

Историческая информатика*Правильная ссылка на статью:*

Маландина Т.В. Виртуальная 3D-реконструкция интерьера в исследованиях историко-культурного наследия: историографический обзор // Историческая информатика. 2024. № 2. DOI: 10.7256/2585-7797.2024.2.70733 EDN: UALJII URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=70733

Виртуальная 3D-реконструкция интерьера в исследованиях историко-культурного наследия: историографический обзор

Маландина Татьяна Владимировна

аспирант; кафедра Исторической информатики; Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова

119192, Россия, г. Москва, Ломоносовский пр-т, 27, корпус 4

A small portrait photograph of a young woman with long dark hair, wearing a dark jacket over a purple scarf, standing in front of a red brick wall with a white door frame.
✉ malandinatanya@gmail.com[Статья из рубрики "Геоинформационные системы и 3D-реконструкции"](#)**DOI:**

10.7256/2585-7797.2024.2.70733

EDN:

UALJII

Дата направления статьи в редакцию:

10-05-2024

Дата публикации:

17-05-2024

Аннотация: Междисциплинарное направление виртуальной 3D-реконструкции утраченных объектов культурного наследия является относительно молодым, но активно развивающимся как в России, так и зарубежом. Тем не менее степень разработанности проблем 3D-реконструкции различных типов утраченных интерьеров объектов культурного наследия на фоне внушительного количества качественных научно обоснованных реконструкций экsterьеров монастырских и усадебных комплексов, храмовых сооружений, городской застройки мала. Исторические интерьеры как одна из основных форм пространственной организации жизни являются уникальными историческими памятниками, которые содержат в себе симбиоз общественного и индивидуального, воплотившегося в культуре повседневности. Стилистически и

композиционно самобытные интерьеры различных построек занимают особое место в исторических исследованиях, все больше привлекая внимание исследователей истории и культуры. Стремительно же развивающиеся компьютерные технологии создают все больше новых уникальных возможностей для виртуальной 3D-реконструкции исторических интерьеров и их дальнейшего сохранения. В статье обозначены истоки и основные этапы развития проблематики интерьерной виртуальной реконструкции в исторических исследованиях. В результате проведенного исследования автором была впервые обобщена история развития исследований по виртуальной 3D-реконструкции интерьеров, прослежена эволюция основных тенденций и исследовательских подходов к работе с источниковой базой и проблемам визуализации результатов реконструкций, выделены актуальные направления решения проблемы интерьерной 3D-реконструкции в литературе и научных проектных работах. Разработки автора данной статьи создают необходимые условия для поиска и адаптации методов работы с историческими источниками, визуализации результатов реконструкции и ее интерпретации в контексте работы автора данной статьи по созданию виртуальных 3D-реконструкций исторических усадебных интерьеров. Сегодня все еще не существует единого стандарта виртуальной 3D-реконструкции, особенно если речь идет об интерьере, поэтому анализ исследовательского опыта дает методологический фундамент, на базе которого можно создать современное исследование, отвечающее запросам как научного сообщества, так и искушенного пользователя.

Ключевые слова:

исторические интерьеры, виртуальная реконструкция, культурное наследие, трехмерное моделирование, оцифровка культурного наследия, историографический обзор, САПР, визуализация интерьера, методы, технологии

Введение

Виртуальная 3D-реконструкция памятников архитектурного и историко-культурного наследия сегодня является одним из актуальных и активно развивающихся новых направлений междисциплинарных исторических исследований. Данное направление разрабатывается и в рамках истории архитектуры, где цифровые технологии органично сочетаются с отечественными историко-архитектурными традициями в сфере сохранения и реставрации архитектурного наследия [1]. Вопрос об особенностях разработки виртуальных реконструкций культурного наследия в исследовательских проектах историков и архитекторов требует отдельного рассмотрения.

Отметим, что степень разработанности проблем 3D-реконструкции различных типов утраченных интерьеров объектов культурного наследия на фоне внушительного количества качественных научно обоснованных реконструкций экsterьеров монастырских и усадебных комплексов, храмовых сооружений, городской застройки, мала. Но именно исторический интерьер является ценным источником, который может рассказать как о рассматриваемой исторической эпохе, присущей ей культуре повседневности, так и о личностях его создателей и владельцев.

Целью статьи является анализ литературы и проектных работ, касающихся опыта создания виртуальных 3D-реконструкций исторических интерьеров. Это необходимо для поиска и адаптации методов работы с историческими источниками, визуализации результатов реконструкции и ее интерпретации.

Развитие проблематики виртуальной 3D-реконструкции интерьера в исторических исследованиях

Междисциплинарное направление виртуальной 3D-реконструкции утраченных объектов культурного наследия является относительно молодым. Виртуальная 3D-реконструкция интерьера – одна из его ключевых наименее разработанных тем наравне с ландшафтной реконструкцией, реконструкцией городской застройки, монастырских и дворцовых комплексов, замков, реконструкцией отдельных артефактов и т. д.

Начало изучению применения методик трёхмерного компьютерного моделирования в исторических исследованиях было положено в 1980-х годах зарубежными исследователями.

Дело в том, что развитие цифровой архитектурной визуализации с использованием автоматизированного (архитектурного) проектирования напрямую связано с техническими разработками как аппаратного, так и программного обеспечения. Его корни уходят в 1960-е годы, когда Айвэн Эдвард Сазерленд разработал SKETCHPAD – первую компьютерную программу, где использовался полноценный графический интерфейс, – в Массачусетском технологическом институте (MIT) во время работы над своей докторской диссертацией, опубликованной в 1963 году [2]. Эта инновационная программа впервые предоставила возможность человеку и компьютеру взаимодействовать с помощью графического интерфейса.

Поскольку поначалу доступная технология не отвечала требованиям архитекторов, она в основном использовалась для проектирования в машиностроительной отрасли. Даже в 1970-х системы автоматического проектирования (САПР) ограничивались изображением двумерных пространств и, возможно, была сравнима с чем-то наподобие электронной чертежной доски. Кроме того, технология была недоступна для небольших компаний, которые с трудом могли позволить себе оплачивать техническое обслуживание САПР. Тем не менее, еще в 1973 году археолог Дж. Д. Уиллок, помимо четырех возможных основных применений компьютерных технологий в археологии, определил реконструкции культурно значимых зданий и памятников как жизненно важное средство получения знаний [3].

Усовершенствование технологии САПР в 1980-х годах впервые позволило создать трехмерную виртуальную модель архитектурных сооружений на компьютере. В 1984 году Дж. Кларк, бывший профессор Массачусетского технологического института, разработал инновационную процедуру представления 3D-объектов в своей компании SGI (Silicon Graphics Inc.), которую он основал в начале 1980-х годов. Изначально Кларк был сосредоточен на разработке достаточно мощного полупроводникового чипа (Geometry Engine), который позволил бы небольшим компьютерам создавать сложную трехмерную графику. Идея стала революционной, потому что до этого графическое моделирование часто (если не только) выполнялось на больших майнфреймовых компьютерах (<https://www.hpe.com/us/en/about.html>).

1980-е годы стали поворотными: археологи оказались родоначальниками применения 3D-моделирования в исторических исследованиях. Британский археолог П. Рейли [4], а также археологи С. Ратц [5], П. Миллер и Д. Ричардс [6] стали пионерами системной разработки данного направления научной деятельности. В своем обзоре развития виртуальных реконструкций в академических исследованиях Х. Мессемер отметил, что одним из первых вклад в тему 3D-технологий был сделан археологом Б. Фришерем на

конференции «Компьютерные приложения в археологии», состоявшейся в 1985 году [\[7\]](#) [\[24\]](#).

