

Применение технологий интерактивного 3D моделирования для восстановления утраченных памятников истории и архитектуры на примере Тамбовской крепости

Исторические памятники со временем разрушаются, старые кварталы перестраиваются, сносятся старинные здания, ветхие реставрируются, переделываются на современный лад, деревянные постройки приходят в ветхость и по прошествию определённого времени совершенно будет невозможно восстановить истинный облик культурного наследия, оно стало утраченным для грядущих поколений. Деревянные фортификационные сооружения, постройки особенно подвержены воздействию времени, они скоро приходят в ветхость и разрушаются или сносятся, точный вид башен, стен и др. построек становится всё сложнее восстановить. Сохранение исторических памятников становится серьёзной проблемой.

Реконструкция памятников культуры становится единственным выходом для их сохранения. Простое текстовое описание не может дать исследователю наиболее полного представления об изучаемом объекте. Фотография, рисунок, чертёж, карта содержат в себе визуальную информацию, но каждый тип данных имеет свои особенности и недостатки.

Сопровождение документальной части фотографиями, рисунками, чертежами, описаниями, картами, становится неотъемлемой частью исторической реконструкции. Но даже все они содержат далеко не всю информацию, а лишь часть, которую применяет исследователь для своего труда. Сам по себе источник не может быть полными, так как он является субъективным и не учитывает данные другого источника и не находится в прямой связи с ним, как к примеру расположение деревянного фортификационного сооружения на топографической карте, учитывая колебание рельефа и его влияние на форму и метод строительства крепости в отдельных участках. Простое описание не может отразить данные характеристики, так как не имеет непосредственной зависимости от них. Поэтому задача исследователя, пытающегося реконструировать памятник истории сочетать различные типы данных в своей работе.

Развитие информационных технологий привело к появлению программных средств, возможности применения которых выходят далеко за рамки их прямого предназначения. Эта особенность дает, в свою очередь, импульс развитию той области, в рамках которой начинает применяться то или иное средство. Так, еще одной точкой соприкосновения истории и информатики, на наш взгляд, должно стать использование историками программы трехмерного моделирования.

Реконструкция поврежденных или утраченных памятников, трехмерные проекции археологических объектов, моделирование отдельных предметов старины – вот далеко не полный перечень возможного применения 3D-технологий для решения задач сохранения культурного наследия.

Освоение этих технологий тем более оправдано, что они в какой-то мере дают возможность компенсировать недостаток средств для реставрации или создания масштабной исторической реконструкции.

В связи с развитием компьютерных технологий 3D моделирование становится одним из приоритетных направлений. Компьютерные технологии открыли перед нами широкие возможности в исторических исследованиях. Теперь исследователь на основе различных типов данных, в том числе снимков из космоса, сможет воссоздать изучаемый объект, так как он выглядел реально. В исторических исследованиях это может послужить хорошим подспорьем, и как говорит древняя поговорка: «лучше один раз увидеть, нежели сто раз услышать».

Компьютерные технологии позволяют нам в точности воссоздать все особенности архитектурных построек изучаемого нами периода времени, метод строительства, материал из которого построена крепость (дерево, камень или др.), а также такие характеристики как длина, высота, ширина (в сантиметрах, метрах) в непосредственной зависимости друг от друга.

Помимо реконструкции исторических объектов, можно воссоздать ландшафт, используя все доступные нам источники (фотографии местности, карты, снимки из космоса). Хотя с определённой долей вероятности. А также некоторые элементы растительности, характерные для данной области.

Глава 2. Актуальность темы

Создание трехмерных реконструкций позволяет воссоздать целый пласт русской культуры, связанный с оборонительным зодчеством. Для этого необходимо изучить по возможности все доступные источники, так как приходится реконструировать не только крепость как фортификационное сооружение, но и город, который помимо крепости включал в себя жилые и хозяйственные постройки слобод, храмы, лавки и т.д. Важной задачей становится «увязка» построек и рельефа местности.

Изучая деревянную фортификацию на примере крепости города Тамбова можно отметить взаимосвязи оборонительного зодчества с климатом, рельефом местности, тактикой противника, и традиций строительства, наличием близости строительного материала.

В Русском государстве сложились традиции городской и полевой фортификации, вобравшие богатый многовековой опыт борьбы с кочевниками. Их конструкции во многом зависела от тактики татар, которые, не имея огнестрельного оружия, никогда не прибегали к осаде или, штурму городов. Это позволяло строить на юге России надежные деревянные укрепления (несложные, быстровозводимые).

Таким образом, разработка 3-х мерной модели тесно сопряжена с глубоким изучением интегральной истории моделируемого объекта. Это позволяет проследить взаимосвязь социально-экономических, демографических и культурных процессов в локальной области с соответствующими явлениями в масштабе государства. Одним из основных вопросов взаимосвязанных с тематикой нашей работы является вопрос об особенностях и развитии русского города. 3-х мерное моделирование позволяет проследить зарождение и развитие «ядра» городской застройки, формирование городской социальной и экономической инфраструктуры, что в целом является одной из актуальных задач изучаемых современными исследователями городской истории.

Глава 3. Источниковая база

Источниковая база нашего исследования представлена опубликованными выпусками тамбовской учёной архивной комиссии описями крепости, картографическими материалами, материалы по истории архитектуры.

Одним из основных документов, повествующих о крепости города Тамбова являются описи 1659 года и 1662 гг. В этих документах даётся подробное описание составных частей города: башен, стен, гражданских построек внутри крепости, так и за её пределами, острога, рва, колодцев, караульных изб с рядом стоящими пушками, тайников указывается характеристики каждой из этих построек - высота башни, количество мостов, бойниц, пушек, наличие тайника, метод строительства городской стены, острога и количество бойниц. Книги бывшего Разряда разных городов опубликованные в Известиях Тамбовской учёной архивной комиссии, указываются также и на повреждении у крепости, начиная от состояния рва (его обсыпания, вследствие гниения обрубки) и острога, кончая состоянием воды в колодцах.

Отписки воевод, челобитные, годовые сметы и др. документы XVII века. Информация этих источников позволяет конкретизировать данные описей, а также содержит новые сведения, о построении крепости, ходе работ, изменениях, которым она подверглась в течении XVII в.

Древний Тамбовский летописец – источник обнаруженный С.А. Березняговским – это летопись, охватывающая период от основания Тамбова до середины XVIII века. Дать более расширенную характеристику. В этом источнике можно подчеркнуть сведения об основании Тамбова, слободах, окружающих город, строителях, служилых людях.

Историографию проблемы можно разделить на две части. Первая часть - работа тамбовских историков, посвящённой постройке и существованию Тамбовской

крепости в XVII в. Вторая группа работ – это труды по истории русской архитектуры и фортификации XVII в.

Среди тамбовских историков одним из первых к проблеме постройки и первых лет существования тамбовской крепости обратился протоиерей С.А. Березнеговский. И хотя его работы носили компилятивный характер, его основной заслугой можно считать подготовку к публикации Древнего Тамбовского летописца.

Большая часть использованных источников, была опубликована ТУАК под руководством И.И. Дубасова. И хотя в его работах история тамбовской крепости отражена слабо, он способствовал публикации в Известиях Тамбовской учёной архивной комиссии многих использованных нами документов.

Важное значение в изучении истории тамбовской крепости имели работы П.Н.Черменского, в которых он дал краткий очерк экономического положения региона, проследил судьбу мордовского населения Пощенья, уделил внимание конкретной истории строительства г. Тамбова и составил чертеж крепости середины XVII в.

Общим вопросам заселения юга России были посвящены работы известного советского историка, уроженца г. Тамбова, профессора Л.А.Новосельского. В своих статьях он поставил вопрос о значении роста феодально-крепостнических отношений в стране и крестьянских побегов на переселенческие процессы, проследил эволюцию феодальной собственности на юге России, ввел в научный оборот принципиально новый комплекс источников. В монографии «Борьба Московского государства с татарами в XVII в.» он проследил влияние всего комплекса отношений Русского государства с Турцией и Крымом на заселение юга России.

Важное место в изучении истории фортификационных сооружений юга России и изучении проблемы заселения Центрально-Черноземного края русскими в XVI-XVII в.в. занимают исследования профессора Воронежского университета В.П. Загоровского. Заселение юга России автор связывает со строительством укрепленных линий, созданием системы обороны границ. Им проанализирована конкретная история попутного освоения южной окраины, что позволяет проследить соотношение общего и особенного в колонизационных процессах.

