

Опыт публикаций исторических компьютерных реконструкций в Интернете

П.П. Щербаков

Санкт-Петербургский государственный университет
paul.tscherbakov@gmail.com

Аннотация

Настоящая обзорная статья посвящена описанию опыта использования компьютерного моделирования в проектах создания исторических реконструкций на факультете искусств Санкт-Петербургского государственного университета.

На кафедре информационных систем в искусстве и гуманитарных науках факультета искусств Санкт-Петербургского государственного университета более 15 лет развивается направление, связанное с компьютерными реконструкциями исторических памятников, в основном, связанные с 3D-моделированием. За это время был реализован ряд проектов по тематике, связанной с трехмерными историческими реконструкциями. Сложившаяся практика реализации таких проектов подразумевает деятельное участие не только, собственно, сотрудников кафедры, но и партнеров - историков, археологов, тесное сотрудничество с которыми позволяет обеспечить соответствующий уровень достоверности. Существенный вклад в реализацию проектов вносят студенты факультета искусств, обучающиеся по направлению мультимедиа. Работы доступны как на сайтах проектов, так и на сайт лаборатории (URL: <http://3Dmultimedialab.ru/>).

Автор работы не является непосредственным создателем моделей, положенных в основу упоминаемых реконструкций, однако подготовка и публикация их в интернет и офлайн-версий проводилась непосредственно им.

Визуализация компьютерных реконструкций

Одним из первых был проект «Виртуальная трехмерная реконструкция Илурата – античного города-крепости I – III вв.» [1, 2], выполненном совместно с Институтом истории материальной культуры РАН. Реконструировались предметы вооружения, украшения, керамические изделия, собственно, крепость, застройка и некоторые отдельные постройки. Имевшиеся в распоряжении археологиче-

ские находки, как целые объекты, так и фрагменты, статьи, рисунки, описания дали возможность построить трехмерные модели достаточной степени достоверности. На начальном этапе, в качестве основного способа публикации реконструкций использовались синтезированные на основе моделей изображения. При создании виртуальных реконструкций с каждым объектом сцены (прежде всего, моделью) связывается некоторый пакет информации, определяющий свойства его поверхности, – цвет (объект можно каким-то образом «покрасить»), фактуру, прозрачность, возможность отражать другие объекты или отбрасывать на них тени, использовать другие оптические эффекты, происходящие в реальности. Частью виртуального материала, который назначается моделируемому объекту, может быть графическое изображение в оцифрованном виде, которое с помощью специальных инструментов «накладывается» на поверхность модели. Объектам могут назначаться некоторые физические свойства, такие как масса, с возможностью отслеживать взаимодействие различных тел, можно моделировать движение жидкости и атмосферное влияние, взаимодействие ткани с физическими телами и многое другое. Использование настраиваемых виртуальных камер позволяет получить изображение сцены с учетом особенностей человеческого зрения, разных условий освещенности, произвольного ракурса и др. В некоторых случаях, наоборот, можно визуализировать сцену без учета различных специфических факторов – как бы в «документальном» стиле; В некотором смысле, создавались виртуальные фотографии объектов, которые физически могли быть утрачены или повреждены и групп объектов с возможностью учета их физических свойств. Многие возможности виртуальных исторических реконструкций проявились практически сразу:

- для виртуальных реконструкций несущественным является реальный размер реконструируемых объектов – от крепости в целом до миниатюрной серьги;
- в зависимости от целей имеется возможность «убрать» окружение, например, мешающее целостному восприятию, или, наоборот, добавить;
- при моделировании точно отслеживаются размеры объектов, независимо от того, в одной или разных сценах они находятся, так что при совме-

стном использовании нескольких объектов обеспечивается правильное соотношение размеров;