Самая первая виртуальная 3D-реконструкция архитектурного наследия, основанная на археологических данных, была создана в Великобритании в период с 1984 по 1986 гг. Размещенный в Британском научном центре IBM проект был посвящен истории строительства Старого собора в Винчестере, графство Хэмпшир, - англосаксонской церкви раннего Средневековья, замененной нынешним Винчестерским собором в XI веке (<http://3dvisa.cch.kcl.ac.uk/project12.html>). Данный проект включал не только реконструкцию экsterьера, но и стал также первой визуализацией попыток воссоздать исторический интерьер в трехмерной графике (см. рис.1). Компьютерную реконструкцию можно было посмотреть в виде двухминутного видеоролика на выставке «Археология в Британии: новые взгляды на прошлое» в Британском музее в Лондоне с июля 1986 по февраль 1987 года. Видео содержало заранее заданный маршрут по 3D-модели и воспроизводило как внутренние, так и внешние виды Старого собора.

Другие версии реконструкции были созданы для телевизионных трансляций в Великобритании и отображали почти 400-летнюю историю строительства этой церкви (648–1000 гг.). Цифровая реализация была создана с помощью программного обеспечения Winchester Solid Modeller (WINSOM), которое в этом случае было впервые использовано в области археологии. Рисунки и реконструкции, созданные археологом Б. Кельбай-Биддл послужили основой для цифрового моделирования. Они были вновь основаны на археологических раскопках 1960-х годов, которые выявили частично сохранившийся фундамент старой церкви. В результате цифровая модель была не только выставлен в музее, но и представлена широкой аудитории в нескольких программах на британском телевидении [\[8\]](#). Интерьер собора в рамках данной реконструкции выглядит схематично, тем не менее он передает структуру внутренней организации постройки, ее основные элементы и особенности, по которым можно проследить пространственное расположение прихожан и церковнослужителей.

Главное достижение исследования по виртуальной реконструкции Винчестерского собора заключается в том, что его разработчики сформировали положения, которые составили основу многих последующих подобных разработок:

1. Формирование и анализ источников базы и моделирование объекта;
2. Визуализация и презентация;
3. Интерпретация полученного знания.

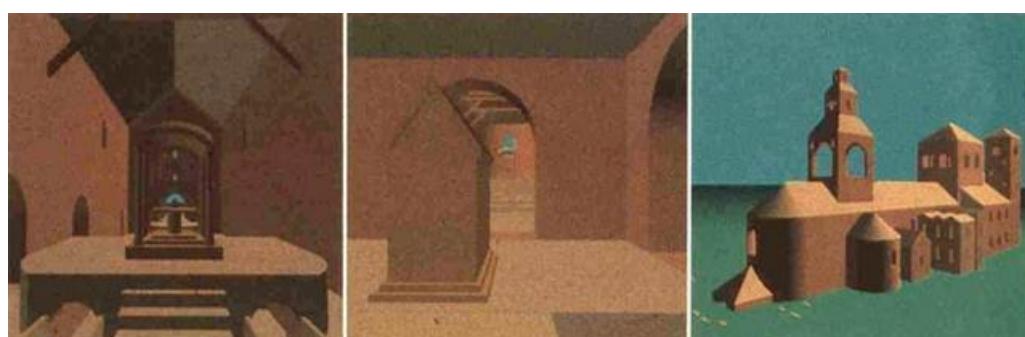
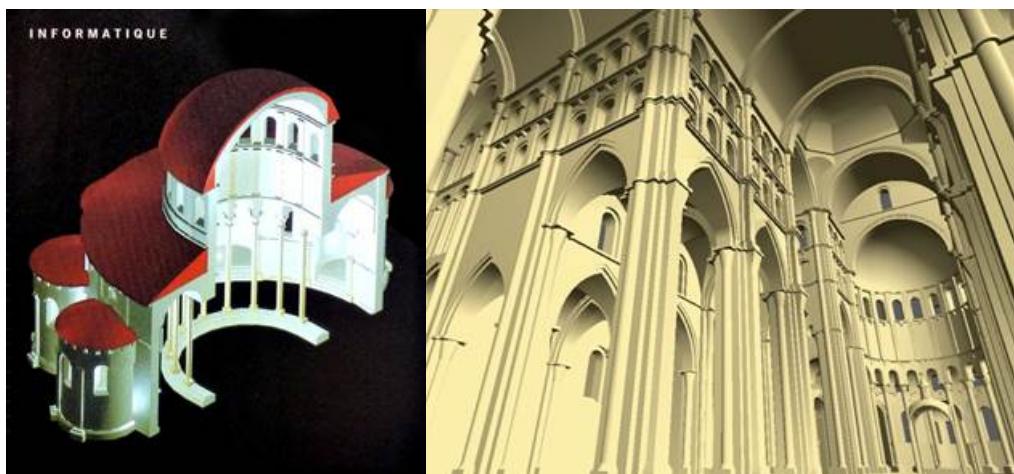


Рис. 1. Общий вид реконструкции Старого собора в Винчестере, созданной в Британском научном центре IBM в 1984–1986 годах: интерьер и экстерьер (<http://3dvisa.cch.kcl.ac.uk/project12.html>)

Следующий проект представляет собой не менее знаковое исследование в плане первых шагов в разработке исследовательских программ по виртуальным реконструкциям утраченных памятников архитектуры и их интерьеров. Им является трехмерная реконструкция Клюни III 1989 года – один из самых ранних проектов, направленных на освоение неизведанных территорий в области реконструкции конкретных построек (<https://strabic.fr/Cluny-III-en-3D>). Клюни III – выражение, используемое для обозначения третьего этапа строительных работ во французском аббатстве Клюни (департамент Сона и Луара), проводившихся на рубеже XI–XII веков. Главным достижением этого строительства стал центральный храм – самый большой храм, построенный в Средние века и полностью разрушенный в начале XIX века.

Этот проект архитектора Манфреда Кооба (Бенсхайм, Германия) знаменует собой важный шаг вперед в цифровой визуализации архитектуры: используя программное обеспечение САПР, архитектурно сложное здание, от которого остались лишь руины, было реконструировано в цифровом виде впервые. Никогда раньше не было проекта такого масштаба. 7337 отдельных компонентов были сконструированы и собраны в 320 групп, которые составили определенные элементы здания. Затем эти реконструкции были объединены и снабжены текстурами поверхностей. В октябре 1989 года проект был завершен после этапа строительства, длившегося несколько недель: в результате в виртуальном Клюни и его окрестностях был снят четырехминутный фильм с имитацией слежения, состоящий из 6000 отдельных изображений.

Интерьерный компонент также присутствует в этой реконструкции, но на нем нет главного акцента, отсутствует наполнение, материалы и текстуры. Тем не менее наблюдается детальная проработка внутренней структуры пространства, которое было продиктовано опорой на чертежи и планы в процессе формирования общей архитектуры здания (см. рис. 2).



*Рис. 2. Виртуальная 3D-реконструкция Клюни III: разрез и рендер интерьера.
(<https://strabic.fr/Cluny-III-en-3D>)*

Вышеуказанные проекты по виртуальной реконструкции разрабатывались в рамках совместных исследований археологов и архитекторов. Фундаментальный подход к работе над трехмерными визуализациями утраченных архитектурных памятников с точки зрения археологии (как ландшафта и экsterьеров, так и интерьеров), был сформулирован и детально описан в работах выдающегося археолога П. Райли [4, 5, 9, 10]. Он и стал основателем направления «виртуальная археология» (англ. *virtual archaeology*, *digital archaeology*). Эти подходы оказали определённое влияние на формирование прикладных областей виртуальной палеоантропологии и «цифровой истории» (англ. *digital history*).

Стоит отметить, что основной акцент исследований уже тогда в 1980-е гг. был смешен в сторону разработки методов формирования предположений и их апробации в контексте общей структуры здания или комплекса зданий, что часто связано со спецификой источниковой базы, которой просто недостаточно для более подробной проработки, чем расположение конструктивных элементов (пол, стены, лестницы).

Следующим этапом в развитии темы виртуальных реконструкций интерьеров стала одна из первых попыток создать цифровые реконструкции дворцовых интерьеров в рамках воссоздания замка Дадли в Уэст-Мидлендсе, Великобритания, в начале 1990-х годов [11] (<http://exrenda.com/dudley/>).