Важное место историографии проблемы занимает монография е Ю.А. Мизиса «Заселение Тамбовского края в 17-18 вв.». В данной работе прослеживается история заселения Тамбовского края на фоне возникновения и развития укреплений двух крупных крепостей региона- Тамбова и Козлова. Используя материалы тамбовских и центральных архивов автор описывает обстоятельства основания, подробно характеризует комплекс тамбовских укреплений и его функции, рассматривает подробности быта гарнизона крепости, особенности сторожевой службы. На сегодняшний день именно эта работа представляется нам наиболее авторитетным исследованием по данной проблематике. Подробностям повседневной жизни населения Тамбова 17 в. так же посвящена работа В.Д.Орловой¹.

Одной из последних работ, посвященной этой тематике стала работа М.Климковой «По наряду из розряду...» В этом издании автор, опираясь на опубликованные источники, делает попытку реконструкции плана и внешнего вида некоторых укреплений Тамбовской крепости.

Таким образом, этот блок историографии вопроса демонстрирует с одной стороны устойчивый интерес к данной теме, с другой подтверждает необходимость пространственной визуализации, как одного из основных моментов исследования фортификационных сооружений юга России и Тамбовской крепости в частности.

Вторым блоком работ являются исследования по истории русского деревянного зодчества. Этот круг работ включает в себя не только исследования по фортификации, но и работы, посвященные гражданским и церковным сооружениям, которые находились как внутри крепости, так и окружали ее.

Важное место в изучении темы занимает работа Н.П. Крадина, посвященная русскому деревянному оборонному зодчеству². В ней он даёт подробное описание конструкции и устройству крепостей, рассматривая определённые группы крепостей (Северо-Западные крепости, крепости на южных границах, крепости Сибири, и др.) описывая метод строительства крепостей, их особенности и отличия.

¹ Орлова В.Д. Учебный материал по истории русской культуры и быта (IX – начало XX вв.). Тамбов 1994 г.

²Н.П. Крадин «Русское деревянное оборонное зодчество» Москва «Искусство»1988 г.

Ф.Ф. Ласковский в своей работе³, даёт подробное описание планы деревянного фортификационного сооружений на примере различных крепостей, проводя их сравнительную характеристику, утверждает ценность этого вида средневекового зодчества.

В работе В.В. Яковлев «История крепостей» рассматривает особенности деревянного фортификационного зодчества, включая строения башен, других защитных сооружений и их функции на примере отдельных крепостей (Олонца, Красноярска).

Особенности городских деревянных построек, их конструкцию начиная с XVI в. приводит в своей работе А. Ополовников, Г. Островский⁴.

Русскому деревянному крепостному зодчеству также посвящены работы Ю.С. Ушакова «История русской архитектуры», К.Носов «Русские крепости и осадная техника VIII – XVII вв. которые приводят обильный фактографический материал, фотографии, реконструкции, все эти данные позволяет детально изучить русское деревянное крепостное зодчество и найти черты построек, которые были бы характерны для крепости города Тамбова.

5. Также использовались *карты, чертежи* самого раннего плана начало XVIII века, который отображает крепость в существенно перестроенном виде. *План* начала XIX века (1803 г.), взятый из РГАДА, также служила одним из источников реконструкции. На ней отражены остатки фортификационных сооружений, в том числе рва. В том числе использовалась *современная карта* выкопировка из плана современного города Тамбова, предоставленная комитетом градостроительства и землепользования администрации города Тамбова. На основе этой карты, которая была скорректирована с учётом возможных изменений (размытия, подсыпа и др.) внутренняя же часть города фактически не менялось были спроектированы высоты в 3D модели и построена местность.

³ Ф.Ф. Ласковский «Материалы для истории инженерного дела в России». Санкт-Петербург 1858 г.

⁴ А. Ополовников и Г. Островский «Русь деревянная: Образы русского деревянного зодчества. – М.: 1981. – 199 с., фотоил., ил.

6. Обилие фактографического материалы были подкреплены данными *археологических раскопок* С. Андреева, который, исследуя территорию, где сейчас располагается новый «Детский мир» натолкнулся на детали стены крепости и рва. Таким образом были определены размеры стены, её соотношения со рвом, конструктивные особенности, также был получен диаметр бревна, который тоже учитывался в реконструкции крепости.

Глава 4. Программные средства реконструкции

3D технологии позволяют нам воссоздать потерянные со временем исторические объекты в реальном времени, воспользовавшись новейшими технологиями 3D графики, моделирования и дизайна в компьютерных программах, такими программами как 3ds Max, 3DGStudio, Adobe Photoshop и другими.

Краткое описание инструментов, использующихся для создания модели города Тамбова по данным описи 1662 г.:

1. *3ds Max* с использованием плагина NURBS технологии для создания модели равнины, и нанесения реалистичных текстур (травы, песка, земли и тд.).

2. Альтернативой 3ds Max по текстурированию равнины служит программа *Unwrap3D*. Именно в этой программе будет создана координатная сетка для 3D равнины и подборка текстур.

3. *Adobe Photoshop* - это графический редактор, служащий для отрисовки текстур в 2D из фотографий и других материалов - создание текстур дорожек, брёвен, неба, травы, деревьев, песчаного берега и др.

4. *Deep Creator*. Прежде чем приступить к созданию реконструкции (уровня), нужно создать единые меры длины, которые будут отвечать за масштаб модели. В 3-мерной реконструкции города крепости Тамбова был достигнут масштаб М1:1, то есть 1 метр виртуальный равен 1-му реальному. Сама система измерения была перенесена в виртуальный мир. Создание метрики возможно также в 3ds Max. Метрика – один из важных процессов в достижении реальности компьютерной графики.

5. *3DGStudio* – именно эта программа немецких разработчиков была взята за основу для создания 3D проекта. Многофункциональность программы, позволяют создавать реалистичные виртуальные миры, без поддержки других редакторов, так как

при экспорте и импорте в различных программах возникают технические проблемы на совместимость. В комплект 3DGStudio входят: редактор модели (Level editor), на который ложится основная работа построения 3D мира из примитивов (куб, цилиндр, пирамида и т. д.) путём считывания как «brush», что облегчает процесс визуализации, в построении геометрии уровня, так как примитивы и геометрические модели высокой полигональности считываются как кубы, что снижает нагрузку на процессор.

Так как при использовании 3D моделей ложится большая нагрузка на процессор (пример: при создании трёхмерного автомобиля в точности со всеми его детали потребуется процессор высокой мощности). Вследствие чего просмотр данной программы будет затруднён многим пользователям.

Model Editor – представляет собой типичный 3d редактор построения геометрии, который нужен для создания высокоточных объектов в дальнейшем экспортируемых в Level Editor. Model Editor содержит в себе редактор текстуры Skin Editor.

Script Editor – редактор скриптов даёт возможность задавать сюжетную линию и писать сценарий.

Реконструируемая крепость в редакторе 3DGStudio будет строиться методом brush и числиться не как модель, следовательно, повышается скорость работы процессора, что делает доступной данную 3D реконструкцию для компьютеров

Deep Exploration. Для предварительного просмотра, корректировки модели и нанесению Double Sided (двойных сторон).

Количество программ необходимых для 3D реконструкции не ограничивается определённым строго установленным перечнем, допускается использование различных редакторов для обработки моделей.

Глава 5. Исследовательская часть.

Русские города XVII в. возникали как выражение воли государства. На протяжении столетий строились грандиозные оборонительные линии, в которых важную роль играли крупные крепости. Эти крепости определяли первоначальное назначение городов как военно-административных центров. Этот очевидный факт дополняется интересными подробностями при рассмотрении его с точки зрения микроистории. Так например, крепости Тамбов и Козлов были построены со смещением относительно планируемых мест их основания. Причинами такого смещения являлась не только выбор наиболее удобного места с оборонительной точки зрения, но и стремление приблизиться к существовавшим торговым путям. Например Тамбов был построен в непосредственной близости от относительно крупного пути – Ордобазарной дороги, что демонстрирует многообразие факторов, влиявших на возникновение города.

Тем не менее доминирующим фактором оставалась государственная политика. В XVII веке в 30-х годах Россия вела войну с Польшей. Вскоре после заключения Поляновского мира явилась угроза большой войны с Турцией и крымскими татарами. Вследствие чего царь Михаил Фёдорович указал для защиты южных рубежей государства от набегов татар построить засечную черту, в числе которой находилась крепость Тамбов.

