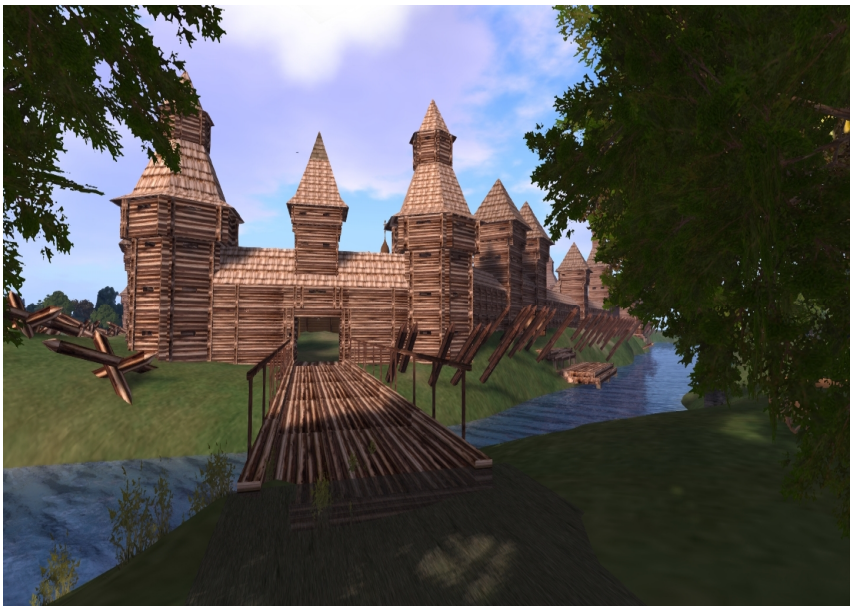
ВИРТУАЛЬНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ г. ТАМБОВА



Тамбов 2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССОИНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ г. ТАМБОВА

Монография

Тамбов 2015

УДК 54.058(075)
ББК Н76я73

Авторы:
В.А. Немтинов, А.А. Горелов, А.Б. Борисенко,
С.В. Трюфилькин, Ю.В. Немтинова

Виртуальная реконструкция центральной части г. Тамбова: монография / В.А. Немтинов [и др.] ; М-во обр. и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ТГТУ». Тамбов : Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2016. 84 с.

В книге отражены результаты, связанные с разработкой информационного ресурса, посвященного виртуальной реконструкции объектов центральной части г. Тамбова.
……..Предназначена для специалистов, занимающихся разработкой моделей культурно-исторического наследия, а также аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

УДК 54.058(075)
ББК Н76я73

© ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение …….. 4

Глава 1. Моделирование объектов культурно-исторического наследия ……..……. 5
1.1. Информационная модель объекта культурно-исторического наследия..... 5
1.2. Формирование информационной модели отдельных культурно-исторических объектов ……..……..... 8

Глава 2. Информационный анализ объектов культурного наследия с использованием ГИС-технологий …….. 16
2.1. Создание пространственной модели территории ……..…..... 17
2.2. Методика обработки данных объектов культурно-исторического наследия …….……..... 19

Глава 3. Информационный анализ видовых изображений объектов городской застройки на различных этапах ее развития…..... 28
1.1. Исторические аспекты развития видового изображения территории городской застройки ……..… 28
1.2. Компьютерные технологии при создании видовых изображений территории городской застройки…….……..... 31

Глава 4. Создание виртуальных 3D-реконструкций объектов историко-культурного наследия ……..… 38

Глава 5. Виртуальный музей……..... 72

Список литературы…….…… 81

ВВЕДЕНИЕ

Главными достопримечательностями любого города или посёлка, расположенного в России, являются его культурно-исторические центры. Они, в свою очередь, формируются из жилых зданий, помещений административных и торгово-развлекательных центров, объектов религиозного значения, учреждений образования, площадей и парков. Часто в структуру такого культурно-исторического центра входят мемориалы, памятники, исторические сооружения, а иногда и промышленные объекты, если с ними связаны какие-то исторические, или научно технические факты. В нашей стране подобные составляющие достопримечательных мест городских и поселковых застроек принято называть объектами культурно-исторического назначения.

Исследование подобных центров имеет разноплановые направления, начиная от простого туристического знакомства для лиц широкого круга, и до серьёзных научных разработок, связанных с образовательным процессом в подготовке будущих проектировщиков и эксплуатационников городского жилищного и административного хозяйства, а также будущих архитекторов, учителей и работников сферы регионоведения в различных её направлениях.

Какими бы не были цели и задачи исследований объектов культурно-исторического назначения (далее ОКН) их реализация возможна только с доведением до исследователей широкой информации, касающейся этих объектов. Именно эту цель мы поставили перед собой, приступая к научно-исследовательской работе по научному гранту РГНФ. Тема исследования «Виртуальный музей истории градостроительства центральной части города Тамбова», проект № 15-01-12012. Реализация указанной цели представляла собой системную, плановую научно-исследовательскую деятельность в нескольких направлениях. Некоторые из направлений работы можно было проводить только последовательно, а часть их выполнялась одновременно.

На первом этапе работы большое значение уделялось конкретному выбору самих объектов исследований, т.е. – определению соответствующих ОКН города Тамбова и сбора необходимой информации по ним для последующего включения ее в геоинформационный портал. На втором этапе большое внимание уделялось средствам создания компьютерных изображений пространственно-временных моделей ОКН.

Творческая группа, проводящая в настоящее время научно-исследовательскую работу по выше упомянутому гранту РГНФ, полностью состоит из преподавателей, аспирантов и студентов Тамбовского государственного технического университета. В неё входят специалисты по вопросам информационных технологий, краеведения и истории. Возглавляет творческий коллектив д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации В.А. Немтинов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках проекта создания информационных систем «Виртуальный музей истории градостроительства центральной части города Тамбова», проект № 15-01-12012.