Археолог Питер Боланд и компьютерный художник Колин Джонсон реконструировали в компьютерной модели замок Дадли, ренессансный замок влиятельного сэра Джона Дадли, герцога Нортумберлендского, как он выглядел бы в 1540-х гг. Это место также известно как Шарингтон-Рейндже: оно было названо в честь архитектора сэра Уильяма Шарингтона, который в то времяозвел несколько зданий для герцога. Эти здания находятся в центре внимания 3D-модели, которая визуализирует как внешние, так и внутренние виды (см. рис. 3).

Реконструкция замка была основана на замерах существующих руин, результатах археологических раскопок, проведенных в 1980-х годах, а также на записях, состоящих из исторических видов и письменных документов. Историк консультировал по виртуальному дизайну интерьера с использованием старинной мебели.

Результатом работы стала первая интерактивная обзорная инсталляция на выставке в замке Дадли, которая была спроектирована как виртуальный тур. Посетитель мог следовать по заданному маршруту через замок, но также имел возможность перемещаться по компьютерной модели по своему желанию с помощью трех кнопок (влево, вправо, вперед).

Тем не менее, Боланд и Джонсон подчеркнули, что их компьютерная реконструкция визуализировала интерпретации и предположения относительно исторического вида замка и его интерьеров и не отражала фактического положения вещей. Это интерактивное приложение, разработанное для выставки, было одним из первых в области виртуальной реальности и использовалось в выставочной зоне замка до 2005 г.



Рис. 3. Замок Дадли в Уэст-Мидлендсе: современное состояние и виртуальная 3D-реконструкция одного из помещений. (<http://exrenda.com/dudley/>)

Одним из крупнейших проектов по виртуальной 3D-реконструкций, включившей в себя и интерьеры архитектурных сооружений, стал Rome Reborn («Возрожденный Рим»), первые результаты по разработке которого были сделаны в контексте академических исследований в 1990-х годах (<https://www.flyoverzone.com/virtual-tours-2/>). Это очень

подробная, всеобъемлющая цифровая 3D-модель города Рима, работа над которой продолжается и по сей день. Она визуализирует развитие города Рима между 1000 годом до н. э. и 550 годом н. э. Проект был начат в 1995 году в Университете Калифорнии, Лос-Анджелес (UCLA) в форме международного сотрудничества нескольких дисциплин, таких как архитектура, история и информатика в США, Великобритании и Италии. Цель этого проекта - визуализировать топографию и эволюцию Рима, включая внутреннее убранство его построек, на протяжении длительного периода городского развития. Первая 3D-модель, созданная под эгидой этого проекта, датируется 1996 годом и показывает храм Антонина и Фаустины.

Поскольку работа над проектом велась непрерывно в течение десятилетий, возникло несколько версий, каждая из которых отражает разное состояние знаний и текущие исследования о Древнем Риме, его застройке и интерьерах. Так, существуют объекты, для которых источниковая база крайне мала, поэтому требуется разработка различных гипотез и апробация их в виртуальном пространстве, чтобы впоследствии группа экспертов могла произвести свою оценку.

Методы снабжения модели источниковой базой и верификации полученных результатов в процессе реконструкции в данном проекте не просто стали утверждаться в рамках исследования, но впервые были отражены в процессе официальной сертификации каждого конкретного элемента модели, который представляется спорным. Если научный комитет проекта смог классифицировать одно конкретное условие модели как сертифицированное, то будущие изменения могут быть произведены только с согласия комитета.

Отдельно отметим, что на данный момент опубликованы новейшие разработки, касающиеся интерьеров, в рамках данного проекта. Конечно, эти виртуальные модели обладают намного большей степенью фотorealистичности и позволяют составить полноценное впечатление о памятниках (см. рис. 4, 5).

В продолжение проекта Rome Reborn было проведено его распространение на реконструкцию застройки и внутреннего убранства другого знакового архитектурного наследия. В него вошли памятники из Афин (Греция) (<https://www.flyoverzone.com/athens-reborn-acropolis/>), Тиволи (Италия) (<https://www.flyoverzone.com/hadrians-villa-reborn-stadiumgarden/>), Бальбека (Ливан) (<https://www.flyoverzone.com/baalbek-reborn-temples/>) и др.

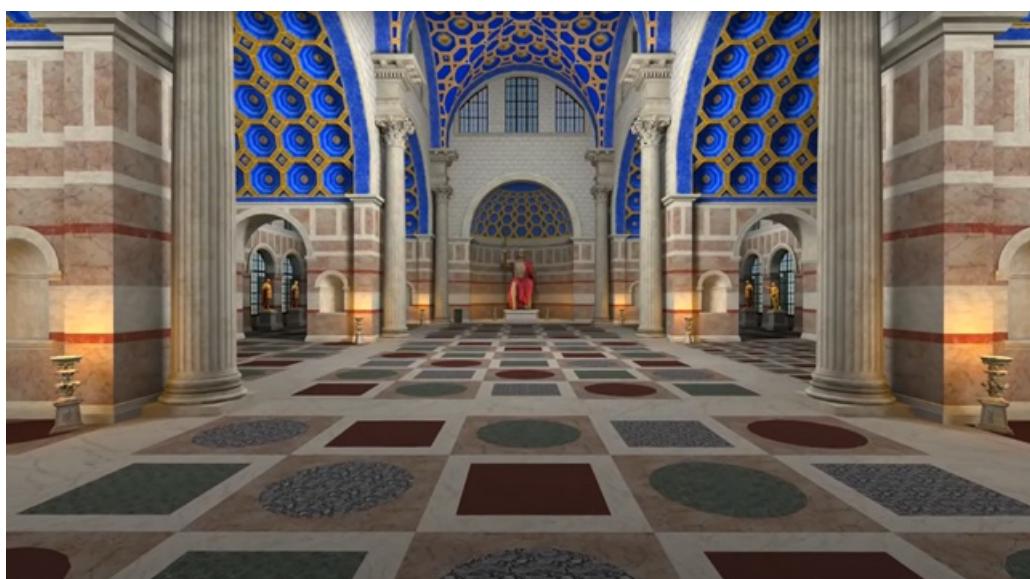


Рис. 4: Hadrian's Villa Reborn («Возрожденная вилла Адриана»): виртуальная реконструкция интерьера (2018) (<https://www.flyoverzone.com/hadrians-villa-reborn-stadiumgarden/>)



Рис. 5. Rome Reborn: визуализация интерьера Пантеона (2020 г.)
(<https://www.flyoverzone.com/rome-reborn-pantheon/>)

* * *

Рассмотренные проекты ясно показывают, что, уже начиная с 1980-х и тем более в 1990-х гг., тема интерьера в разработках виртуальных 3D-реконструкций представляла интерес для исследователей. Тем не менее конкретные методы работы с источниковой базой во многом дублируют те, что применяются к экстерьеру. В данном контексте важно рассмотреть другую группу работ, где исследователи акцентировали свое внимание на нетривиальных задачах и способах их решения именно в реконструкциях внутреннего убранства помещений.

Среди ранних виртуальных 3D-реконструкций отдельных зданий и их интерьеров такой проект был описан в обзоре Х. Месемера [7, p.32-34]. Автор этого проекта В. Мюллер являлся пионером трехмерных реконструкций в области искусствоведческих исследований. Они вместе с математиком Н. Кьюном специализировались на создании компьютерных реконструкций элементов исторической архитектуры. Под руководством профессора д-ра В. Ягера, в то время возглавлявшего междисциплинарный Центр по научным вычислениям (IWR) в Гейдельберге, в начале 1990-х годов они создали 3D-визуализацию интерьера, которая воссоздавала процесс проектирования позднеготических декоративных сводов.

Форма свода и оконные профили были заимствованы из проектов "Stromersches Baumeisterbuch" (Нюрнберг, ок. 1590), которые были пробными образцами для экзамена на получение сертификата магистра и не предназначались для реального строительства. В проекте основными методами были как традиционный комплексный анализ источников, так и математическое моделирование. Исследователи ввели также в свою работу метод подбора аналогий и выполнили пол по средневековому образцу (см. рис. 6).