Город Тамбов был основан на реке Цне. Строительство поручили опытному, хорошо знавшему военное дело воеводе Роману Федоровичу Боборыкину. Воевода, однако, перенес место будущей крепости на 20 верст севернее, чем предполагалось прежде, выбрав более удачный рельеф местности, и выгодное положение по отношению к торговым путям, и водным артериям, что в будущем предопределило развитие города, как мощного административного и экономического центра крупного региона.

Тамбов строился с 17 апреля по 1 октября 1636 г. по специальному чертежу, автором которого был подьячий Пушкарского приказа Федор Наквасин. Возводили крепость шацкие и тамбовские крестьяне, служилые люди, мордва. По описанию середины XVII в., крепость Тамбов в плане имела вид трапеции и состояла из «города» (кремля) и «острога». Кремль окружала дубовая рубленая стена с 12 сторожевыми башнями, самая высокая из которых достигала высоты 51 м. В кремле размещались воеводский двор, съезжая изба, житницы, тюрьма, пороховой погреб, пушечный амбар и соборная церковь. К кремлю примыкал острог с различными хозяйственными и жилыми постройками. Он был обнесен стеной с 12 башнями и рвом. Имелся и потайной ход к реке на случай осады. Тамбов располагал значительными по тому времени вооружением и гарнизоном. Артиллерия («наряд») в 1662 г. насчитывала 31 орудие и размещалась на башнях и специальных подмостках-раскатах. Служилые люди гарнизона жили рядом с крепостью в Полковой, Пушкарской, Стрелецкой и Покровской слободах. Одновременно с крепостью возводились полевые укрепления. Линия засек, надолб протянулась от Лысых Гор до Кузьминой Гати, проходы между ними закрывали 4 острожка: Лысогорский, Липовицкий, Тамбовский и Кузьмина Гать.

Одним из важных источников, повествующем об устройстве крепости были описи. Такие описи составлялась при передаче крепости от одного воеводы к другому, и проходили раз в 3 года. Если сравнить две описи 1659 и 1662 гг., описывающих город, то видны расхождения в некоторых участках длины стен (так расхождение в расстоянии от угловой башни тамбовского кремля до Студенецкой башни - 79 сажень), это может быть связано в том числе и с перестройкой крепости, колебанием рельефа, и методом измерения расстояния. Так в 1643 году была установлена единая «государева сажень» в 3 аршина (2,13 м), но продолжали также существовать и другие типы сажень, но даже и тогда разница между 26 саженьями и 105 остаётся большой.

Основной целью работы является создание исторически достоверной виртуальной интерактивной модели крепости Тамбов, вписанной в реальный ландшафт.

Построение модели потребовало решение следующих задач:

1. Создание ландшафта, наиболее близкого к реальному, с учётом возможных изменений (размытие, подсыпание).

2. Реконструкция построек в наиболее вероятном виде по данным описи. Причём за основу реконструкции берётся опись 1662 года. Так как она опись является наиболее полной и достоверной.

3. Создание формы крепости по данным описи в единую модель на основе отрезков мер длин и расстановка башен, создание городских стен и острога.

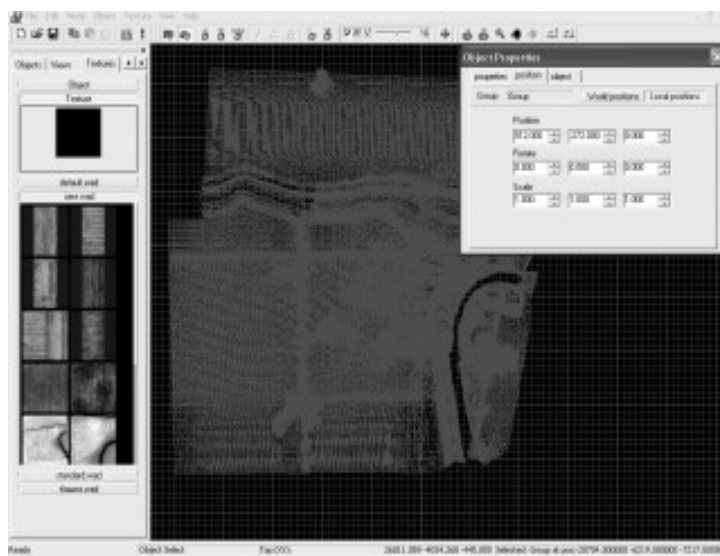
4. Вписать полученные постройки, соотнести их с рельефом местности.

5. Создать особенность местности (растительного покрова, почвенного, уровень воды и др.).

ЛАНДШАФТ

Моделинг. Для создания ландшафта города Тамбова в 3ds Max посредством технологии плагинов, поставляющихся в комплекте с 3ds Max NURBS, основным источником служила выкопировка из плана современного города Тамбова, предоставленная комитетом градостроительства и землепользования администрации города Тамбова. На основе этой карты, которая была скорректирована с учётом возможных изменений размытия, подсыпа и др. (внутренняя же часть города фактически не менялось) была спроектирована очень точная модель местности, с учётом метрики и нанесены текстуры. Моделинг ландшафта учитывал что территорию вокруг крепости старались сделать как можно контролируемой и поэтому уничтожали находящуюся в округе растительность, в которой мог укрыться противник.

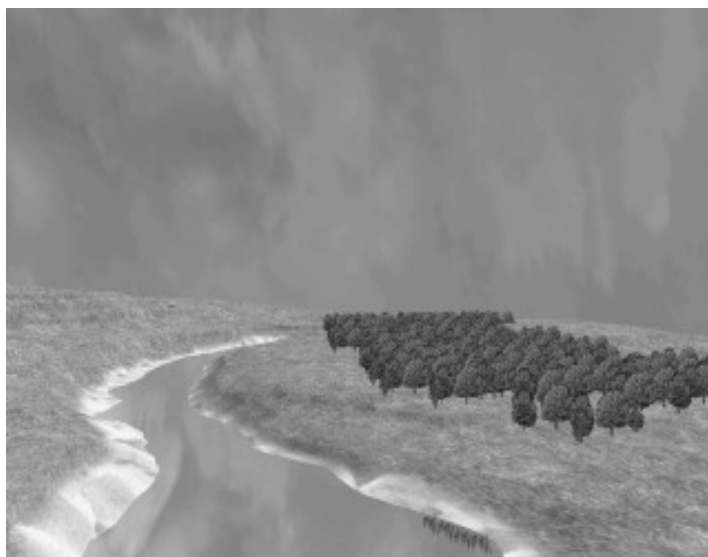
Далее происходила обработка ландшафта и нанесение текстуры с последующим перенесением модели местности в редактор уровня (Level Editor). Соответствие размеров построек и ландшафта находилось по данным метрики, которая была перенесена из редактора *Deep Creator* в программу *3DGStudio*. В 3-х мерной реконструкции города крепости Тамбова был установлен масштаб: М1:1, то есть 1 метр виртуальный равен 1-му реальному, данные описей т.е. длины в саженях переводились в метры, за основу была взята единая государева сажень равная 2,13 метрам.



1. Задание реального масштаба в *3DGStudio*, модели импортированной из *3ds Max*

Прежде чем импортировать модель местности, был определён верный масштаб ландшафта, исходя из имеющихся данных. Отправной точкой послужила известная ширина русла реки Цны, и расстояние от стен крепости города Тамбова от речки Студенца – 9 сажений (около 20 метров), от острога до рва – 3 сажени.

Рендеринг. В графическом редакторе *Adobe Photoshop* на основе фотографий и других материалов создаются текстуры дорожек, брёвен, неба, травы, деревьев, песчаного берега и др., которые будут использоваться при нанесении на ландшафт в редакторе *Model Editor – Skin Editor* (смотрите приложение – 1,2,3). Также учитывается



2. Окончательный рендеринг ландшафта в *3DGStudio*

В итоге после нанесения реалистичной текстуры и создания дорожек и песчаного берега, проводится рендеринг ландшафта, на который с учётом мощности компьютера создаётся растительность - деревья, трава, камыши, кусты.

Далее регулируется ширина русла реки Цны и Студенца и создаётся реалистичная водная поверхность.

БАШНИ

Реконструкцию крепости была начата с изучения особенностей строения наиболее сложных укреплений - башен. Изучив данные описей, материалы по истории деревянного крепостного зодчества, исходя из всех доступных нам источников, можно составить примерный облик деревянных построек, который был характерен, в том числе и для крепости города Тамбова.