Глава 1.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ

В настоящее время наиболее полное исследование объектов культурного и исторического наследия возможно только на основе многостороннего подхода с применением различных информационных потоков, затрагивающих не только зрительное содержание. Решить такую задачу можно средствами современных компьютерных технологий. В этом случае геоинформационные системы служат главной цели – построению виртуального зрительного образа объекта. Последний, в свою очередь, дополняется разнообразной атрибутивной информацией, что приводит к построению единого информационного пространства территории и его пространственно-временной модели (если, например, речь идет о мемориальных военно-исторических комплексах, достопримечательных местах, ансамблях и т.п.).

Такой подход, как показывает наш опыт, позволяет построить экскурсионный характер исследования объекта. При этом исследователь может самостоятельно выбрать маршрут экскурсии и двигаться по нему, зрительно изучая предмет исследования. Многочисленная и разноплановая информация об объекте может быть в любой момент востребована им из информационно-аналитической базы данных. Такой вариант может быть успешно использован в сети Интернета и послужить благой цели – знакомству и изучению объектов исторического и культурного наследия, расположенных на территории нашей страны.

Практическая реализация такого подхода в настоящее время невозможна без использования прикладных автоматизированных информационных систем (АИС), которые оперируют знаниями предметной области. При этом одним из основных элементов АИС являются модели объектов, входящих в состав той или иной культурной исторической группы и модели представления знаний об этих объектах.

1.1. Информационная модель объекта культурно-исторического наследия

Введем понятие информационной модели объекта для комплекса исторического и культурного наследия.

Определение. Информационной моделью объекта комплекса исторического и культурного наследия (реального объекта, процесса или события) называется формализованная совокупность знаний о нем, представленная в виде графовой структуры фреймов и включающая сведения о составе, свойствах комплекса и его элементах, а также способах задания значений и/или графического образа этих свойств.

Схема представления данных об информационной модели объекта O, описывающем комплекс культурно-исторического наследия, приведена на рис. 1.1.

$$O = \{St_o, S_o, Sp_o, M_o, M_o^g\}, \quad (1.1)$$

где St_o - фрейм, описывающий структурный состав физического объекта [1]; S_o - фрейм, описывающий свойства, характерные для всего объекта; Sp_o - множество способов задания свойств объекта; M_o - множество моделей, позволяющих определить значения свойств, характерных для всего объекта; M_o^g - множество моделей графических образов свойств, для которых он актуален (отдельные свойства могут не иметь графического образа).

При этом следует отметить, что:

$$s_{oi} = \{s_{oi}^{'}, z_{oit}^{'}, g_{oit}^{'}\}, i = \overline{1,N};\ t \in [0,T];$$

где $s_{oi}^{'}$, $z_{oit}^{'}$, $g_{oit}^{'}$ - соответственно наименование слота свойства s_{oi}, его значение и графический образ, N - количество свойств; T - время жизненного цикла объекта. Элементами множества Sp_o являются термы:

Sp_o = {"задается ЛПР", "задается ЛПР из списка",

"рассчитывается по модели", "описывается лингвистической моделью",

{"изображается графической моделью"}.

При этом следует отметить, что способы задания свойства в течение времени могут меняться. Элементами множества M_o являются модели для определения значений соответствующих свойств:

$$M_o = \{M_{o10}, \ ..., M_{oit}, ..., M_{oNT}\},$$

где M_{oit} - модель для определения значения i - го свойства объекта в t -ый момент времени. В связи с тем, что отдельное свойство может иметь числовое или строковое значение, то для его определения может быть использована либо математическая модель, определяющая значение свойства числом, либо лингвистическая модель, например модель концептуальной зависимости, определяющая значение свойства строкой символов.

Элементами множества M_o^g являются модели графических образов соответствующих свойств:

$$M_o^g = \{M_{o10}^g, \ ..., M_{oit}^g, ..., M_{oNT}^g\},$$

где M_{oit}^g - модель графического образа i - го свойства в t -ый момент времени

В свою очередь, каждый k - ый элемент сложного информационного объекта O может быть описать аналогичным (1) способом:

$$O_k = \{St_k, S_k, Sp_k, M_k, M_k^g\}, k = \overline{1,K};$$

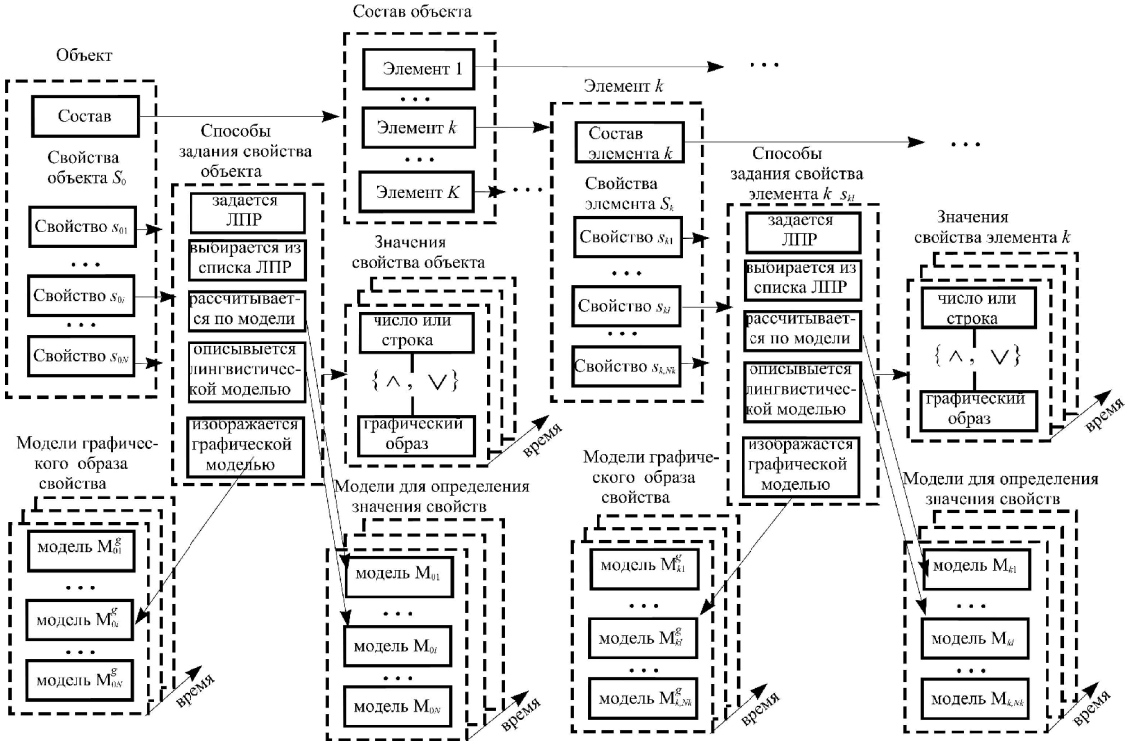


Рис. 1.1 Схема представления знаний об объекте культурно-исторического значения

где St_k - фрейм, описывающий структурный состав k - го элемента информационного объекта; S_k - фрейм, описывающий свойства, характерные для k - го элемента объекта; Sp_k - множество способов задания свойств k - го элемента объекта; M_k - множество моделей, позволяющих определить значения свойств, характерных для k - го элемента объекта; M_k^g - множество моделей графических образов свойств k - го элемента объекта, для которых он актуален (отдельные свойства могут не иметь графического образа).

$$s_{ki} = \{s_{ki}^{'}, z_{kit}^{'}, g_{kit}^{'}\}, i = \overline{1, N_k};\ t \in [0, T];$$

где $s_{ki}^{'}$, $z_{kit}^{'}$, $g_{kit}^{'}$ - соответственно наименование слота свойства s_{ki} k - го элемента объекта, его значение и графический образ, N_k - количество свойств k - го элемента объекта; T - время жизненного цикла объекта.

Элементами множества Sp_k являются такие же термы, как и для Sp_o.

Для l - го свойства k - го элемента объекта, значение которого определяется в результате использования аналитической или информационно-логической модели, предлагается модель M_{klt}:

$$M_k = \{M_{k10}, \ ..., \ M_{klt}, ..., M_{kN_kT}\}.$$

Для l - го свойства k - го элемента объекта, которое имеет графический образ, предлагается модель M_{klt}^g, реализованная на интервале времени $[0, T]$:

$$M_k^g = \{M_{k10}^g, \ ..., \ M_{klt}^g, ..., M_{kN_kT}^g\}.$$

Следует отметить, что информационный объект O и множество $O_k \Big| k = \overline{1, K}$ (элементов объекта O) имеют аналогичную структуру. В связи этим можно говорить о шаблоне для описания информационной модели объекта или его элементов.

1.2. Формирование информационной модели отдельных культурно-исторических объектов

Реализацию информационной модели рассмотрим на примере:

- комплекса зданий (участка городской застройки), расположенного в городе Тамбове на углу улиц Советской и Коммунальной;
- Соборной площади в Тамбове.

Формирование информационной модели объекта – «Корпус технологического института Тамбовского государственного технического университета». В разные годы на протяжении последних 180-ти лет корпуса этого участка городской застройки предназначались для проведения в них учебно-образовательных процессов. В настоящее время все учебные корпуса рассматри-

ваемого объекта являются структурными подразделениями Тамбовского государственного технического университета (ТГТУ). Состав этого подразделения включает в себя следующие элементы (см. рис. 1.1): корпус технологического института (элемент 1), корпус кафедры автоматизированных систем и приборов (элемент 2), корпус кафедры информационных технологий в проектировании (элемент 3), кафе «Меридиан» (элемент 4), подсобные помещения (элемент 5). В свою очередь каждый из выше перечисленных элементов подразделения ТГТУ распадается на отдельные подэлементы, которые в верхней части схемы (см. рис. 1) обозначены как «элемент *k*». Например, в корпусе технологического института размещается деканат заочного факультета, деканат факультета технической кибернетики и т. д. Это и будет являться фреймом, описывающим структурный состав объекта:

$St_{o,\text{"настоящее время"}}$ = {"корпус технологического института",
"корпус кафедры автоматизированных систем и приборов",
"корпус кафедры информационных технологий в проектировании",
"кафе Меридиан", "подсобные помещения"}.

Модели графических образов элементов представлены на рис. 1.2. – рис. 1.5.

В качестве основного свойства рассматриваемого объекта культурно-исторического значения, как отмечалось выше, принимается его основное функциональное назначение – учебно-образовательный процесс. Это свойство действительно соответствует всем элементам объекта и тем самым объединяет их. Значение этого свойства на протяжении рассматриваемого периода времени менялось. В частности, в период с 1825 по 1918 годы в зданиях рассматриваемого объекта проводилась гимназическая форма образования, с 1921 по 1958 годы учебный процесс соответствовал средне-специальной форме образования, в третий временной период (с 1958 г. по наши дни) учебно-образовательный процесс ведется в форме высшего технического образования.

Каждое из выше перечисленных свойств обладает своими специфическими способами задания, по-другому говоря, отличается, и это отличие, прежде всего, просматривается в учебных программах. Однако и последние не являются постоянно стабильными и имеют значительные расхождения, которые в те или иные годы диктовались политическими и экономическими особенностями. Принимая это во внимание, можно на этом построить модель для определения значения свойств. В качестве примера рассмотрим значения свойства "направления деятельности" для разных периодов времени, представленные лингвистической моделью:

$M_{o,\text{"направления деятельности", "1880–}e\text{ годы"}}$ = {"организация и проведение учебного процесса",
"жилищная функция", "проведение церковныхх служб", "библиотечная деятельность",
"социальная служба питания","медицинское обслуживание", "дополнительные
спортивные занятия", "культурно – просветительная деятельность"};

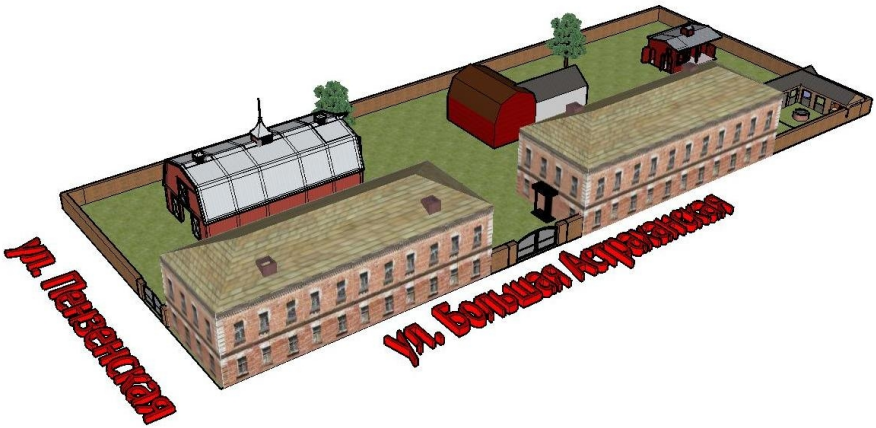


Рис. 1.2. 3D- вид модели комплекса зданий территории Тамбовской мужской гимназии (1825 – 1865 г.г.)