- имеется возможность реконструкции объектов, сделанных из различных материалов (металл, дерево, керамика, стекло, камень, использовать эффекты затенения, прозрачности, отражения, и многое другое), современные компьютерные технологии позволяют сделать внешний вид объектов достаточно правдоподобным;
- в некоторых случаях, опираясь на повторяющиеся фрагменты орнаментов, геометрические характеристики, парные элементы, симметрию, удается восстановить утраченные фрагменты объектов или утраченные парные объекты (парные серьги, гончарные изделия, металлические предметы, подвергшиеся коррозии...) – своего рода виртуальная реставрация;
- модели можно клонировать, комбинировать, создавая предположительные варианты их совместного использования (сервировка стола, обстановка...);
- для объяснения внутреннего устройства имеется возможность сделать часть деталей прозрачными или полупрозрачными или использовать плоскости отсечения, создавая разрезы;
- Варьируя характеристики и расположение виртуальных источников света и камер, можно добиться желаемого эффекта, получая изображения с различных точек, учитывая или компенсируя оптические искажения, условия освещенности (например, синтезировать освещенность объекта, характерную для конкретного места в выбранный момент времени дня и времени года). Некоторые элементы сцены можно делать невидимыми, получая изображения, которые в реальности не получить – при ретушировании фотографий снижается их достоверность.

Создание видео на основе моделей

Другая возможность – анимация. Современные средства моделирования позволяют получить не одно изолированное изображение сцены, а последовательность кадров, в которых объекты сцены могут изменяться и перемещаться по выбранному нами сценарию. Даже использование самых простых кинематографических приемов – «наезд» и «облет» камеры, изменение освещения позволяют добиться более полного восприятия моделируемого объекта.

В следующем проекте – «Виртуальная реконструкция археологического комплекса Старой Ладogi» [3] – первой в череде столиц Российского государства, выполненном в сотрудничестве с музеем – заповедником Старая Ладога, учитывался опыт предыдущего проекта. Первой особенностью этого проекта можно считать появление коллекций – так коллекция наконечников стрел содержит более ста различных моделей, чего не каждый реальный музей может себе позволить, коллекция украшений содержит около девяноста моделей. Второй особенностью, по сравнению с предыдущим проектом,

является использование анимации моделей для реконструкции процессов, в данном случае, производственных. На сайте проекта представлены реконструкции нескольких приемов построения срубного дома, процессов изготовления проволоки и изготовления украшений методом литья по восковой модели. Трехмерные компьютерные модели застройки Старой Ладogi в различные периоды времени позволили создать реконструкцию процесса исторической застройки средневекового поселения.

Реконструкция исторических процессов

В проекте создания электронного учебного пособия по отечественной истории «От Руси к России» [4], осуществленного при поддержке Национального фонда подготовки кадров, было продолжено использование компьютерных моделей для реконструкции исторических процессов. В частности, представлены ключевые сражения соответствующего исторического периода, процессы миграции населения по территории современной России, развитие торговых путей. Компьютерные реконструкции оказались востребованными не только при изложении учебного материала, но и при формировании тестов и проверочных заданий.

Несколько позже, при реализации проекта создания мультимедийной информационной системы «Памятники истории и археологии на о. Березань» [5] совместно с Государственным Эрмитажем и руководителем Березанской экспедиции, вместо условной flash-карты, возможностей которой было достаточно для школьного учебного пособия, была использована открытая ГИС. При создании картографического интерфейса использовалось программное обеспечение с открытым кодом (URL: <http://www.openlayers.org/>). Картографический интерфейс позволяет разместить интерактивные метки на карте, связав их с топографическими координатами места и информационными объектами. Имеется возможность в широких пределах менять масштаб карты и свободно по ней перемещаться. Для более оперативного и простого поиска необходимой информации, метки, относящиеся к разным тематическим рубрикам, отображаются по-разному и разделены по разным слоям, которые пользователь, по желанию, может отключать и включать в любой момент.

Художественная реконструкция сложных архитектурных объектов

В проекте «Нередица – связь времен» [6] решалась задача создания виртуальной реконструкции архитектуры новгородской церкви Спаса Преображения на Нередице и ее росписи. Церковь была построена по заказу князя Ярослава Владимировича в 1198 году, а через год, в 1199 году, ее интерьер был украшен фресковой росписью, благодаря которой памятник снискал мировую известность. По решению ЮНЕСКО в 1992 году церковь Спаса на