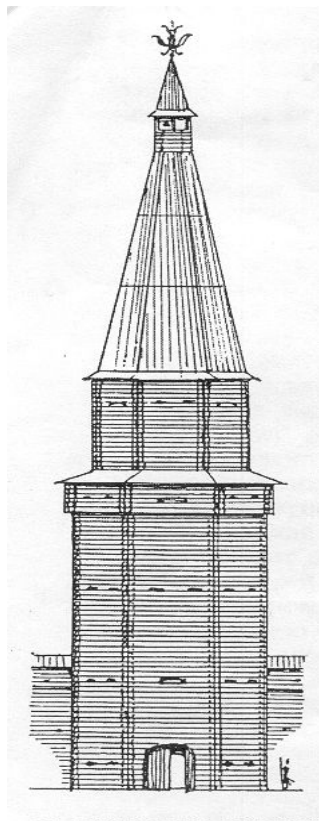
Тамбовский кремль состоял из 12 башен, из них по описи 1662 года самой высокой являлась Московская башня, её высота составляла 24 сажени или около 51 метр. Такая высота постройки была обусловлена рельефом местности, образующим возвышенности между крепостью и укреплениями Тамбовской черты.

В Московской башне было 7 мостов (этажей) с определённым числом пушечных и пищальных бойниц на каждом мосте. Опись 1662 года⁵ даёт описание расположению бойниц на мостах: «Проезжая башня большая по мере около 24 саж., внизу 6 бойниц, да внизу в ней же стоит пушка в стану на колёсах, а вверху на мосту большое пушечное окно, а напротив его стоит пушка, да тут же на мосту 9 малых бойниц, на другом мосту вверху то же башни 12 бойниц мушкетных, а на третьем мосту стоит пушка в стонку на колёсах, а против её окошка больших пушечных до 10 бойниц мушкетных, а на четвёртом мосту стоит пушка в стонку на колёсах, а против её окошка больших пушечных до 7 бойниц мушкетных, а в шатре то же башни вверху 3 моста, а наверху вестовой колокол». «А над караульной клеткой сделан шетер, а крыт тёсом, на шатре на щогле поставлен орёл деревянной, обит белым железом...» - хотя здесь приведено описание проезжей башни Сухининского острожка⁶, на котором располагался орёл, эта башня была не высока по своим размерам по сравнению с Московской башней города Тамбова предполагается, что и на самой высокой башне Тамбова обязательно должен был быть такой же деревянный орёл, как символ могущества московского государства.

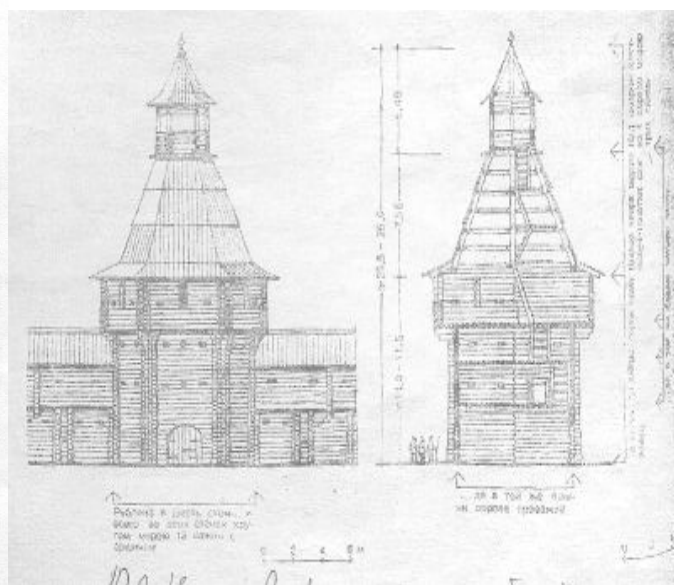
⁵ Опись Тамбовской крепости 1662 г.// ИТУАК. Тамбов 1888. Вып. XIX

⁶ Город Тамбов в 1659 году// ИТУАК. Тамбов 1885. Вып. VI с. 22-23

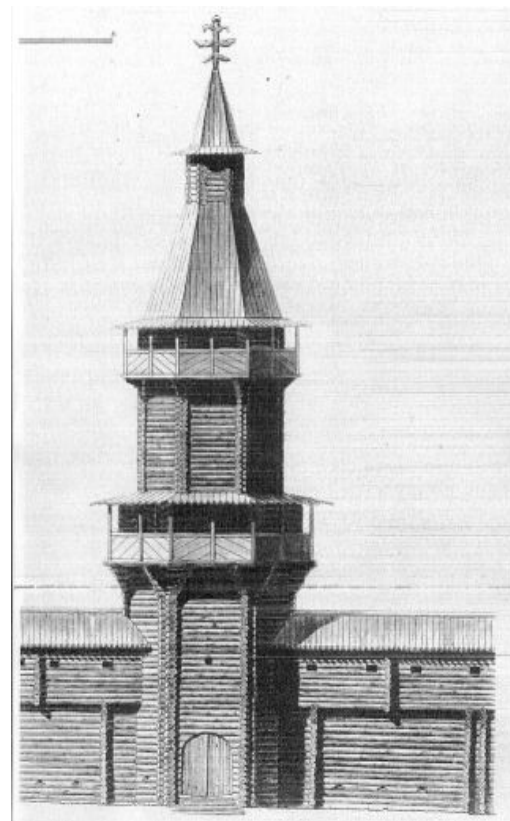
Изучив приведённые реконструкции, технологии строительства башен, мостов, шатра, особенности строительного материала (ширину бревна, которая была вычислена по данным С.И. Андреева проводившего археологические, диаметр бревна варьировался в районе 30 - 35 сантиметров, длину балок, наличие строительного материала, технологию обработки) эти данные переносятся в редактор 3-х мерного моделирования.



3. А.В. Климкова
(2002 г. с. 20)



4. Ю.С. Ушаков
(1994 г. с. 126)

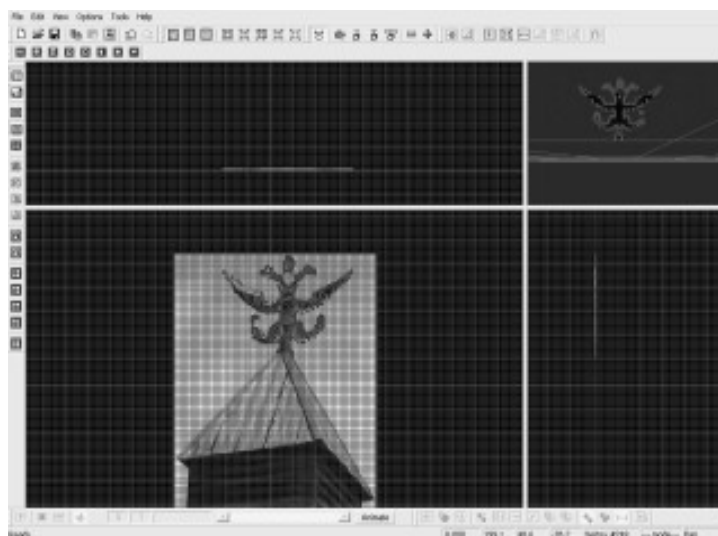


5. Н.П. Крадин
(1988 г. с.104)

Измерив расстояние в редакторе Deep Creator и создав меры длин, и обработав их в редакторе моделей (Model Editor), эти меры длин переносятся в редактор уровня и по ним начинается реконструкция башни. Поэтому поэтапно придётся восстанавливать её составные части: проездные ворота, модели лестниц, бойниц, балок, каркаса шатра, караульной клетки, колокола, и деревянного орла. Хотя большинство из этих моделей приходится восстанавливаться не только по данным описи, но и по всем возможным источникам, каждая из них при процессе сборки проходит несколько стадий, также как и все другие модели: процесс сборки, редактирования, нанесения текстуры, и проверка на историчность, похожесть на реальный прототип.

В том числе редактор модели (Model Editor) позволяет на основе фотографий сохранившихся объектов (в данном случае мы воспользовались иллюстрацией из книги Крадина⁷) создавать в точности их копию в 3D модели, посредством импорта в 3D сферу в качестве Background Texture.

Деревянный орёл, который располагался на Московской башне тамбовской крепости, был сделан именно таким путём. Построение модели велось вручную на основе фотографий, сохранившихся памятников архитектуры (Н.П. Крадин, 1988 г. с 25)



6. Построение модели орла в Model Editor

Следующим этапом 3-D реконструкции Московской башни является создание стен. Считается, что длина стены башни составляла 5,1 метра. Московская башня скорее всего была рублена в 8 стен, такого же мнения придерживаются другие исследователи (А.В. Климков. 2002 г. с. 20).