Рис. 1.3. 3D- вид модели комплекса зданий территории Тамбовской мужской гимназии (70-е - 80-е годы XIX века)

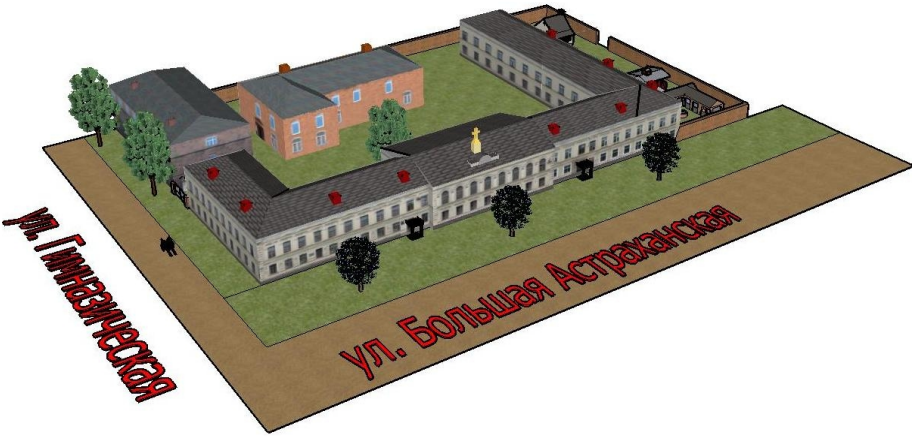


Рис.1.4. 3D- вид модели комплекса зданий территории Тамбовской мужской гимназии (начало XX века)

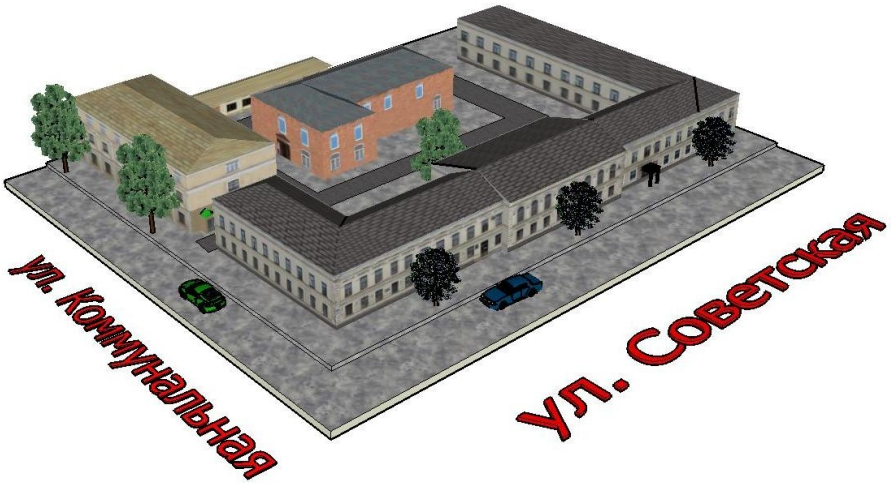


Рис. 1.5. 3D- вид модели комплекса зданий территории Тамбовского государственного технического университета (начало XXI века)

$M_{o,\text{"направления деятельности"},\text{"начало XX века"}}$ = {"организация и проведение учебного процесса", "жилищная функция", "проведение церковных служб", "библиотечная деятельность", "социальная служба питания", "медицинское обслуживание", "дополнительные спортивные занятия", "культурно – просветительная деятельность", "деятельность воскресной школы для жителей города", патронажная деятельность учителей по вопросам работы других учебных заведений губернии", "организация религиозных служб для гимназистов и учителей не православного вероисповедания"}.

Значения свойств "общая численность учащихся" и "численность учащихся не православного вероисповедания" в различные периоды времени (от 1825 г. до 1913 г.) задаются регрессионными моделями, информация о которых приведена на рис. 1.6.

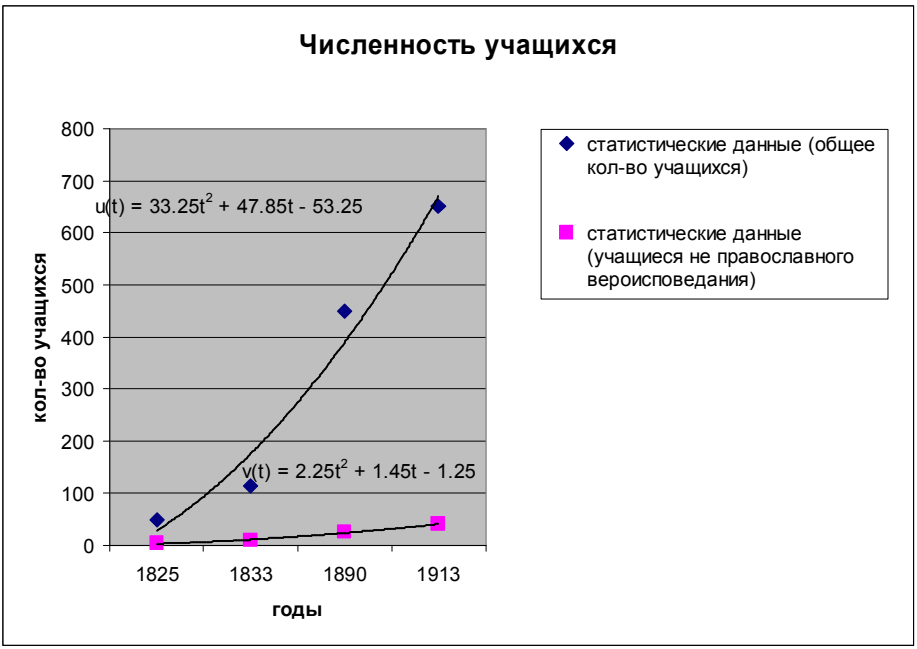


Рис. 1.6. Функциональная зависимость изменения численности учащихся Тамбовской губернской мужской гимназии