Нередице включена в Список Всемирного наследия. В ходе военных действий нередицкая церковь была практически полностью разрушена. Уцелела примерно половина объема кладки и 15% фресок. Сохранившиеся обмерные чертежи, исполненные в 1903 — 1904 годах академиком архитектуры П. П. Покрышкиным, позволили восстановить Спасо-Нередицкую церковь в архитектурных формах конца XII века. Восстановление же фресковой росписи представляет серьезную проблему. Уцелевшие росписи укреплены и реставрируются, однако большая часть осыпавшейся штукатурки с остатками фресок в виде разрозненных фрагментов хранятся в музейных фондах. В отличие от Илурата и Старой Ладogi имеется обширный материал для создания трехмерных компьютерных моделей в виде сохранившихся архитектурных чертежей, схемы росписи, зарисовок и копий фресок, черно-белых фотографий. В качестве основы для реконструкции фресковой росписи были выбраны акварели художника Л. М. Браиловского, исполненные в 1904 году, и дающие, по мнению экспертов и искусствоведов, исчерпывающее представление о первоначальной системе Спасо-Нередицкой росписи.

В ходе работы над проектом была создана методика построения компьютерных реконструкций памятников истории, археологии и культуры [7]. Создание архитектурной компьютерной модели на основе обмеров не представляется невыполнимой задачей, однако даже в чертежах императорской архитектурной комиссии имеются рассогласования между разными листами. Более сложной представляется задача совмещения плоского изображения и трехмерной модели.

Благодаря возможностям использовавшихся современных средств, в зависимости от возникающих задач, созданная модель позволила получать как документально четкие изображения, так и изображения, обеспечивающие художественное восприятие реконструкций.

Во время реализации проекта выявились некоторые проблемы, которые в той или иной степени, можно отнести и к другим проектам.

Не вся роспись храма представлена на акварелях Браиловского, и если с отсутствием копии росписи (представляющих орнаментальное заполнение) на некоторых участках стен можно смириться, то отсутствие на копиях некоторых сюжетно важных фрагментов (не видимых художнику с места создания живописных копий, и, как следствие, отсутствующих на них) представляет принципиальную проблему. Если при восстановлении отсутствующих архитектурных элементов, во многих случаях, можно опираться на аналоги, соображения архитектурно-строительного плана, то с художественными произведениями такой подход, как правило, невозможен.

Живописные копии, не являясь чертежами, содержат искажения, вызванные как сложным рельефом стен, так и художественным видением автора живописных копий.

Освещение, присутствовавшее при создании живописных копий, накладывает отпечаток на цветовую гамму реконструируемых фресок и при добавлении источников света в трехмерной сцене сказывается на их виде.

Единая трехмерная модель храма оказалась достаточно сложной и для ее визуализации потребовались значительные вычислительные ресурсы. С другой стороны, при таком подходе не удастся обеспечить достаточную детализацию фресок при значительном приближении наблюдателя. Для преодоления этих противоречий иногда приходится использовать фрагменты модели.

Не смотря на то, что созданная модель позволила лишь частично решить поставленные задачи следует отметить, что она выступала не только как иллюстративный материал, но и как полноценный инструмент исследования. Опыт, приобретенный при реализации этого проекта, был учтен и использован в последующих проектах.

Использование специальных технических средств при создании компьютерных реконструкций

Еще один проект со Староладожским музеем заповедником был реализован в рамках конкурса «Меняющийся музей в меняющемся мире» [3]. Кроме того, что коллекции реконструкций были существенно расширены и переработаны, были опробованы и другие подходы. Были отобраны несколько музейных экспонатов и с использованием трехмерного сканера получены их трехмерные модели. Такой метод позволяет создать модели очень высокой детализации и точности, однако использование этих моделей в сложных сценах совместно с другими моделями оказалось затруднительным, в первую очередь по следующим причинам:

- высокая детализация влечет использование в модели большого количества граней;
- текстуры, полученные при сканировании объекта под разными углами оказываются удовлетворительными только в случае всенаправленного бестеневого равномерного освещения, которое довольно сложно получить;
- модель, полученная при помощи 3D-сканера представляет из себя единый объект и редактирование и разделение его на составные части требует трудозатрат, сопоставимых с созданием модели «с нуля»;
- использовавшийся нами 3D-сканер Konica-Minolta применяет закрытый корпоративный формат и производитель сканера предоставил плагин для публикации в интернет только для 32-битной версии браузера Internet Explorer.