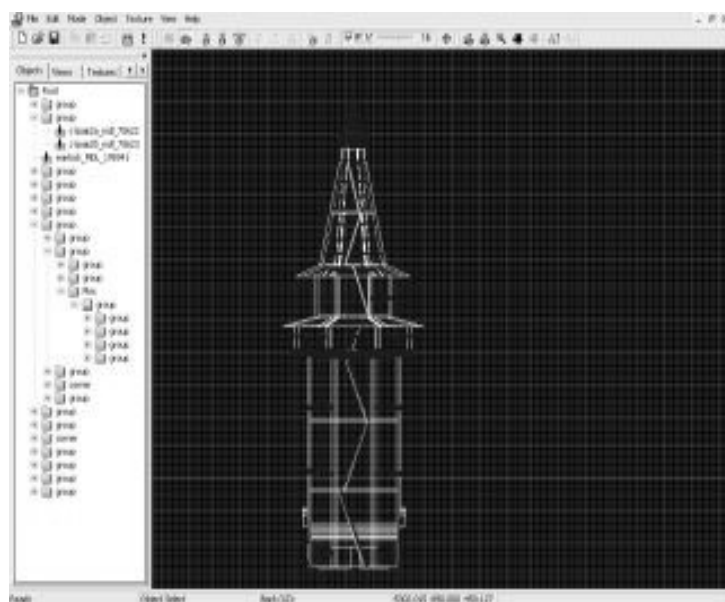
Реконструировать башню можно 2-мя путями, эти пути зависят не только от метода строительства деревянных сооружений в XVII в. Важное значение имеет правильно рассчитать возможности компьютера для того чтобы модель могла правильно быть рассчитана.

Процесс электронной реконструкции с одной стороны предполагал восстановление построек по данным, указанным в источниках (описей, разрядных приказов,

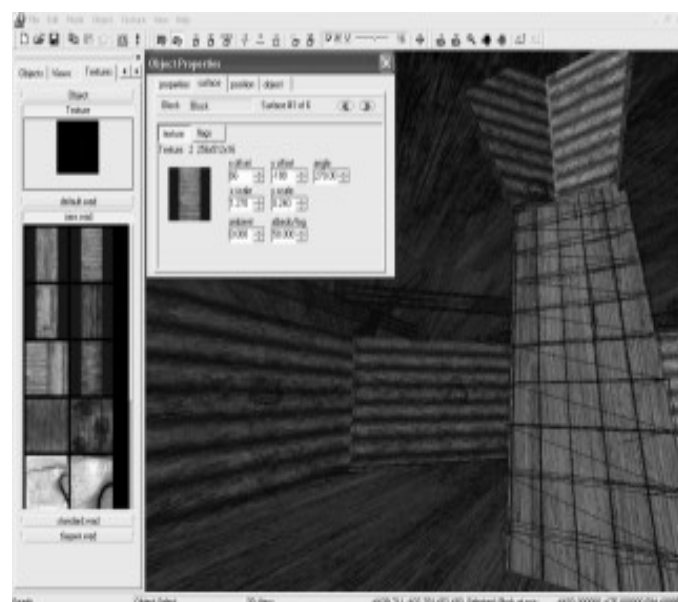
⁷ . Н.П. Крадин «Русское деревянное оборонное зодчество» Москва «Искусство» 1988 г.

смет), с другой стороны представлял вычисление параметров о которых источники умалчивали. Основным правилом такой реконструкции являлось поддержание соответствия между выявляемыми параметрами и известными по источникам, а также данными о технологиях строительства фортификационных деревянных укреплений XVII в.

Так, например, удалось определить, что среднее расстояние между мостами составляло около 4,5 метров, причём 1-ый мост башни, обязательно должен был стыковаться с мостами стены, примыкающим к башне с обеих сторон. Рассредоточив 7 мостов, учитывая конструкцию крепости, и высоту каркаса шатра по данным реконструкции Ю.С. Ушакова и М.И. Мильчика (Ю.С. Ушаков «История русской архитектуры». Санкт-Петербург. 1994 г.) Олонецкого города, создаются пропорции Московской башни.



7. Процесс сборки в Level Editor

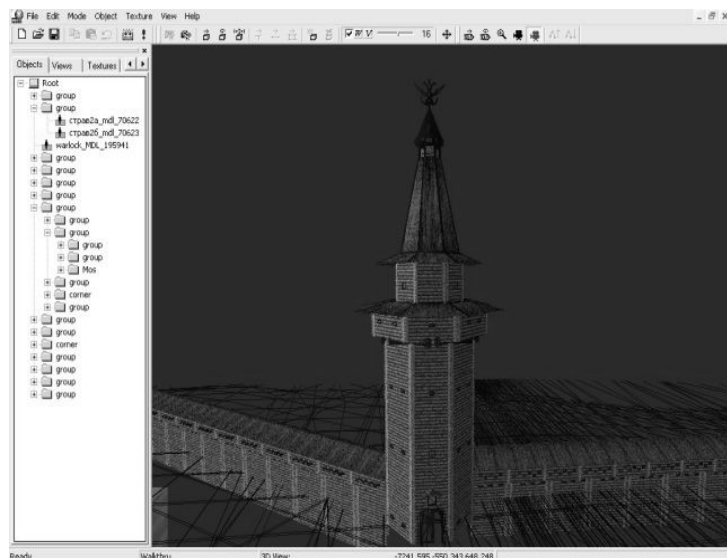


8. Процесс нанесения текстуры

Башни кроме своих основных выполняли и другие функции. Они использовались под амбары, жильё, на них устраивали колокольни или часовни. Например, на Спасской башне города Красноярска находилась часовня во имя спаса и колокольня, на которой висел колокол. На Московской башне города Тамбова тоже висел колокол – вестовой (по данным описи 1662 г.), а так как это была самая высокая башня, она выполняла и дозорные функции, предупреждала о появлении неприятеля. Внутренний интерьер подобной башни (Рождественской) был описан А. Кирюхиным (1991 г. с.

115), который изучал крепость Свияжск, построенную в середине XVI века. В башне хранилось небольшое количество военных припасов на случай осады.

На каждом мосту Московской башни располагалось определённое число бойниц, в среднем при равномерном распределении по числу сторон на одной стороне стены получается по 2 бойницы. На всех сохранившихся башнях бойницы одинаковы не только по конструкции, но и близки по размерам по данным Н.П. Крадина (1988 г. с. 21). Как правило, они соответствовали оружию, которым пользовались защитники. Размеры отверстий (почти квадратных по форме) были в пределах восьми-десяти сантиметров. Снаружи нижняя и боковые плоскости были скошенными для удобства стрельбы и увеличения фронта и обзора обстрела. Для пушечной стрельбы прорубались более крупные бойницы, и габариты их составляли обычно 30 на 40см. Расположение бойниц в башнях и стенах было равномерным. Верхние, средние и нижние бои соответствовали ярусам башен. Доступ к ним осуществлялся по лестницам, устроенным внутри башен. На основе этих данных приведённых выше реконструируется внутренний интерьер башни, каркас шатра, караульной клетки, колокол, после чего готовая модель размещается в редакторе уровня (Level Editor), где окончательно проводится сборка 3D модели.