В ряде случаев при определении значений отдельных свойств, отражающих показатели исторического и культурного развития объекта, в особенности для исторического периода до 1900 года, имеется информация из различных источников, которая может быть описана не числами, а словами естественного языка, которые в теории нечетких множеств называются термами. В этом случае для

отображения лингвистической переменной необходимо определить четкие значения ее термов. Для решения этой задачи авторами использован подход, описанный в работе [2].

Формирование информационной модели объекта – «Соборная площадь в Тамбове»

Рассмотрим формирование информационной модели объекта культурно-исторического наследия на примере Соборной площади города Тамбова.

Тамбов был основан в 1636 году как важное в военном назначении укрепленное поселение на южной границе России. Первые 70 – 80 лет оно обладало доминирующей военно-стратегической функцией. В то же время на территории крепости «Тамбов» развивалось жилищное строительство, целью которого было формирование зоны жилой застройки для ее защитников. Таким образом, Тамбов с первых лет своего существования развивался не только как военно-оборонительный объект, но и как будущий город со всеми присущими ему чертами. Сочетание таких функций выводило это военное поселение в категорию городов-крепостей. Для поселений такого типа основополагающими объектами являлись площади. Последние, как правило, возникали в непосредственной близости от объектов культового назначения.

История зарождения города Тамбова является полным подтверждением отмеченного факта. С момента образования города в нем появилась площадь, которая поменяла за свою историю много наименований, но сегодня она носит свое историческое название – Соборная площадь.

Структурными составляющими информационной модели рассматриваемого объекта можно принять следующие позиции:

- мемориальный комплекс «Вечный огонь», расположенный в центре площади;
- сквер вокруг мемориального комплекса (его газоны, цветники);
- пешеходные дорожки и аллеи, расположенные в сквере и с южной стороны площади;
- дороги для движения транспорта по периметру площади и в непосредственной близости к ней;
- здания культового назначения и объекты, относящиеся к нему;
- здания жилого назначения;
- здания, относящиеся к организациям городского муниципалитета;
- строительные площадки;
- здания и помещения предприятий торговли.

Каждую из отмеченных позиций будем называть «элементом» с соответствующим номером (от 1 до 9). В свою очередь, все они распадаются на отдельные подэлементы. Например, мемориальный комплекс состоит из собственно мемориала «Вечный огонь» и памятного знака, посвященного тамбовчанам – Героям Советского Союза. Сквер, опоясывающий мемориал, можно разделить на газоны с кустарником, газоны с высокими деревьями, цветники с декоративными украшениями. Пешеходные дорожки разделяются на кольцевые и ради-

альные. Эти примеры можно было бы продолжить и для других элементов рассматриваемого информационного объекта комплекса исторического и культурного наследия. Каждый отдельный подэлемент обозначается индивидуальным индексом «*k*» и входит в структуру формируемой модели с маркировкой «подэлемент *k*» .

Совокупность «элементов» и «подэлементов» будет являться фреймом, описывающим структурный состав исследуемого объекта, который ранее был обозначен *St.*

Далее следует рассматривать последовательность фреймов в соответствии с дискретной системой самого ретроспективного анализа, начиная от настоящего времени и до момента возникновения крепости «Тамбов».

Моделями графических образов элементов (*M*) могут послужить чертежи, представляющие плановые изображения территории рассматриваемой Соборной площади. В оптимальном варианте плановые проекции можно заменить аксонометрическими изображениями, на которых все объекты, находящиеся на площади, следует вычертить в зенитной изометрии. Эти графические образы нужно выполнить также, как упомянутые выше фреймы, для каждого дискретного шага в соответствии с ретроспективным анализом. В качестве примера на рис.1.7 представлен 3D-вид модели объекта, разработанный авторами.

В качестве основного свойства рассматриваемого объекта культурно-исторического значения (в нашем случае – Соборная площадь в Тамбове) можно принять такой геометрический параметр как площадь территории исследуемого участка городской застройки. Этот параметр не был неизменным и на протяжении всех 375 лет существования города границы площади многократно менялись, что влекло за собой изменение ее геометрической величины. С другой стороны именно площадь территории, как геометрическая величина, всегда (для любого исторического периода) может быть подсчитана простейшим образом, если известны ее границы. Определение последних из архивных материалов или других информационных источников является основной задачей ретроспективного анализа. Рассчитанная для различных временных периодов площадь, является обобщающим фактором в формировании модели и единственной ее качественной характеристикой. Этот фактор – геометрическая площадь - можно принять в качестве фрейма *S*.

В свою очередь, такое свойство как геометрическая площадь исследуемого объекта культурно-исторического значения правомочно рассматривать в зависимости с характеристикой того или иного исторического периода. Например, образ Соборной площади в качестве мемориала возник в 1970-м году и был вызван данью памяти о тех сотнях тысяч тамбовчан, которые погибли на фронтах Великой Отечественной войны. С указанного года площадь данного участка городской территории сократилась за счет расширения зеленой зоны вокруг построенного мемориала. Еще раньше (в начале 50-х годов прошлого века) территория Соборной площади заметно уменьшилась за счет того, что на ней был разбит сквер. Это происходило в эпоху послевоенных преобразований и являлось характерной чертой того времени. В 1914 году территория Соборной площади

наоборот была увеличена из-за того, что с восточной ее стороны была присоединена площадка, на которой оборудовали Питиримовский источник со святой водой. Тот период времени был связан с событиями, происходившими в Тамбове по случаю канонизации епископа Питирима и отражали расцвет Православной религии. Перечень таких примеров можно продолжать.