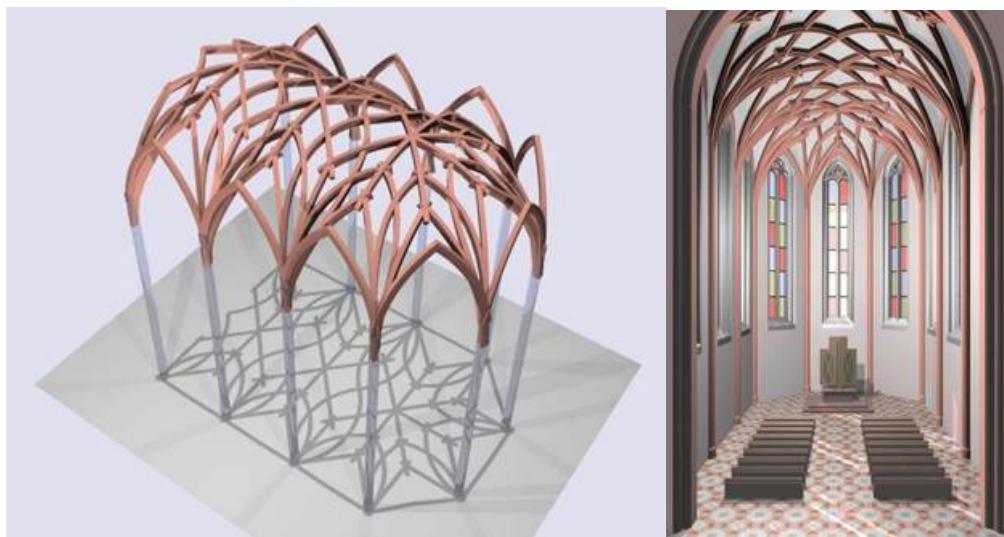


Рис. 6. Спроектированные Мюллером и Кьеном позднеготические декоративные своды и их импликация в гипотетический интерьер церкви. [7, р.32-34]

Одним из примеров решения специфических задач виртуальной реконструкции интерьеров на базе археологических исследований стали разработки чешских исследователей. Отметим, что предтечей чешской виртуальной 3D-реконструкции были стандарты чешской строительной археологии и подходы к изображению археологических памятников и их реконструкций на плоскости.

Первая традиция в рамках данной школы была связана с работами археолога М. Радовой [12]. С 1970-х годов М. Радова работала с простыми, «прозрачными» изометрическими рисунками. Они не только должны были изображать прежний внешний вид, но и предлагать способ исследования внутренней пространственной структуры здания. Исследовательницей были предприняты различные попытки реконструкции лестниц и вертикальной застройки зданий. Эта традиция графических 3D-представлений уходит корнями в школу архитектурного мышления, которая всегда рассматривает здание как 3D-объект.

Вторая традиция получила свое развитие в 1980-е гг., когда археолог П. Чотебор предложил новую философию репрезентации реконструированных построек: он сосредоточился на масштабах и опускал все частные детали [13].

Синтез двух этих традиций привел к тому, что уже при создании в 3D-графике реконструкций зданий ученые стали больше обращать внимания на их пространственную структуру и разрабатывать методы работы с ней.

Так, коммуникации и функции помещений внутри здания являлись важным предметом изучения при создании виртуальной 3D-реконструкции Епископского замка Литовиц. Он может служить примером различных типов планировки комнат, распределенных по нескольким этажам, и того, как это распределение менялось с течением времени [14].

3D-визуализация группы домов в Старом городе Праги выполняло две функции – и как средство оценки, и как наглядное представление – и изображало структуру расположения трех домов вместе взятых. Анализ границ между зданиями привел к открытию, что эти дома были построены из смежных стен и потолков (см. рис. 7) [15].

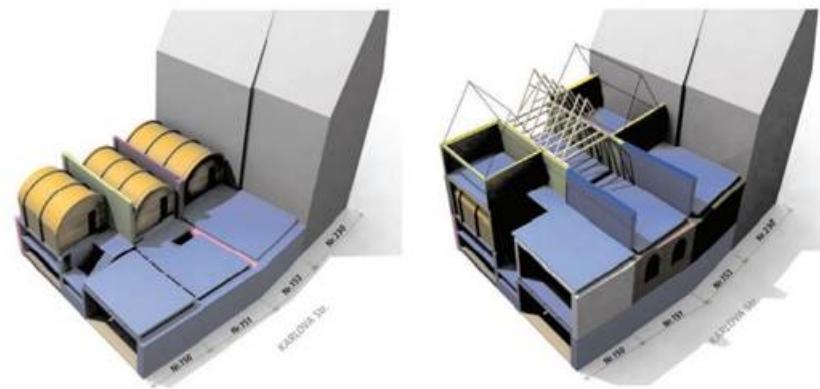


Рис. 7. Визуализация расположения группы домов № 151–3 в Старом городе Праги [13]

Цифровая же модель 2000-х гг. дома «У каменного колокола» в Праге, который был построен в начале XIV века как городская резиденция королевской четы, является примером переоценки того, что было достигнуто ранее в археологических исследованиях по истории объекта. Она привела к изменению взгляда на пространственные структуры на втором этаже жилой башни, в подвале и у северных порталов, дающих доступ к винтовой лестнице. Для разработки гипотез, сосредоточенных на северных порталах, ведущих к лестнице, основной метод исследования состоял в обследовании высоты с использованием таблиц высот. Так, например, учитывая пространственное положение и высоту, обнаружилось, что в углу между башней и западным крылом мог быть желоб для хранения вещей с тремя шкафами, расположенными друг на друге (см. рис. 8).

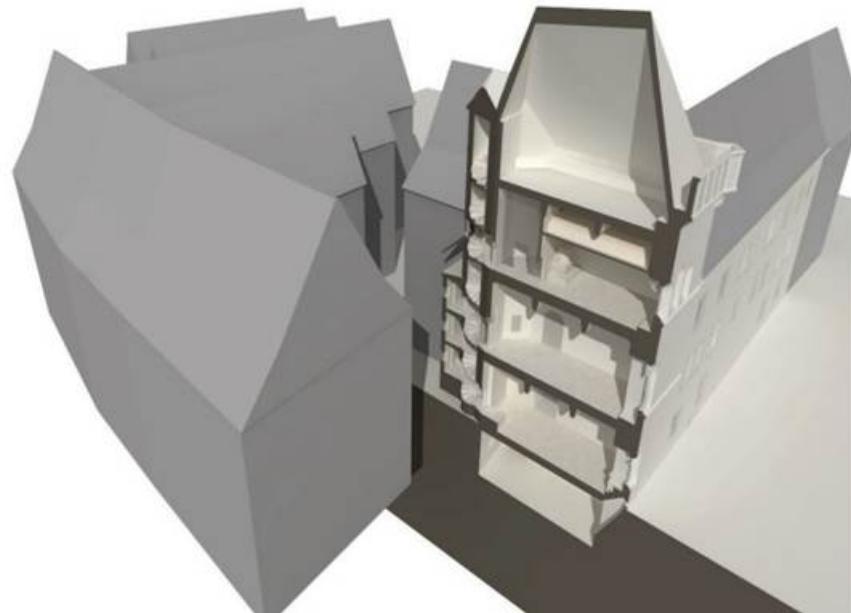


Рис. 8. Дома «У звону» в Праге: разрез башни, винтовой лестницы и караульных помещений (<https://www.ghmp.cz/en/buildings/stone-bell-house/>)

Уникальный подход к изучению внутренних пространственных структур был предложен в исследовании по визуализации проектов палаццо Рубенса (Генуя) для Антверпенского Нойштадта XVII-го века П. Ломберде и М. Мюйля [16]. Авторы применили радикальный подход к творческому использованию экспериментальных цифровых моделей для архитектурных исследований с целью раскрыть в том числе его образовательный потенциал. Размещение дворцов в итальянском стиле практически в северном городе и

сравнение их планов и архитектурных особенностей с соседними зданиями разных периодов проясняет причины региональных строительных традиций и помогает в их оценке.

