осуществления виртуальной реконструкции / Н.А. Сахарова, М.Р. Смирнова, И.В. Жукова // мат-лы докл. 51-й Междунар. науч.-техн. конф. преподавателей и студентов. В 2 т. – Витебск : Витебский гос. технолог. ун-т, 2018.
19. Сахарова, Н.А. Этапы реконструкции и визуализации исторических видов одежды в системах трехмерного проектирования / Н.А. Сахарова // мат-лы докл. 51-й Междунар. науч.-техн. конф. преподавателей и студентов. В 2 т. – Витебск : Витебский гос технолог. ун-т, 2018.

Дата поступления: 29.01.2020

Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция - на тех же условиях»).

4.0 Всемирная



VIRTUAL 3D RECONSTRUCTION OF HISTORICAL COSTUME

Zakharova Galina B.

PhD. (Engineering), Associate Professor,
Ural State University of Architecture and Art
Russia, Yekaterinburg, e-mail: zgb555@gmail.com

UDK: 004.92(391)

BBK: 30.2-5-05

Abstract

A process has been developed for virtual 3D-reconstruction of clothes that were worn by representatives of different classes in the Ural region in the 18th – 19th century as an effective composition of software products for creating characters, modeling their clothes, and producing highly realistic 3D visualizations. Based on a study of historical sources, figures of a worker and a townswoman, peasants (male and female), a soldier and a priest have been thus modeled. Such models can be useful in museum practice as multimedia exhibits and in virtual reconstruction of historical urban environments. The technique is exemplified by degree works performed by students of the former Department of Applied Informatics at the Ural State University of Architecture and Art.

Keywords:

historical information science, cultural and historical heritage, 3D-visualization, virtual 3D-reconstruction, Urals, historical national dress

References

1. Borodkin, L.I. Digital History and Historical Informatics: Convergence or Divergence? In: Digital Humanities Study: Resources, Methods, Research. Proceedings of the research conference (Perm, 16–18 May 2017) in 2 parts. Part 1. Perm: Perm State National Research University, pp.15–19. (in Russian)
2. Borodkin, L.I. (2016) Modeling of Historical Processes: from Reconstruction of Reality to Analysis of Alternatives. Saint-Petersburg: Aleteya. (in Russian)
3. Garskova, I.M. (2018) Historical Informatics: the Evolution of the Transdisciplinary Direction. Saint-Petersburg: Aleteya, 2018. (in Russian)
4. Borodkin, L.I. (2015) The Historian in the World of Computer Technologies: Development in a Spiral? [Online]. History, Vol.6, Issue 8 (41). Available at: <http://history.jes.su/s207987840001263-8-1> (in Russian)
5. Borodkin, L.I., Zherybyatyev, D.I. (2012) 3D Modeling Technologies in Historical Studies: from Visualization to Analytics [Online]. Historical Informatics, No. 2 (December). Available at: http://kleio.asu.ru/2012/2/hcsj-22012_49-63.pdf (in Russian)
6. Library of online publications on virtual historical reconstruction of the Department of Historical Informatics, Moscow State University [Online]. Available at: <http://hist.msu.ru/Departments/Inf/3D/3DLibrary-1.htm> (in Russian)
7. Zakharova, G.B. (2018) Information Modeling of Historical Buildings. In: BIM Modeling in Civil Engineering and Architecture. Conference proceedings. Saint-Petersburg: SPbGASU, pp. 83–88. (in Russian)

8. Kolpakova, N.A., Zakharova, G.B., Lebedintsev, D.B. (2018) Virtual Reconstruction of the City's First Theater with the Use of BIM Technologies. In: *New Information Technologies in Architecture and Construction. Proceedings of the national conference with international participation NITAC'2018*, 1–2 November 2018. Ekaterinburg: USUAA, p. 27. (in Russian)
9. Zakharova, G.B. (2019) Application of BIM to Restoration of Cultural Heritage. In: *BIM Modeling in Construction and Architecture. Proceedings of the 2nd international conference*. 15–17 May 2019. Saint-Petersburg: SPbGASU, pp. 112–118. (in Russian)
10. Zakharova, G.B. (2018) Technologies of Visualization of Cultural and Historical Objects [Online]. *Architecton: Proceedings of Higher Education*, No.4(64). Available at: http://archvuz.ru/en/2018_4/27 (in Russian)
11. Borisova, T.V., Zakharova, G.B., Makarova, T.S., Galimsky, A.I. (2018) A Multimedia Project for Interactive Touch Screen «Monarchic Solikamsk and Verkhoturye Road». In: *New Information Technologies in Architecture and Construction. Proceedings of the national conference with international participation*. Ekaterinburg: USUAA, p. 15. (in Russian)
12. Sosnina, N., Shangina, I. (2006) Russian Traditional Costume. *Illustrated Encyclopedia*. Saint-Petersburg: Iskusstvo-SPb. (in Russian)
13. Bobrikhin, A.A., Konovalova, O.D., Kuchevasova, S.N. et al. (2006) [The Sverdlovsk Regional House of Folklore] Folk Art of the Urals. Traditional Costume. Ekaterinburg: Basko. (in Russian)
14. Fefilova, T.Yu. (2006) The Costume of the Mining Urals as a Sociocultural Phenomenon. PhD dissertation (Cultural Studies). Ekaterinburg 2006. Available at: <http://cheloveknauka.com/kostyum-gornozavodskogo-urala-kak-sotsiokulturnoe-yavlenie> (in Russian)
15. Fefilova, L.Yu. (2007) A Methodology for Historical Analysis of the Late 19th – Early 20th Century European Costume according to Ural and Siberian Photographic Materials. PhD dissertation (History). Ekaterinburg [Online]. Available at: <http://ugutmuseum.ru/wp-content/uploads/2017/01/Fefilova-Evropskij-kostyum-v-Rossii.pdf> (in Russian)
16. Zemtsov, V.N., Lyapin, V.A. (1992) Ekaterinburg in the Uniform. The Uniform in the History of Ekaterinburg, 18thI – Early 19th century. Ekaterinburg: Middle Urals Book Publishing House. (in Russian)
17. Moskvina, A.Yu., Dubova, E.A. (2017) Clothing Design on the Basis of the Medieval Costume: Analysis of Information and Teaching and Learning Materials. In: *Current Trends in Engineering Sciences. Proceedings of the 5th international conference*. Kazan, May 2017. Kazan: Book. (in Russian)
18. Sakharova, N.A., Smirnova, M.R., Zhukova, I.V. (2018) Practical Application of Three-Dimensional Scanning and Modeling Technologies to Historical Clothes for Virtual Reconstruction. In: *Proceedings of the 51st international conference of teaching staff and students*. In 2 vol. Vitebsk: Vitebsk State Technological University. (in Russian)
19. Sakharova, N.A. (2018) Stages in the Reconstruction and Visualization of Historical Types of Clothing in Three-Dimensional Design Systems. In: *Proceedings of the 51st international conference of teaching staff and students*. In 2 vol. Vitebsk: Vitebsk State Technological University. (in Russian)