Характеристики элементов объекта, относящиеся к различным историческим периодам, очень часто могут быть представлены не в числовом, а только в текстовом варианте. Сравнительную их оценку можно получить, используя подход, описанный в работе [2].

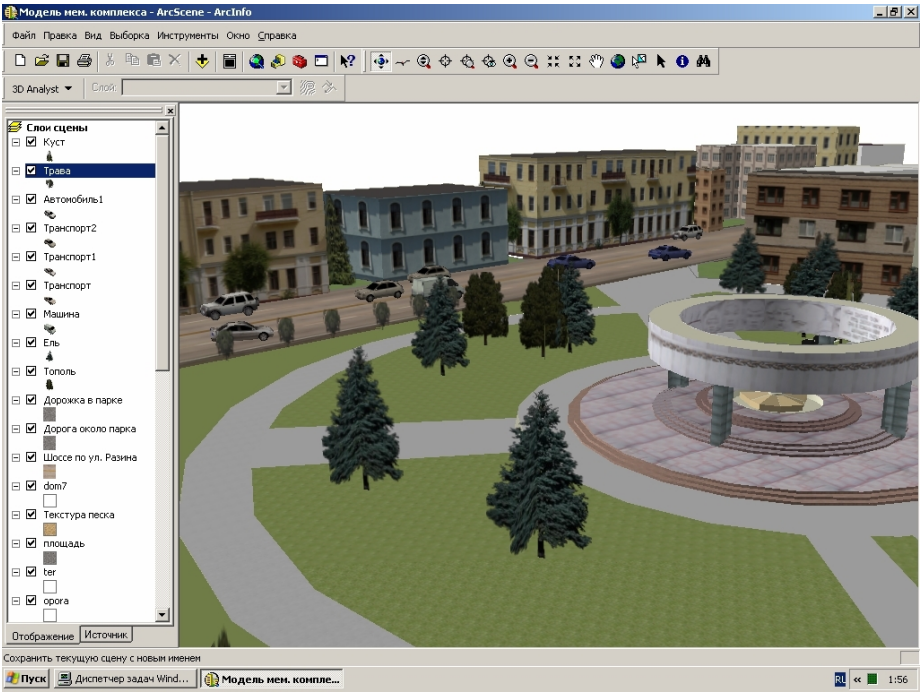


Рис. 1.7. Фрагмент 3D-вида модели Соборной площади в г. Тамбове

Заключение. Предложенная авторами информационная модель объекта для комплекса исторического и культурного наследия, представленная в виде графовой структуры фреймов и включающая сведения о составе, свойствах системы и ее элементов, а также способах задания значений этих свойств, позволяет специалисту систематизировать всю информацию о реальном объекте, упорядочить ее хранение на электронных носителях и обеспечить эффективную обработку.

Глава 2.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В соответствии с Федеральным законом «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» [3] одной из основных задач является: сопровождение единого государственного реестра объектов культурного наследия народов РФ. Реестр представляет собой государственную информационную систему, включающую в себя банк данных, единство и сопоставимость которых обеспечиваются за счет общих принципов формирования, методов и формы ведения реестра. Сведения, содержащиеся в реестре, являются основными источниками информации об объектах культурного наследия и их территориях, а также о зонах охраны объектов культурного наследия при формировании и ведении государственного земельного кадастра, государственного градостроительного кадастра, иных информационных систем или банков данных, использующих (учитывающих) данную информацию. В соответствии со статьей 16 закона [3], реестр формируется посредством включения в него объектов культурного наследия, в отношении которых было принято решение о включении их в реестр, а также посредством исключения из реестра объектов культурного наследия, в отношении которых было принято решение об исключении их из реестра.

К сожалению, многие объекты малых и средних городов, которые представляют значительный культурно-исторический интерес, не включены в государственный реестр. Другие объекты значимы только в масштабе региона или города. К тому же, информация о многих объектах меняется с течением времени.

Все это приводит к необходимости создания информационных систем, с помощью которых можно было бы:

- создать пространственную модель (ПМ) города, содержащую в максимально возможном объеме информацию обо всех объектах города;
- разработать прикладное программное обеспечение, позволяющее проводить ретроспективный анализ изменений состояния, как отдельных объектов, так и различных их групп.

В качестве базовой информационной системы, используемой для решения задач анализа состояния объектов культурного наследия малых и средних городов России следует использовать географическую информационную систему (ГИС). Эта система обеспечивает хранение и отображение в графической форме объектов, имеющих определенное положение на местности. Для каждого объекта в базе данных хранятся его координаты, размеры, правила отображения, наименование и код для связи с другими базами данных, содержащими дополнительную информацию об объекте. Инструментальная ГИС включает средства

создания и редактирования новых тематических слоев, отдельных объектов, выборочной визуализации слоев, измерений и расчетов на модели, средства программирования новых аналитических задач. В ней решены также проблемы ввода и цифрового кодирования изображений непосредственно от первичного источника визуальных данных, проблемы векторизации растровых изображений, совмещения слоев пространственной модели в единой координатной системе и т.д.

Большинство современных ГИС имеют средства трехмерного моделирования. С их помощью можно выявить и детально рассмотреть все основные черты и особенности взаимодействия и взаимосвязей между отдельными объектами города, как в пространственном, так и временном разрезах.

2.1. Создание пространственной модели территории

При создании цифровой пространственной модели территории города целесообразно использовать декартову систему координат. Для описания различных объектов можно использовать растровые и векторные модели данных [4]. При чем растровую модель следует использовать в качестве первичных данных всего информационного массива сведений об объекте.

В зависимости от сложности формы объекта, для его описания может быть использован тот или иной графический примитив.

Точечные объекты – это объекты, каждый из которых расположен только в одной точке пространства. Линейные объекты представляются как одномерные в координатном пространстве. Полигональные (площадные) объекты – это объекты, проекции которых на координатную плоскость xoy представляет собой области, аппроксимируемые многоугольниками. Так, например, различные здания задаются в форме параллелепипедов или цилиндров:

$$O_i = xp_i \cdot yp_i \cdot zp_i,\ O_j = \pi \cdot xd_i^2 \cdot zp_{i,}\ \ i, j \in [1,...N],$$

где xp_i, yp_i, zp_i, xd_i - соответственно размеры объекта по каждой оси, (xd_i - для объектов, проекция которых на плоскость задана в виде окружности); N - количество объектов.