9. Редактор Level Editor

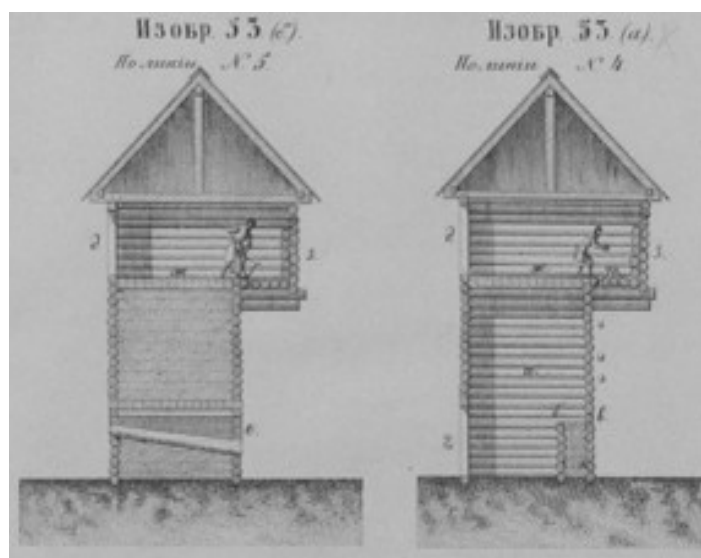


10. Окончательный вид

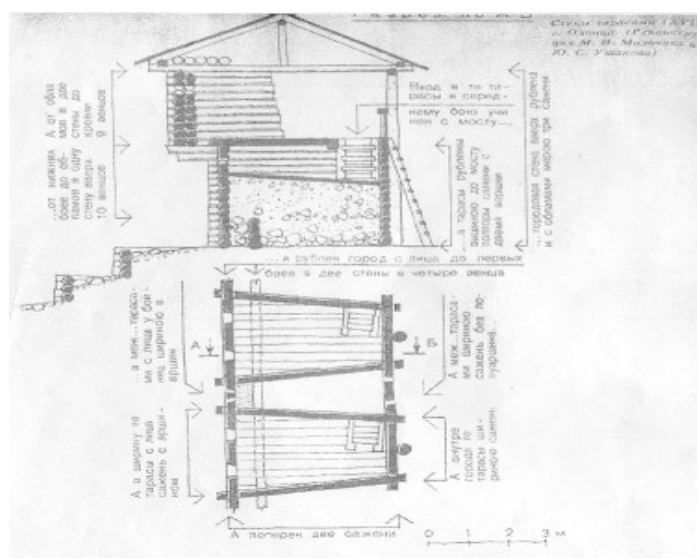
Подобным же образом были реконструированы остальные башни Тамбовского кремля, острога и их внутренний интерьер (смотрите приложение -5,6). После чего был произведён рендеринг модели.

КРЕПОСТНАЯ СТЕНА

Сохранившиеся письменные документы дают некоторое представление и о размерах крепостных стен. Сопоставление описей показывает, что высота стен в большинстве рубленых городов составляла две с половиной - три сажени с незначительными отклонениями в ту или иную сторону. Ширина стен, как правило, была не менее полутора сажени, но и не превышала обычно двух сажени. Сравнение описаний крепостей на русском Севере (например, Олонец, Опочка) и южных и сибирских крепостей показывает идентичность их основных габаритов.



11. Реконструкция стены выполненная
Ф.Ф. Ласковский (1858 г. 5 с.)



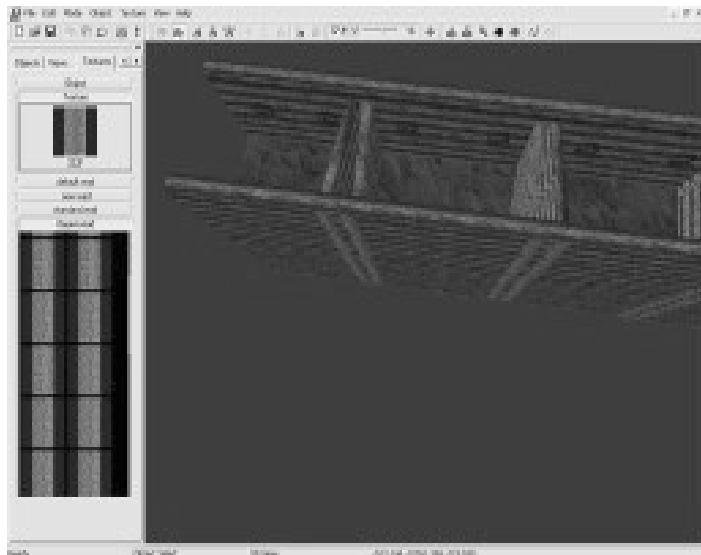
12. Реконструкция стены Тарасами (XVII в.)
г. Олонца Ю.С. Ушакова и М.И. Мильчика
(1994 г. с.124)

Деревянные рубленые стены имели двускатную крышу, стропильная конструкция которой держалась на внешней стене и на столбах с внутренней стороны города (Н.П. Крадин» 1988 г. с. 20). Столбы опирались на выпуски верхних бревен поперечных стенок-перерубов (смотрите приложение – 7).

Характерной особенностью крепостных рубленых стен было устройство в них верхнего, среднего и нижнего боя. Для этой цели в каждой ячейке нижней стены и верхнего яруса прорубались бойницы для стрельбы. Такие же бойницы «просекали» и в острожных стенах, но там они располагались не по всей стене, а в специальных «выводах».

Стрельба верхнего боя осуществлялась, как уже отмечалось, поверх тына. О высоте тамбовских крепостных стен исторические источники ничего не сообщают.

Можно предполагать, что они были примерно такими же, как в Козловской крепости, где высота стены от земли до «обламов» составляла 2,25 сажени, а с «обламами» и крышей доходила до «3 сажени с малой четвертью» - так писал П.Н. Черменский (1961 г. с. 25)



13. Стена тарасами в Level Editor



14. Окончательная реконструкция

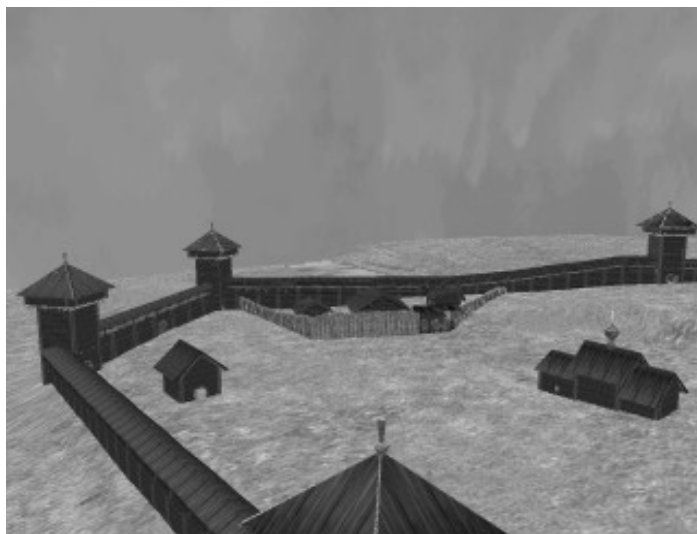
В результате 3D реконструкции был получен следующий вид крепостной стены города Тамбова, меры длин были созданы в Deer Creator, на основании которых велось строительство. Масштаб периодически перепроверялся и после окончательной сборки городской стены, были расставлены башни, и верность масштаба подтвердилась.

В результате сборки, обработки материала и рендеринга был получен окончательный вид кремля города Тамбова (смотрите приложение – 8).

ВНУТРЕННИЕ ПОСТРОЙКИ

В том числе были также реконструированы внутренние постройки Тамбовского кремля. По данным описей в кремле находились: съезжая изба, состоявшая из горницы с комнатой, сенями и чуланом, воеводский двор, 9 житниц, тюрьма, пороховой погреб и пушечный амбар, а также дворы ратных людей, старая деревянная церковь, и другие деревянные постройки (смотрите приложение – 10, 11).

В остроге помещались казённый двор для казачьего головы, кружечный двор, таможенная изба и 10 лавок.

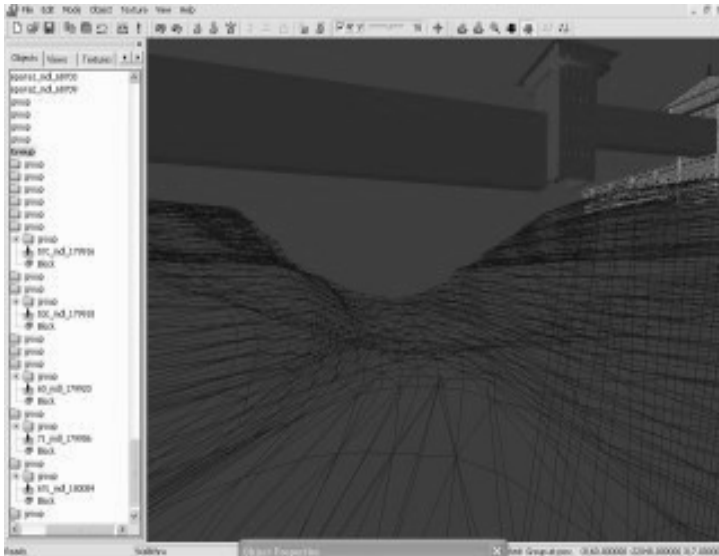


15. Внутренние постройки: Государев двор, старая деревянная церковь Преображения Господня, сторожка.