Особенно эффективным оказался симбиоз физики света и анализ архитектуры. Ученые выяснили, что интенсивность освещения в различных широтах обуславливала различия в планировке окон зданий: в среднем площадь окон в Антверпене была в три-четыре раза больше, чем у генуэзцев. Также был установлен факт, что соотношение высоты и ширины окон в Антверпене уменьшается с каждым этажом (самые высокие окна на первом этаже), в то время как в Генуе это соотношение увеличивается к верхнему этажу (см. рис. 9).

В контексте данного подхода к виртуальной 3D-реконструкции исторического интерьера отметим работы отечественного исследователя А. М. Лидова, автора концепции иеротопии – науки о создании сакральных пространств [17]. Ученый-историк и теоретик искусства, специализирующийся на истории Византии, уделял много внимания изучению вопросов проблематики света как одного важнейших средств в создании сакральных пространств, создав основы для возможного применения своих методов исследования и в реконструкциях внутреннего убранства храмовых построек.

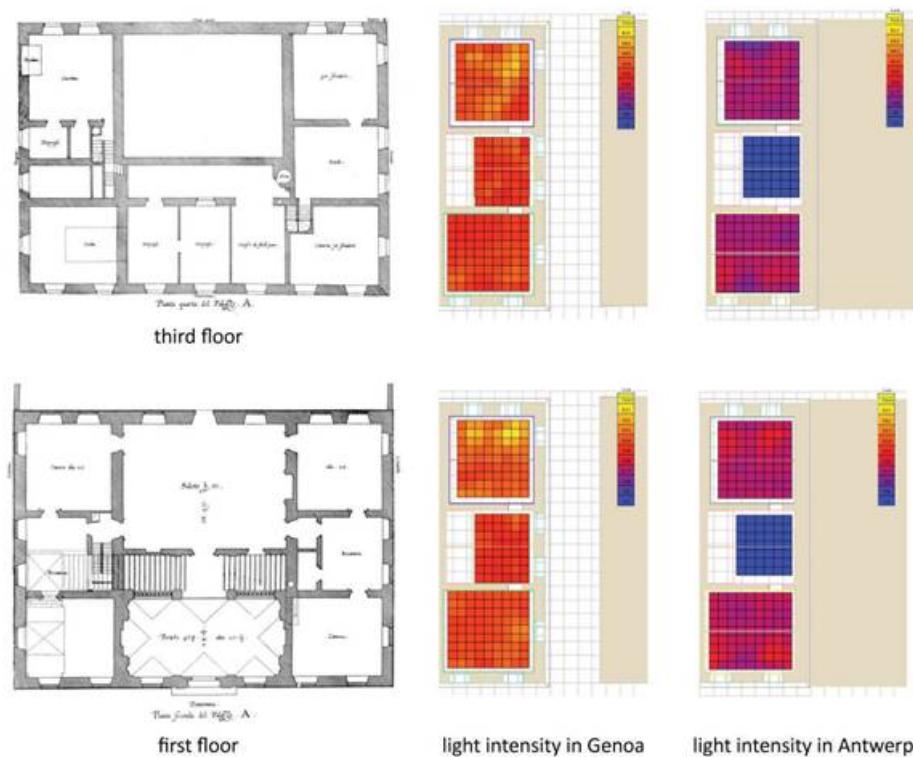


Рис. 9. Сравнение разницы в интенсивности света для палаццо между генуэзской отдельно стоящей конструкцией и антверпенской террасной конструкцией [16, р. 112]

* * *

Развитие компьютерных технологий в течение последних двух десятилетий привело к тому, что постепенно исследователи стали все больше внимания обращать на обозначившуюся дифференциацию в подходах к виртуальным 3D-реконструкциям.

Д. Ленгъель и Е. Тулусская выделяют два основных оформившихся типа трехмерных

реконструкций объектов культурного наследия:

1. Дидактические модели – модели, которые выявляют неопределенности и пробелы в знаниях о том или ином объекте;
2. Полные модели – модели, которые показывают все элементы с одинаковым уровнем детализации и создают иллюзию завершенности [18].

Особенно актуальной эта классификация представляется для исследований по интерьерной тематике, так как реконструкции интерьера, как правило, требуют очень подробных и объемных данных. Тем не менее теперь, учитывая специфику источниковой базы и исследовательских задач, можно обоснованно выбрать дидактический или полный подход и методологически и технически выстроить исследование в соответствии с ними.

С точки зрения М. Греллерта, дидактический подход признается исследовательским сообществом более научным, потому что среди задач такой виртуальной реконструкции нет темы создания атмосферной и погружающей визуализации. Тем временем полные модели пользуются гораздо большей популярностью в силу своей образности, а потому часто становятся главными экспонатами выставок [19]. М. Греллерт сделал попытку предложить методы работы в контексте подобных полных реконструкций, которые позволяли бы передавать не только полноценный образ памятника культуры, но и эффективно справлялись с задачами передачи знаний и были менее подвержены критике со стороны археологов, историков, искусствоведов и архитекторов.

В рамках работы над двумя крупными проектами по виртуальной 3D-реконструкции, которые проводились в Дармштадском университете в Германии, М. Греллерту удалось выявить несколько подходов к таким задачам в том числе в интерьерных разработках. Первым проектом, начатым еще в 1995 году, была виртуальная реконструкция синагог, уничтоженных нацистами в 1940-х гг.: были восстановлены в виде трехмерной графики синагоги Берлина, Дрездена, Ганновера, Кельна и других городов [20] (см. рис. 10).



Рис. 10. Дармштадский проект по виртуальной реконструкции интерьеров синагог с различной источниковой базой (рендеры 2002–2008 гг.). (https://www.dg.architektur.tu-darmstadt.de/forschung_ddu/digitale_rekonstruktion_ddu/synagogen/index.de.jsp)

Вторым проектом стала виртуальная реконструкция Дрезденского замка на 1678 год [21]. Главный результат этой работы на данный момент включает в себя виртуальную

экскурсию по улицам, внутренним дворам и избранным интерьерам бывшего президентского дворца на один временной срез (см. рис. 11).



*Рис. 11. Детали виртуальной реконструкции интерьеров Дрезденского замка на 1678 г.
[21, р. 135]*

Главная проблема, которая выступает на передний план при создании подобных реконструкций, заключается в том, что принцип историзма методологии исследования и принципы создания фотопрералистичной графики начинают противоречить друг другу. Греллерт отмечает, что чем реалистичнее будут созданные модели, тем реалистичнее должны быть отражены и факты, на которых они основываются. Таким образом, существует особая ответственность за преодоление таких проблем научно обоснованным способом. Реконструкция должна соответствовать ориентации на достоверное воспроизведение возможной исторической реальности [19].

На примере вышеуказанных двух проектов Дармштадского университета М. Греллерт выводит несколько стратегий, которые могут позволить заполнить пробелы в источниковой базе при создании полной виртуальной 3D-реконструкции в том числе внутреннего убранства исторических построек:

1. Заполнение пробелов путем дополнения фрагментов и ретуши;
2. Заполнение пробелов композицией дополняемых фрагментов;
3. Заполнение пробелов при помощи аналогий и копирования;
4. Заполнение пробелов с помощью абстракции [19].

Также Греллертом был предложен протокол документирования процесса реконструкции и пути верификации знания, что до сих пор остается одной из главных проблем при создании виртуальных 3D-реконструкций [20].

Еще одной важной тенденцией в виртуальных 3D-реконструкциях в последние годы стал растущий спрос на технологии виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) [22]. Конечно, уже в описанном выше проекте виртуальной 3D-реконструкции замка

Дадли в Уэст-Мидлендсе, Великобритания, созданном в 2005 г., были реализованы первые приложения для погружения посетителей музея в виртуальное пространство интерьеров памятника (<http://exrenda.com/dudley/>). Тем не менее это был новаторский проект, и технология тогда не получила широкого распространения.