Использование персонажей и окружения

Другой особенностью этого проекта явилась реконструкция фольклорных сюжетов и создание электронных музейных витрин. Для достижения

этих целей оказалось необходимым создание не только моделей артефактов, но и создание персонажей, создание фонового окружения, использование звукового сопровождения, создания полноценного сценария и последующего монтажа из различных фрагментов. При создании виртуальных витрин пришлось совместно использовать реальные фотографии, видеосъемку и синтезированные кадры. В некоторых случаях добавлялась возможность интерактивного вмешательства для создания игрового элемента просмотра.

Использование дополненной реальности, то есть, встраивание синтезированных объектов в реальную обстановку, или, наоборот, встраивание реального объекта в виртуальную среду, позволяет дать более полную информацию о том, как реконструируемые объекты взаимодействовали или могли бы взаимодействовать с окружающей обстановкой. Примером могут служить случаи встраивания реконструируемых объектов в ландшафт или замещение ими реальных объектов в существующей застройке. В проекте мультимедийная информационная система: «Античные храмы и святилища на территории Восточного Крыма и Таманского полуострова» [8] при реконструкции не только иллюстрировался процесс моделирования архитектурных деталей и их сведение в единый объект, но и показан процесс встраивания виртуальной модели реконструированного храма в Нимфее в ландшафт вскрытого раскопа с сохранившимися фрагментами каменной кладки реконструированного строения.

Развивая использовавшиеся ранее подходы, при реконструкции Таманского толоса создана не только архитектурная модель культового сооружения, но и проиллюстрированы строительные приемы, которые использовались при строительстве.

При создании исторических реконструкций важную роль играет возможность создания эффекта присутствия. Современные методы виртуальной реальности позволяют представить 3D-реконструкцию «от первого» или «от третьего» лица. Пользователь «погружается» в виртуальный мир и ему может быть предоставлена возможность не только свободного перемещения в пределах сцены, но и выполнения каких-либо действий или манипуляций с виртуальными объектами.

Использование виртуальной реальности при создании компьютерных реконструкций

Существенное расширение интернет аудитории, имеющей относительно высокоскоростной доступ, распространение интернет игр, поддержка многими производителями программного и аппаратного обеспечения использующего 3D позволило вернуться к рассмотрению возможности создания реконструкций на основе технологий виртуальной реальности с доступом через интернет. Появились программные продукты, имеющие интегрированные среды быстрой разработки, систему поддержку раз-

работчиков, сертифицированные плагины для встраивания плееров в браузер, обеспечивающие высокое качество визуализации в реальном времени. Для реализации проекта была выбрана программная платформа Unity3D (URL: <http://unity3d.com/>), хотя принципиального преимущества перед Quest3D (URL: <http://quest3d.com/>), SketchUp (URL: <http://sketchup.google.com/>), UDK (URL: <http://www.unreal.com/>), и рядом других не отмечено. В проекте создания мультимедийной информационной системы «Расписные склепы Боспора Киммерийского» [9] решается задача реконструкции расписных склепов возникновение которых датируется I–II вв. н.э. Открытые в конце XIX века, они были детально описаны, проведены замеры, для росписей некоторых из них были созданы живописные копии. Материалы хранятся в институте истории материальной культуры РАН, совместно с которым и осуществляется проект. На настоящий момент практически все склепы утеряны. В ходе реализации проекта была создана архитектурная реконструкция двух склепов:

- склеп, открытый на северном склоне горы Митридат в Керчи (древний Пантикапей, столица Боспорского царства) в 1872 г.;
- впервые описанный известнейшим художественным критиком и искусствоведам В.В. Стасовым, и так называемый «двойной склеп», открытый на северном склоне горы Митридат в Керчи (древний Пантикапей, столица Боспорского царства) в 1873 г.