Для представления поверхностей чаще всего используется модель, называемая нерегулярной триангуляционной сетью (triangulated irregular network (TIN)) [4].

Помимо данных о геометрической форме объекта, каждый из них может быть снабжен разнообразной атрибутивной информацией, хранящейся либо как отдельные таблицы внутри одной базы данных, либо как самостоятельные наборы данных, связанные набором указателей и объединенных в банке геоданных.

Таким образом, каждая t_i-ая точка ПМ города может быть представлена следующим образом:

$$t_i = \left\{x_i, y_i, z_i, v_j, u_{jk}, \overline{a}_i\right\},\ i \in \Delta;,$$

где x_i, y_i, z_i - координаты t_i, Δ - множество точек ПМ города; v_j - тип объекта определенного назначения, которому принадлежит t_i, $v_j \in V$; V - множество типов объектов, входящих в ПМ города; u_{jk} - k-ый объект v_j-го типа, $u_{jk} \in U_j$; U_j - множество объектов типа v_j; $\overline{a_i}$ - множество атрибутивных данных об u_{jk} -ом объекте, имеющим отношение к t_i -ой точке ПМ города.

На рис. 2.1 приведена типовая структура банка данных, содержащего информацию ПМ города с соответствующими типами файлов для их хранения, которая используется при создании информационной системы.

Для решения задач анализа состояния объектов культурного наследия города Тамбова создана цифровая ПМ, включающая в себя все основные объекты, которые когда-то были размещены в границах современной городской черты. Тамбов за свою почти 380-летнюю историю прошел этапы становления, начиная от города – крепости на южных рубежах Государства Московского до областного центра Тамбовской области.

Для г. Тамбова элементами пространственной модели являются: отображение рельефа местности и подземных горизонтов с их геологическими и гидрогеологическими характеристиками; рукотворные объекты различного назначения; естественные зеленые массивы (леса, рощи, луга); природные водные объекты (озера, участок реки Цны и ее притоки). В качестве базовых источников данных при построении пространственной модели были использованы:

- растровое изображение ситуационного плана города;
- атрибутивная информация об объектах различного назначения, собранная А.А.Гореловым, Ю.К. Щукиным [5] и авторами за длительный период времени.

При построении ПМ города с использованием ГИС-технологий объекты различного назначения представляются в виде совокупностей тематических слоев и связанных с ними атрибутивных данных в табличной форме и текстовой форме, схематично представленных на рис. 2.2.

Общую стратегию моделирования и создания фотореалистичных изображений фасадов многих объектов в ПМ г. Тамбова можно представить в виде схемы, представленной на рис. 2.3. Использование фотореалистичных текстур является важным моментом при создании городских 3D-моделей. В пользу их применения можно привести несколько значимых аргументов:

- фотореалистичное текстурирование, примененное к 3D- моделям, дает наиболее близкое к действительности отображение окружающего мира;
- текстура содержит информацию, отсутствующую в геометрической модели, например, детали и материалы, из которых сделана отображаемая поверхность.

Визуализация ПМ города Тамбова представлена на рис. 2.4, а ее фрагмент 3D-вида - на рис. 2.5.

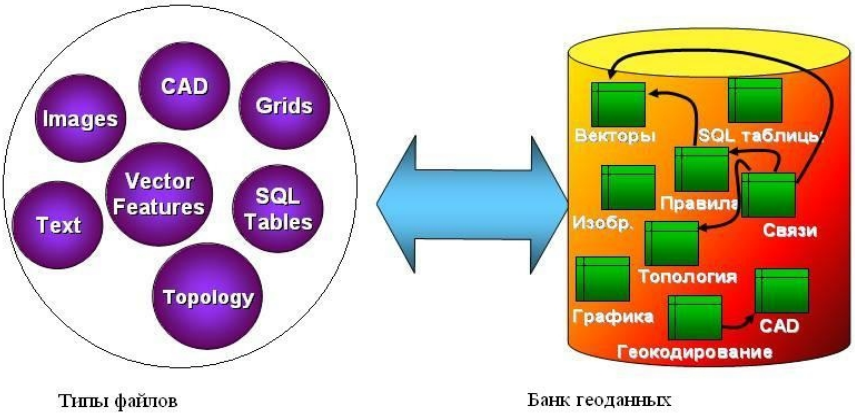


Рис. 2.1. Стандарт хранения данных в ГИС

При разработке информационной системы в качестве базового программного обеспечения нами была использована ArcGIS корпорации ESRI версии 10.0.

2.2. Методика обработки данных объектов культурно-исторического наследия

Для проведения ретроспективного анализа изменения показателей, присущих объектам культурного наследия и по которым можно судить о динамике развития различных сфер жизнедеятельности города, рассмотрим следующий подход. Он позволит получить усредненную информацию о количественном значении отдельного показателя, отнесенного к определенному временному периоду развития города.

Пусть $P = \left(p_m \middle| m = \overline{1, M}\right)$ - множество типов изданий, являющихся источниками информации: публицистические; художественные; культурно-просветительные; учебные, образовательные; научные; научно-производственные; издания органов исполнительной власти и т.п. Из каждого m -го типа издания может быть извлечена информация о значении показателя, которая очень часто носит нечеткий характер. Например, в 1861 году численность населения г. Тамбова составляла по различным источникам: около 32000 [5], около 34000 [5], от 32000 до 33000 [5] человек.

В подобных случаях наиболее оправданно использование математического аппарата экспертных систем в качестве систем поддержки принятия решений.