По мере развития индустрии компьютерных игр стали появляться все более удобные программы, которые позволяли разрабатывать 4D-решения для визуализации и презентации проектов виртуальной реконструкции в том числе исторических интерьеров [23].

Так, в рамках проекта Rome Reborn многие модели реконструированных зданий и их интерьеров стали сопровождаться интерактивными решениями, которые по качеству изображения не уступают высококачественным рендерам и дают возможность исследовать исторический интерьер и ощутить его атмосферу с помощь виртуальной реальности (см. рис. 12).



*Рис. 12. Проект Rome Reborn: использование технологий виртуальной реальности для виртуальных экскурсий по базилике Максенция (2018 г.)
(<https://www.flyoverzone.com/rome-reborn-basilica-of-maxentius>)*

Еще одним новаторским проектом стала работа по созданию интерактивных виртуальных 3D-реконструкций в интернет-пространстве при помощи специальной технологии Second Life (с англ. — «вторая жизнь») — трёхмерного виртуального мира с элементами социальной сети, который насчитывает свыше 1 млн. активных пользователей. Интерактивный проект Александры Гаго да Камара, Хелены Морейры и Пауло Родригеса с открытым исходным кодом посвящен реконструкции Лиссабона, существовавшего до землетрясения 1 ноября 1755 г. Авторы создавали данный проект как лабораторную модель для исследования истории города (<https://lisbon-pre-1755-earthquake.org/>).

Отправной точкой проекта является виртуальное воссоздание одного из самых символичных пространств Лиссабона XVIII века - Королевского оперного театра. Используя технологию Second Life, удалось создать модель как структуры, так и интерьеров Оперного театра, а также его анимацию в сочетании с небольшим фрагментом оперы, представленным на торжественном открытии здания в апреле 1755 года (см. рис. 13).

Команда ученых, как и исследователи из Дармштадского университета, большое

внимание уделяли источниковой базе и способам ее презентации в открытом доступе для посетителей в рамках модели.

Дело в том, что доступность первичных и вторичных источников онлайн соответствует принципу №4 Лондонской хартии компьютерной визуализации культурного наследия (<http://www.londoncharter.org/downloads.html>), в котором говорится о необходимости документирования и распространения информации, используемой в виртуальных реконструкциях, таким образом, чтобы применяемые процедуры и полученные результаты могли быть поняты пользователями и оценены в зависимости от контекста и цели, для которых они были разработаны. Здесь также подчеркивается необходимость регистрации всех аналитических, дедуктивных, интерпретационных и творческих процедур оценки, выполняемых при построении виртуальных моделей.



Рис. 13. Виртуальная реконструкция интерьера Королевского оперного театра Лиссабона в интернет-пространстве Second Life. (<https://lisbon-pre-1755-earthquake.org/>)

Многие музеи активно используют новые возможности презентации своих разработок в области трехмерных реконструкций. Применение динамических трехмерных моделей и дополненная и виртуальная реальность сейчас являются в рамках развития музейного дела одним из наиболее перспективных направлений. Например, сотрудники «Виртуального музея повседневной жизни» (MUVI, Италия), провели реконструкцию болонской повседневности на трех временных срезах: 1930-е гг., 1950-е гг., 1980-е гг. Каждому срезу соответствует модель 4D-реконструкции, включающей застройку квартала Болоньи с экстерьерами и частично восстановленными интерьерами. Источниковая база исследования состоит из разновременных фотографий. Репрезентация проекта предполагает возможность виртуального посещения музея (<http://muvi.cineca.it/>).

Крупные компании привлекают также тема виртуальной 3D-реконструкции архитектурных памятников, так как дает возможность не только выступить в качестве партнера в научном исследовании, но и продемонстрировать свои разработки. Самым ярким проектом такого рода является виртуальная реконструкция экsterьеров и интерьеров Версаля, которая была осуществлена компанией Google в сотрудничестве с музеем: было воссоздано убранство дворцово-паркового комплекса на пяти временных срезах: 1624 г., 1668 г., 1679 г., 1725 г. и 2012 г. На сайте предоставлена возможность осмотра реконструкций с помощь просмотра видео, виртуального посещения разновременных построек Версаля, возможность виртуального погружения в пространство в формате видео 360 (<http://www.versailles3d.com/en/>).

Основные недостатки, которые присутствуют в проектах, подобных двум, указанным выше, заключается в непрозрачности процесса проработки источников базы. Пользователи-исследователи не могут проследить, какие материалы были использованы в реконструкции, как происходил сопоставительный анализ и т. д., поэтому научное сообщество воспринимает их скорее как вольные презентации, чем обоснованные исторические виртуальные реконструкции.

* * *

Отечественный опыт исследований методологии создания виртуальных 3D-реконструкций архитектурных памятников достаточно обширен.

Базовыми методическими работами, которые раскрывают методики математического моделирования в истории, к которому относятся и 3D-реконструкции, являются труд «Методы исторического исследования» И. Д. Ковальченко [\[24\]](#) и монография Л. И. Бородкина «Моделирование исторических процессов: от реконструкции реальности к анализу альтернатив» [\[25\]](#). В данных работах представлена наиболее полная классификация методов исторического исследования и моделей исторических процессов и явлений, которая полезна для определения места 3D-технологий в этом контексте.

Подробное же описание основных этапов исторической 3D-реконструкции содержится в статье Д. И. Жеребягина. Исследователь на примере монастырского комплекса московского женского монастыря Всех скорбящих радости на практике реализует следующие этапы воссоздания утраченного памятника:

1. Постановка задачи исторической реконструкции
- 2 . Определение круга доступных графических, изобразительных и описательных источников, т. е. формирование источников базы, на основе которой будет происходить построение трёхмерных моделей
- 3 . Выбор программного обеспечения, необходимого для осуществления поставленных задач
4. Верификация источников базы
5. Построение трёхмерных моделей изучаемого историко-культурного объекта
- 6 . Построение интерактивной системы навигации пользователя в трёхмерном пространстве и обеспечение верификации элементов 3D модели [\[26\]](#).

Последний этап является инновационным, включающим возможности иммерсивного погружения пользователя в воссозданную реальность прошлого.

Важно отметить, что создание исторических научных реконструкций памятников культуры, включая и компьютерные реконструкции, в рамках выполнения работ по истории архитектуры и научных исследований с начала 2000-х гг. активно практикуется в Московском архитектурном институте (МАРХИ) на базе кафедры Истории архитектуры и градостроительства под руководством С. В. Клименко, Д.А. Карелина, Ю.Г. Клименко. В своих исследованиях ученые уделяют внимание и проблемам пространственной структуры интерьера зданий, важным аспектам работы с перспективой, методам визуализации и передачи освещения. [\[27\]](#)

Среди немногочисленных отечественных исторических работ, посвященных виртуальной реконструкции утраченных интерьеров, выделим 3D-реконструкции трапезной палаты Феодоровского городка в Царском Селе [28], а также проекты, выполненные на кафедре исторической информатики исторического факультета МГУ:

- виртуальная реконструкция интерьера храма Всемилостивого Спаса Скорбященского монастыря в Москве начала XX века (<https://xn--e1adhj9a.xn--80adj2apjcc.xn--p1ai/2022/11/10/%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%8C%D0%B5%D1%80-%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0-%D0%B2%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%B0%D1%81/>);
 - виртуальная реконструкция Малого (Нижнего) кабинета императора Николая I в Зимнем дворце в 1850–1855 годах (см. рис. 14) [\[29\]](#);
 - виртуальная реконструкция интерьеров подмосковных усадеб XVIII – начала XX веков на примере парадных интерьеров усадебного комплекса Никольское-Урюпино (см. рис. 15, 16) [\[30\]](#).