На сайте проекта пользователю предоставляется возможность либо посмотреть специально подготовленные разработчиками видео ролики и изображения, либо загрузить интерактивные сцены, в пределах которых пользователь может свободно перемещаться в горизонтальном и вертикальном направлении, приближаясь к интересующим его элементам реконструкции или отдаляясь от них. Встроенные виртуальные источники света создают условия, позволяющие учитывать физические свойства реальных источников света, (например, размер пламени светильника, с которым входили в погребальную камеру), которые, возможно, использовались при освещении данных помещений, просчитывать характер возникавших теней и многое другое. Виртуальные видеокамеры позволяют, добиваться пропорций изображения, характерных для восприятия человеческого глаза на различных расстояниях. Для изучения реконструкций росписей предусмотрена возможность включения пользователем равномерного бестеневого освещения со спектром, близким к естественному наружному освещению, при котором можно подробно рассмотреть детали.

Дальнейшее развитие технологий виртуальной реальности использовалось при реализации проектов Мультимедийная информационная система «Древние Крепости Северо-Запада России» и Мультимедийная информационная система «Военное дело Боспора Киммерийского» [10].

Подключение модулей, обеспечивающих моделирование физических законов, позволяет учесть не только инерционный характер движения наблюдателя, делая его перемещения более естественными, но и учесть в компьютерной реконструкции особенности, характерные для реального окружения: ограничения видимости, вызванные оптическими атмосферными явлениями, критические углы наклона поверхности, делающие невозможным нормальное перемещение, влияние сопротивления воздуха и ветра на полет метательных снарядов и ряд других. Использование таких компьютерных технологий позволяет по-новому подойти к реконструкции фортификационных сооружений, метательных машин, использовавшихся в военном деле.

Заключение

Подводя итог, можно сделать следующие выводы. Использование компьютерных реконструкций развивает и расширяет возможности представления о реконструируемых объектах, позволяя сочетать научную точность чертежей с передачей художественного впечатления. Использование компьютерных моделей при создании исторических реконструкций позволяет добиться нового уровня представления информации и, как следствие, нового уровня восприятия. Представленный обзор показывает, в каком широком спектре областей используются виртуальные компьютерные исторические реконструкции и можно лишь предположить в каких областях и каким еще образом они могут быть использованы.

Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ № 11-01-12023 (Мультимедийная информационная система: памятники истории и археологии на городище Мирмекий).

Литература

- [1] Швембергер С.В., Щербakov П.П., Горончаровский В.А. – 3DS MAX Художественное моделирование и специальные эффекты. BHV СПб. 2006.
- [2] Виртуальная трехмерная реконструкция Илурата – античного города-крепости I – III в. в.: [сайт]. URL: <http://ilurat.nw.ru/> (дата обращения: 01.09.2012).
- [3] Виртуальная реконструкция археологического комплекса Старой Ладogi – первой в череде столиц Российского государства: [сайт]. URL: <http://oldladoga.nw.ru/> (дата обращения: 01.09.2012).
- [4] Интерактивная информационная система «От Руси к России» (Учебное пособие по отечественной истории I-XVII в.н.э). URL: <http://school-collection.edu54.ru> (Депозитарий Национального фонда подготовки кадров, 2 электронных оптических диска).

- [5] Памятники истории и археологии на о. Березань: [сайт]. URL: <http://borysthenes.org/> (дата обращения: 01.09.2012).
- [6] Нередица — связь времен: [сайт]. URL: <http://neredita.ru/> (дата обращения: 01.09.2012).
- [7] Швембергер С.В., Логдачева Е.В. Проблемы и методики трехмерной реконструкции: [Электронный ресурс]. URL: <http://neredita.ru/3D/article.htm> (дата обращения: 01.09.2012).
- [8] Античные храмы и святилища на территории Восточного Крыма и Таманского полуострова: [сайт]. URL: <http://bosportemple.ru/> (дата обращения: 01.09.2012).
- [9] Расписные склепы Боспора Киммерийского: [сайт]. URL: <http://bosporuscrypt.ru/> (дата обращения: 01.09.2012).
- [10] Памятники истории и археологии на городище Мирмекий. URL: <http://polismyrmekion.spbu.ru/> (дата обращения: 01.09.2012).
- [11] Военное дело Боспора Киммерийского: [сайт]. URL: <http://bosporwarfare.spbu.ru/> (дата обращения: 01.09.2012).

Historical Computer Reconstruction: Internet-Publication Experience

Pavel P. Tscherbakov

This article describes the experience of usage computer modeling in projects linked with creation historical reconstructions at St. Petersburg State university, faculty of arts.