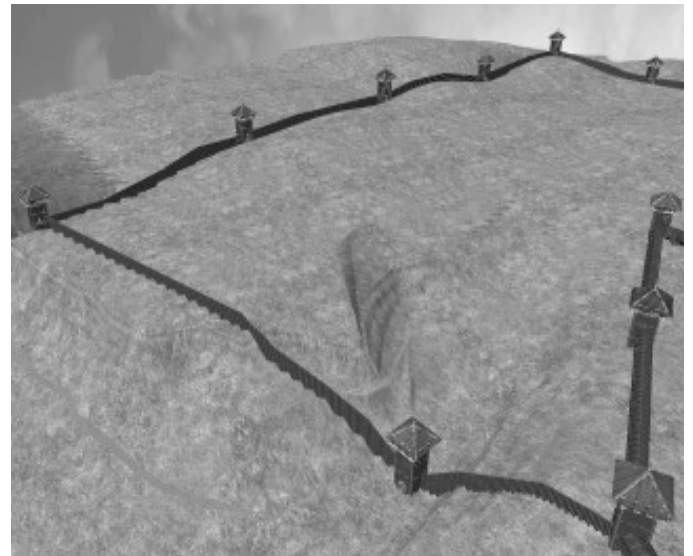
Если по ряду особенностей Тамбов был близок древнерусским городам, то некоторые другие качества, выражавшие дух нового времени, роднили его с южными собратьями по белгородской черте. Считается, что план тамбовского острога с его тяготением к прямым углам выражал современную для того периода идею регулярности, но в большей степени он был связан с удобством строительства крепости.

ОСТРОГ

Подобным же образом была проведена реконструкция острога (смотрите приложение – 12). При наложении построек на ландшафт учитывалось колебание высот, которое влияло на длину крепостных стены, их конструкцию, а также острога, в итоге данные, приведённые в описях, были полностью подтверждены техническими методами 3D моделирования.



Построение острога в Level Editor



Реконструкция острог города Тамбова

Заключение

3D моделирование исторических объектов уже сейчас может занять достойное место в исторических исследованиях. Реконструкция в 3D – это не просто фантазия исследователя, это сложный и кропотливый труд, включающий подробное изучение источников, их анализ, составление чертежа и поэтапная реконструкция в разных редакторах. После же реконструкция подвергается проверке исследователей, и в случае нахождения новых источников в работу вносят необходимые коррективы.

Вполне возможно что дальнейшие разработки в этой области позволят реконструировать не только объекты, крепости, отдельные сооружения или местности, но и целые события, произошедшие в определённом отрезке времени, и месте.

Достижения в области 3D моделирования являются успехом прогресса человеческой мысли, и как сказал русский историк В.О. Ключевский: «Прогресс мысли в том, что достигнутую цель она превращает в средство для дальнейшей цели...»

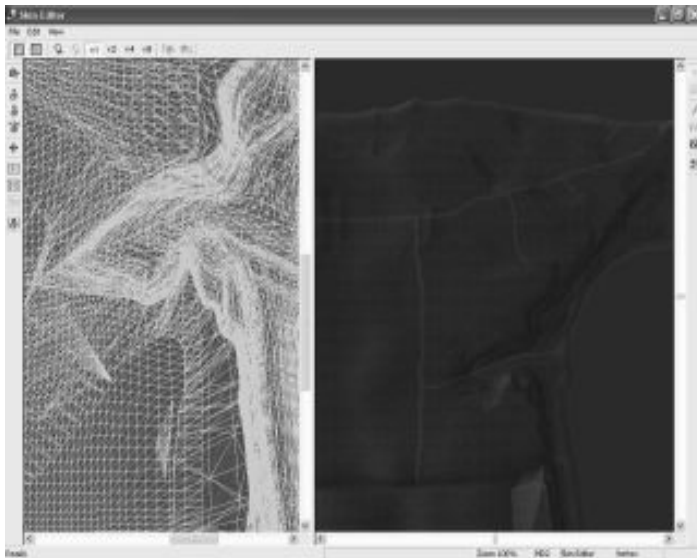
Создание трехмерных реконструкций позволяет воссоздать целый пласт русской культуры, связанный с оборонительным зодчеством. Ценность нашей работы заключается не только собственно в воссоздании памятника культуры, но и в разработке методики виртуальной исторической реконструкции, накопленной в ходе 3D реконструкции крепости города Тамбова, позволяющей в будущем создавать другие памятники культуры.

Список литературы

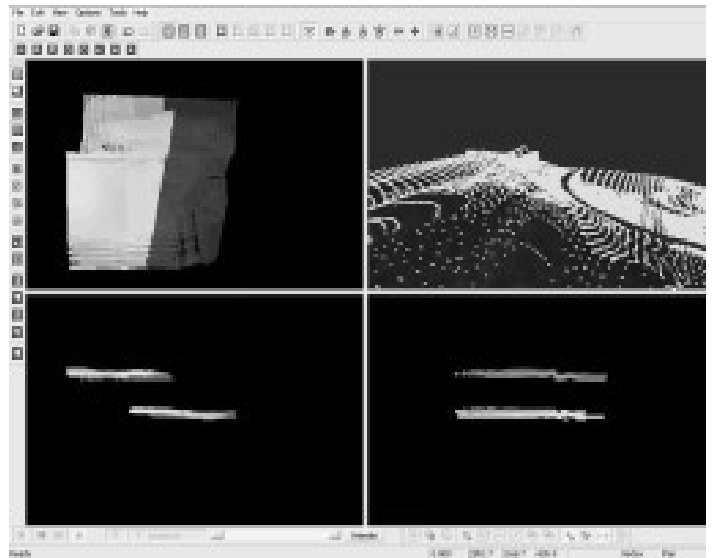
1. В.В. Яковлев «История крепостей» военно-историческая библиотека. Москва 2000 г.
2. А. Ополовников и Г. Островский «Русь деревянная: Образы русского деревянного зодчества. – М.: 1981. – 199 с., фотоил., ил.
3. История русской архитектуры: Учеб. Для вузов//. В.И. Пилявский, Т.А. Славина, А.А. Тиц, Ю.С.Ушаков, Г.В. Заушкевич, Ю.Р. Савельев – 2-е изд., перераб. И доп. - Санкт-Петербург, сСтройиздат СПб. 1994 г. – 600 с.: ил.
4. К.С. Носов «Русские крепости и осадная техника VIII-XVII вв.». Издательство Полигон Москва, 2003 г. – 176 с.
5. Н.П. Крадин «Русское деревянное оборонное зодчество» Москва «Искусство»1988 г.
6. Ф.Ф. Ласковский «Материалы для истории инженерного дела в России». Санкт-Петербург 1858 г.
7. Великие крепости России. Москва АСТ 2002г.
- 8.И.Е. Забелин «Домашний быт русских царей в XVI и XVII столетиях. Государев двор, или дворец. – М.: Книга, 1990. – 416 с.
9. Орлова В.Д. Учебный материал по истории русской культуры и быта (IX – начало XX вв.). Тамбов 1994 г.
10. М. Климкова «По наряду из Розряду». Москва 2002 г.
11. Ю.А. Мизис Заселение Тамбовского края в XVI – XVII веках (учебное пособие). Тамбов. 1990 г.
12. П.Н. Черменский «Прошлое тамбовского края». Тамбов 1961 г.
13. Город Тамбов в 1659 году// Известия Тамбовской Учёной Архивной Комиссии (ИТУАК). Тамбов 1885. Вып. VI
14. Опись Тамбовской крепости 1662 г.// ИТУАК. Тамбов 1888. Вып. XIX
15. Годовая смета города Тамбова. 1666 года. ЦГАДА, ф. 210, столбцы Новгородского стола, стлб. 137, л 381 – 382. из хрестоматии «И пыль веков от хартии отряхнув...»
16. И пыль веков от хартии отряхнув... Хрестоматия по истории Тамбовского края. Тамбов: Издательский центр ТГПИ, 1993. 388 с.