Рис. 14. Виртуальная 3D-реконструкция Малого (Нижнего) кабинета императора Николая I в Зимнем дворце в 1850–1855 годах (https://e-notabene.ru/istinf/article_30086.html?ysclid=1vdy943qim527665905)

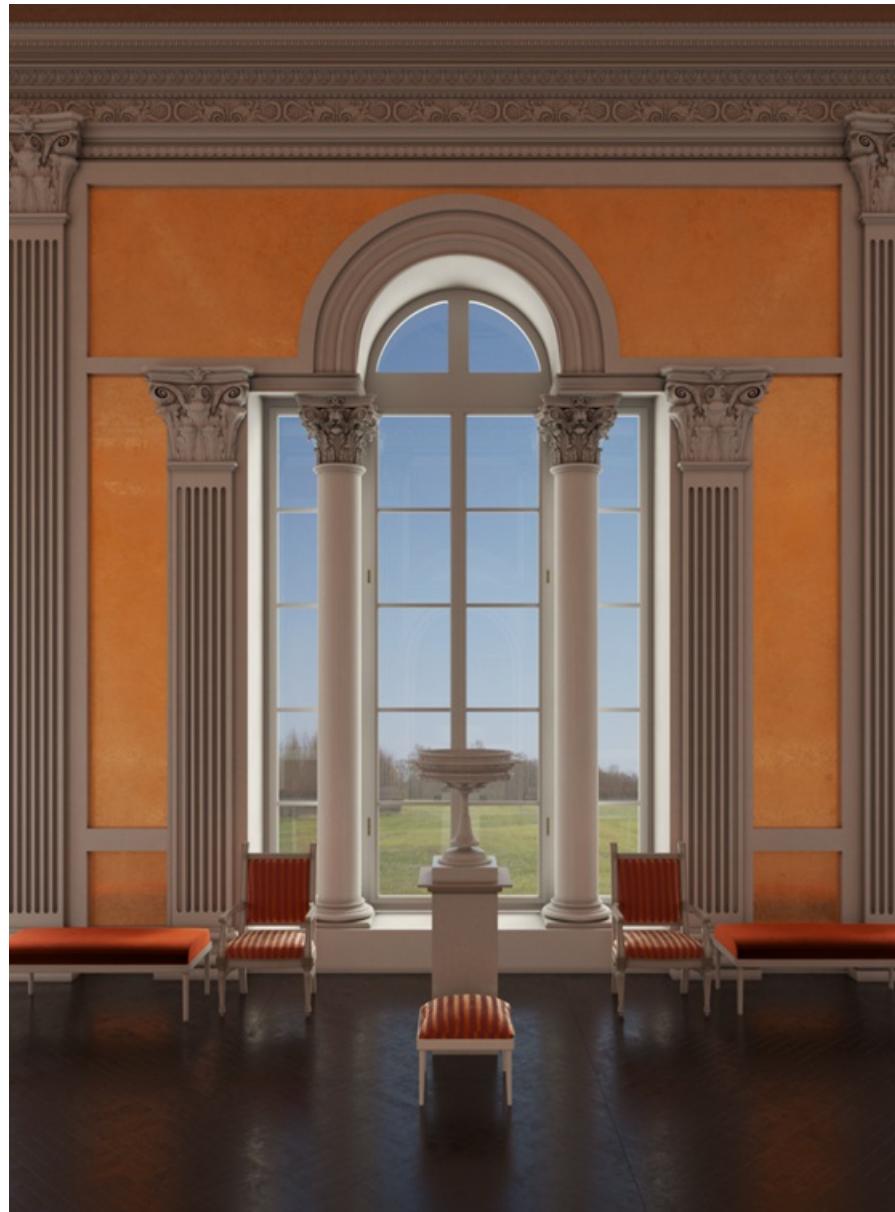


Рис. 15. Виртуальная 3D-реконструкция интерьеров усадебного комплекса Никольское-Урюпино: Белый домик (https://e-notabene.ru/istinf/article_36029.html?ysclid=lvdx8sulst902294752)



Рис. 16. Виртуальная 3D-реконструкция интерьеров усадебного комплекса Никольское-Урюпино: Белый домик (https://e-notabene.ru/istinf/article_36029.html?ysclid=lvdx8sulst902294752)

В отечественных интерьерных реконструкциях отмечается поиск новых форм методологических и технологических решений в рамках виртуальных реконструкций, в то время как степень проработки опыта зарубежных исследователей как предшественников, так и современников представляется недостаточной.

Заключение

Таким образом, на первый взгляд направление интерьерных виртуальных 3D-реконструкций в историографии представлено существенно слабее, чем многочисленные проекты виртуальных реконструкций архитектурных комплексов и их экsterьеров, а также ландшафтов. Тем не менее немало проектов включают реконструкции избранных интерьеров как компонентов, необходимых для создания полноценной визуализации исторических памятников.

В результате трех десятилетий развития проблематики виртуальной реконструкции применительно к историческому интерьеру в зарубежной историографии сформировались два основных направления исследований – разработка дидактических и полных виртуальных реконструкций, а также повсеместно наблюдается эволюция подходов к работе с источниковой базой и созданию визуализации ее результатов. Особенno важен для интерьерной тематики рост степени фотoreалистичности, применение возможностей виртуальной 4D-реконструкции, внедрение результатов в музейную практику и создание интерактивных презентационных онлайн-платформ.

Сегодня все еще не существует единого стандарта виртуальной 3D-реконструкции, особенно если речь идет об интерьере, поэтому анализ исследовательского опыта дает методологический фундамент, на базе которого можно создать современное исследование, отвечающее запросам как научного сообщества, так и искушенного пользователя.

Разработки автора данной статьи по теме виртуальных реконструкций усадебных интерьеров представляются в данном контексте актуальными как в методологическом плане, так и в практическом. Особенно важной здесь становится задача примирить концепцию полноценной модели реконструкции с применением новейших компьютерных технологий и необходимость научного обоснования каждого конкретного фрагмента модели, т. е. передачу образа и ощущения «живого» исторического интерьера и строгость дисциплинарного подхода.

Библиография

1. Клименко Ю. Г., Клименко С. В. Воображаемая архитектура. Исторические научные реконструкции памятников русской архитектуры. М.: «Прогресс-Традиция», 2019.
2. Sutherland, I. E. Sketchpad: A man-machine graphical communication system // Technical Report. Cambridge, 2003.
3. Wilcock J. D. A General Survey of Computer Applications in Archaeology // Science and Archaeology. Chicago, 1973. Vol. 9. P. 17-21.
4. Reilly P. Computer Analysis of an Archaeological Landscape: Medieval Land Divisions on the Isle of Man. Oxford, BAR., 1988.
5. Reilly P., Rahtz S. Archaeology and the information age: a global perspective. London, Routledge, 1992.
6. Miller P., Richards J. The Good the Bad and the Downright Misleading Archaeological Adoption of Computer Visualisation. Hugget J., Ryan N. (eds.) Computer Application and Quantitative Methods in Archaeology 1994. BAR International Series 600. Glasgow, 1995. P. 19-26.
7. Messemer H. The Beginnings of Digital Visualization of Historical Architecture in the Academic Field//Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife. Virtual Reconstruction between Science and Media. München, 2016. P. 24-55.
8. Feeney, M. Information technology in humanities scholarship: British achievements, prospects and barriers // Historical Social Research, 19(1), 1994. P. 3-59.
9. Reilly P. Three-Dimensional modelling and primary archaeological data // In Archaeology and the Information Age / ed. by P. Reilly and S. Rahtz. London, 1992. P. 147-173.
10. Reilly P. Towards a virtual archaeology // Computer Applications in Archaeology / ed. by K. Lockyear and S. Rahtz. Oxford, 1990. P. 133-139.
11. Boland P., Johnston. Archaeology as Computer Visualization: 'Virtual Tours' of Dudley Castle c. 1550 A.D. // Imaging the Past: Electronic Imaging and Computer Graphics in Museums and Archaeology // Department of Scientific Research Occasional Paper. London, 1996. Vol. 114. P. 227-233.
12. Radova M. Romanesque architecture. Outline of Romanesque architecture in Bohemia, Romanesque House and its finishing in Gothic style. Prague, 1972.
13. Rykl M. Virtual Reconstructions and Building Archaeology in Bohemia//Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife. Virtual Reconstruction between Science and Media. München, 2016. P. 64-66.
14. Rykl M. Die Feste Litovice und ihre Holzstube // Hausbau im Alpenraum, Bohlenstuben und Innenräume. Marburg, 2002. P. 107-122.
15. Rykl M. Beranek J. Exhibition medieval house No. 234 // Prague's Old Town, exhibition of monuments, XIII. Prague, 2006. P. 13-34.