17. Страницы истории Тамбовского края. – Воронеж, Центр.-Чернозём, кн. изд-во. 1986. – 223 с.
18. А.В. Кирюхин. Дьяк Разрядного приказа: Докум. Повествование о жизни и деяниях первого рус. военного инженера дьяка Ивана Выродкова. – М.: Мол. Гварди, 1991. – 235 с., ил.
19. <http://www.unicaen.fr/rome/index.php?langue=anglais> (The Plan of Rome)
20. <http://www.online-archaeology.com/InteractiveBelgrade.htm> (A historical reconstruction of XV century Belgrade)

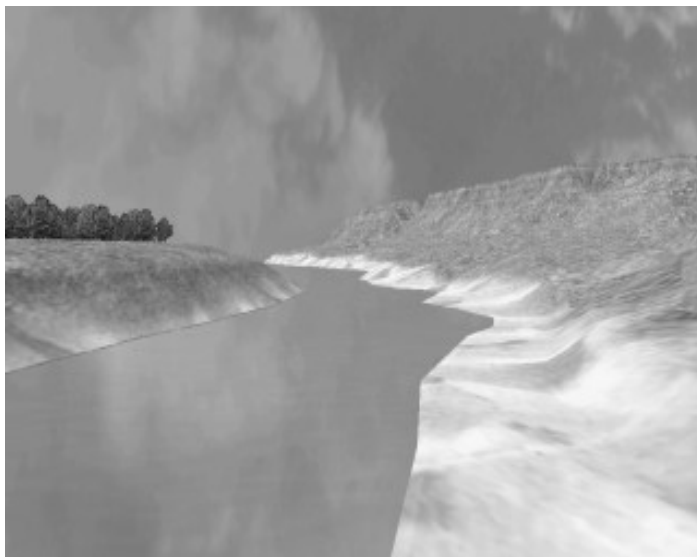
ПРИЛОЖЕНИЕ



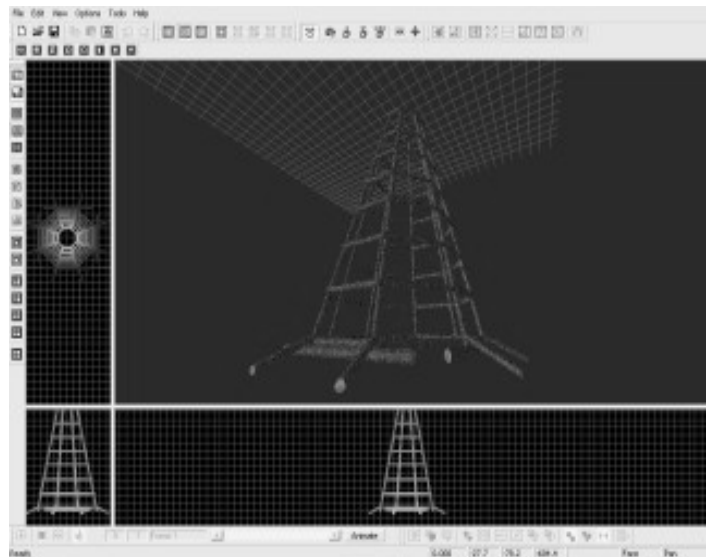
1. Модель равнины в Skin Editor



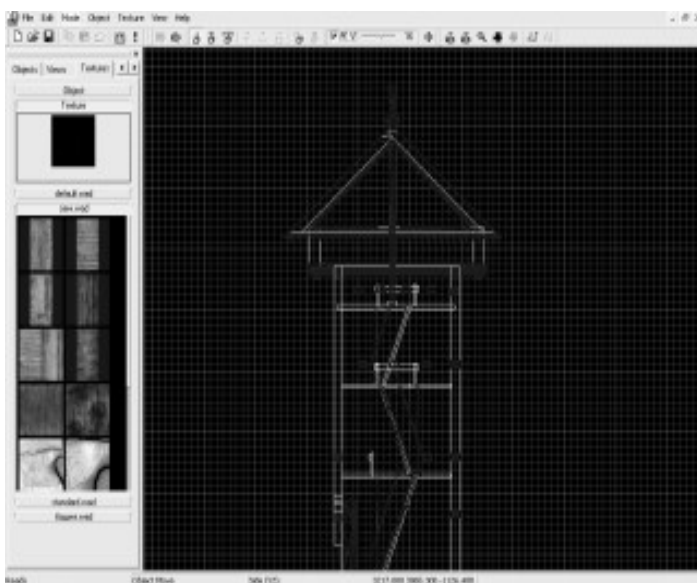
2. Редактирование ландшафта Model Editor



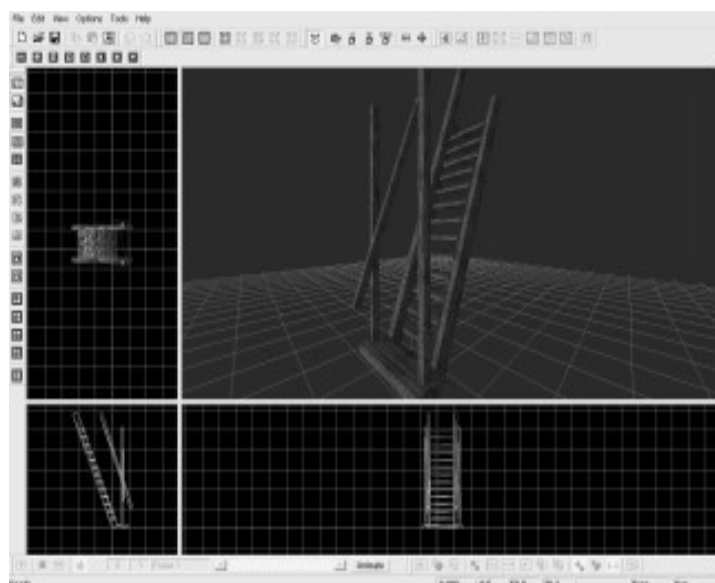
3. Окончательный вид ландшафта.



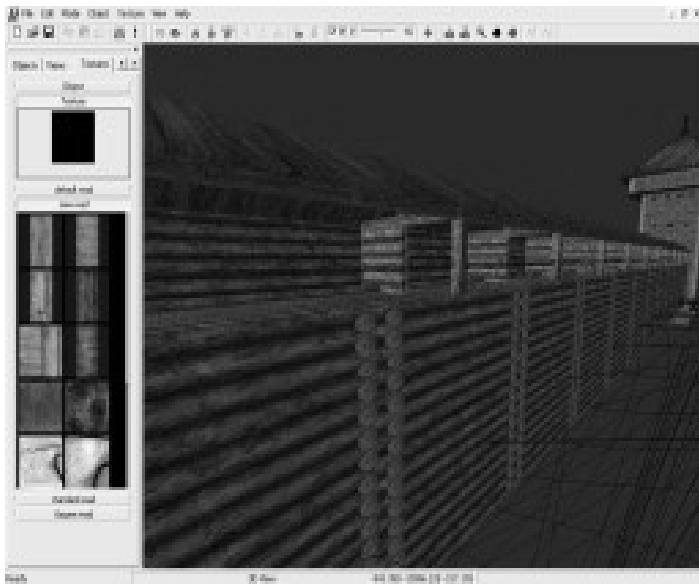
4. Построение каркаса шатра Московской башни



5. Реконструкция 12 саж. башни в Level Editor



6. Реконструкция лестницы в Level Editor



7. Реконструкция крепостной стены в Level Editor



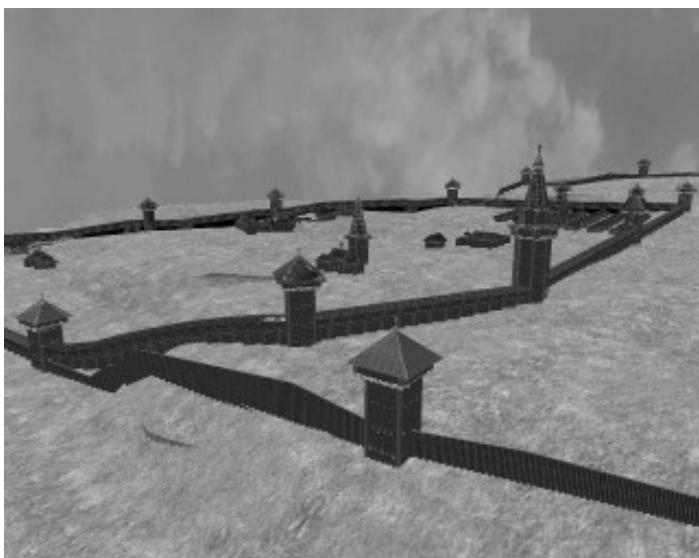
8. Окончательный рендеринг крепости.



9. Вид на крепость г. Тамбова со стороны острога



10. Реконструкция деревянных построек



11. Реконструкция колокольни, слобод



12. Реконструкция острога