16. Lombaerde P. The Reception of P.P. Rubens's Palazzi di Genova during the 17th century in Europe. Turnhout, 2002.
17. Огонь и свет в сакральном пространстве: материалы международного симпозиума / ред.-сост. Лидов А.М. М.: Индрик, 2011.
18. Lengyel D., Toulouse C. Visualization of Uncertainty in Archaeological Reconstructions // Virtual Reconstructions and Building Archaeology in Bohemia // Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife. Virtual Reconstruction between Science and Media. München, 2016. P. 103-119.
19. Grellert M., Svenshon, H., Rekonstruktion ohne Befund? // Befund und Rekonstruktion, Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit. Paderborn, 2010. № 22. P. 189-198.
20. Grellert M. Immaterielle Zeugnisse – Synagogen in Deutschland – Potentiale digitaler Technologien für das Erinnern zerstörter Architektur. Bielefeld, 2007.
21. Grellert M., F. Haas. Sharpness Versus Uncertainty in "Complete Models". Virtual Reconstructions of the Dresden Castle in 1678// Virtual Reconstructions and Building Archaeology in Bohemia // Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife. Virtual Reconstruction between Science and Media. München, 2016. P. 119-149.
22. Rodríguez-Gonzálvez P., Muñoz-Nieto A. L., Pozo S., Sanchez-Aparicio L. J., Gonzalez-Aguilera D., Micoli L., Barsanti S. G., Guidi G., Mills J., Fieber K., Haynes I., Hejmanowska B. 4D reconstruction and Visualization of Cultural Heritage: Analyzing Our Legacy Through Time // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII. Nafplio, 2017. P. 609-616.
23. Bekele M. K., Pierdicca R., Malinverni E. S., Gain J. A Survey of Augmented, Virtual, and Mixed Reality for Cultural Heritage // Journal on Computing and Cultural Heritage. New York, 2018. Vol. 11. P. 1-36.
24. Ковальченко И. Д. Методы исторического исследования. 2-е изд., доп. М., 2003.
25. Бородкин Л. И. Моделирование исторических процессов: от реконструкции реальности к анализу альтернатив. СПб: Алетейя, 2016.
26. Жеребя́тьев Д. И. Виртуальная реконструкция монастырского комплекса: источники, методы, результаты // Вестник Московского университета. Серия 8. История. 2012. № 6. С. 47-59.
27. Д. А. Карелин, М. А. Карелина. К вопросу о методах и способах подачи трехмерных научных реконструкций // Информационные технологии и архитектура. 2018. № 2 (43). С. 372-393.
28. Сопроненко Л. П., Лаврова А. В., Смолин А. А., Мельников В. Л. Использование мультимедийных технологий для интерактивной трехмерной реконструкции интерьера Трапезной палаты Феодоровского городка // Культура и технологии. 2017. Том 2. Вып. 4. С. 97-104.
29. Жеребя́тьев Д.И., Маландина Т.В. Виртуальная реконструкция интерьера Малого (Нижнего) кабинета императора Николая I в Зимнем дворце в 1850-1855 годах // Историческая информатика. 2019. № 2. С.159-200. DOI: 10.7256/2585-7797.2019.2.30086 URL: https://e-notabene.ru/istinf/article_30086.html
30. Маландина Т.В. Виртуальная 3D-реконструкция интерьеров подмосковных усадеб XVIII – начала XX веков: парадные интерьеры усадебного комплекса Никольское-Урюпино // Историческая информатика. 2021. № 2. С.134-170. DOI: 10.7256/2585-7797.2021.2.36029 URL: https://e-notabene.ru/istinf/article_36029.html

Результаты процедуры рецензирования статьи

В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не

раскрывается.

Со списком рецензентов издательства можно ознакомиться [здесь](#).

Последние десятилетия ознаменованы прорывным ростом использования информационно-коммуникационных технологий. Чего стоят только 3D -моделирование, искусственный интеллект и другие достижения современных технологий. Общеприято считать ИКТ неким развлекательным направлением, в действительности можно говорить о многочисленных возможностях применения ИКТ в науке и производстве, в том числе в рамках междисциплинарных исследований.

Указанные обстоятельства определяют актуальность представленной на рецензирование статьи, предметом которой является виртуальная 3D-реконструкция интерьера в исследованиях историко-культурного наследия. Автор ставит своими задачами, а также показать основные направления исследований.

Работа основана на принципах анализа и синтеза, достоверности, объективности, методологической базой исследования выступает системный подход, в основе которого находится рассмотрение объекта как целостного комплекса взаимосвязанных элементов. Научная новизна статьи заключается в самой постановке темы: автор стремится осуществить анализ литературы и проектных работ, касающихся опыта создания виртуальных 3D-реконструкций исторических интерьеров.

Рассматривая библиографический список статьи, как позитивный момент следует отметить его масштабность и разносторонность: всего список литературы включает в себя 30 различных источников и исследований. Несомненным достоинством рецензируемой статьи является привлечение зарубежной англоязычной литературы, что определяется самой постановкой темы. Из привлекаемых автором исследований укажем прежде всего на работы Д.И. Жеребятева и Т.В.Маландиной, в центре внимания которых находятся различные аспекты разработки виртуальной реконструкции интерьеров. Заметим, что библиография обладает важностью как с научной, так и с просветительской точки зрения: после прочтения текста статьи читатели могут обратиться к другим материалам по её теме: в целом, на наш взгляд, комплексное использование различных источников и исследований способствовало решению стоящих перед автором задач.

Стиль написания статьи можно отнести к научному, вместе с тем доступному для понимания не только специалистам, но и широкой читательской аудитории, всем, кто интересуется как мультимедийными технологиями, в целом, так и 3D-реконструкцией различных типов утраченных интерьеров объектов культурного наследия. Апелляция к оппонентам представлена на уровне собранной информации, полученной автором в ходе работы над темой статьи.

Структура работы отличается определенной логичностью и последовательностью, в ней можно выделить введение, основную часть, заключение. В начале автор определяет актуальность темы, показывает, что "исторический интерьер является ценным источником, который может рассказать как о рассматриваемой исторической эпохе, присущей ей культуре повседневности, так и о личностях его создателей и владельцев". Автор обращает внимание на то, что "виртуальная 3D-реконструкция интерьера – одна из наименее разработанных тем наравне с ландшафтной реконструкцией, реконструкцией городской застройки, монастырских и дворцовых комплексов, замков, реконструкцией отдельных артефактов и т. д." В работе показано, что "среди немногочисленных отечественных исторических работ, посвященных виртуальной реконструкции утраченных интерьеров, выделим 3D-реконструкции трапезной палаты Феодоровского городка в Царском Селе, а также проекты, выполненные на кафедре исторической информатики исторического факультета МГУ". Отметим важность и раскрываемого автором зарубежного опыта, что усиливает научную новизну.

Главным выводом статьи является то, что сегодня "не существует единого стандарта виртуальной 3D-реконструкции, особенно если речь идет об интерьере, поэтому анализ исследовательского опыта дает методологический фундамент, на базе которого можно создать современное исследование, отвечающее запросам как научного сообщества, так и искушенного пользователя".

Представленная на рецензирование статья посвящена актуальной теме, снабжена 16 рисунками, вызовет читательский интерес, а ее материалы могут быть использованы как в учебных курсах, так и в рамках 3D моделирования.

В целом, на наш взгляд, статья может быть рекомендована для публикации в журнале "Историческая информатика".