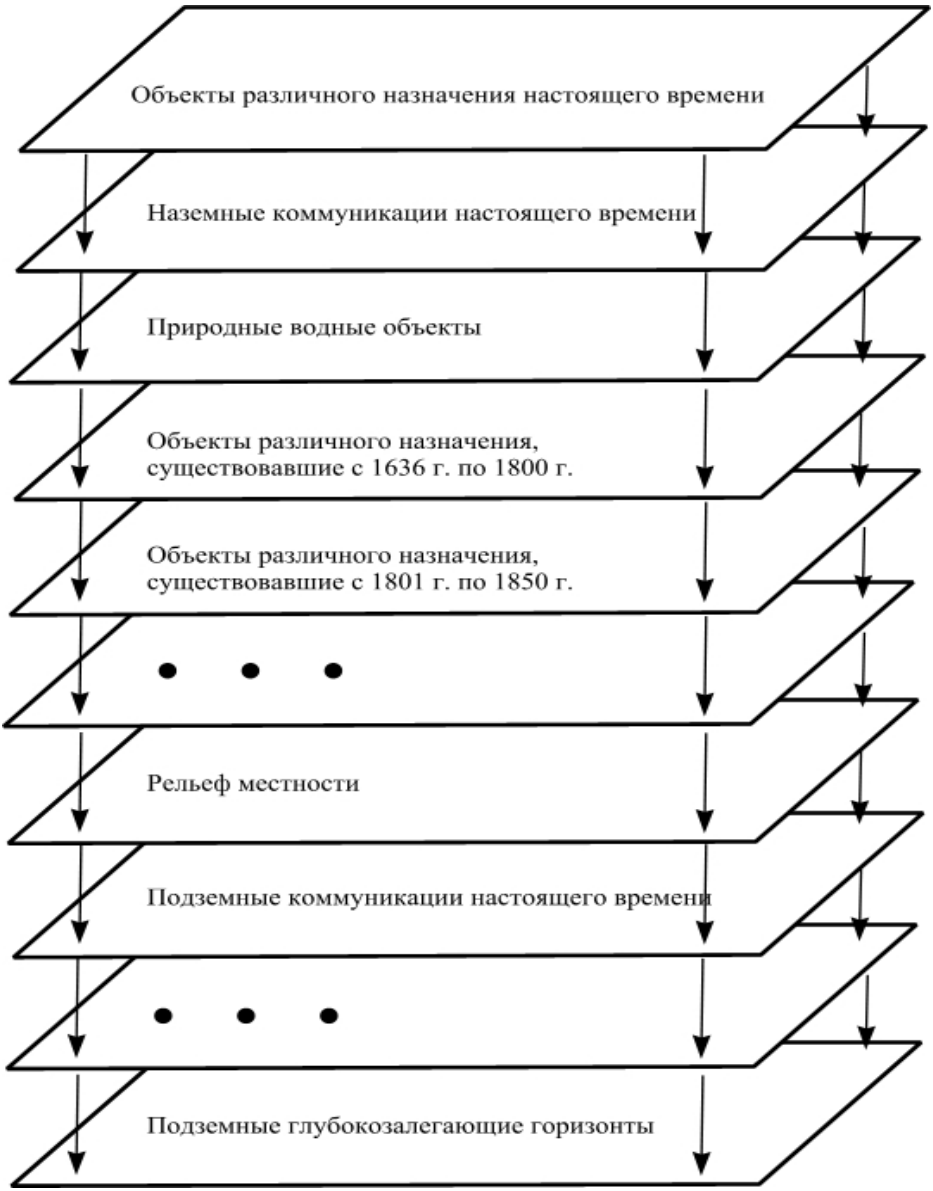


Рис. 2.2. Схема представления данных об объектах города в виде совокупностей тематических слоев

Рис. 2.3. Стратегия создания фотореалистичной 3D-модели города

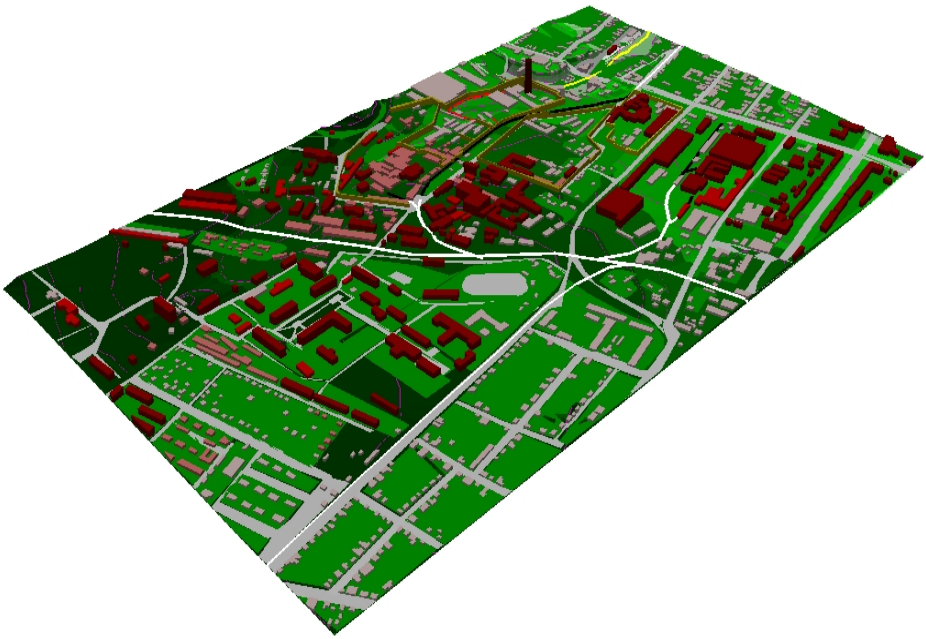


Рис. 2.4. Фрагмент 3D- вида ПМ города Тамбова

Подобные системы способны аккумулировать знания, полученные человеком в различных областях деятельности. С их помощью удается решить многие задачи, в том числе и задачи анализа.

Представим имеющуюся нечеткую информацию посредством функций принадлежности. В настоящее время сформировалось понятие о так называемых стандартных функциях принадлежности: Л-функции, П-функции, Z-функции, S-функции. Для отображения информации подобной той, которая приведена выше целесообразно использовать Л- и П-функции, вид которых представлен на рис. 2.6.

При переходе от нечетких значений величин к вполне определенным необходимы специальные математические методы. Для устранения нечеткости окончательного результата существует несколько методов дефазификации. Наиболее часто используемым является метод центра максимума. Рассмотрим его применительно к нашей задаче.

Для тех значений показателя y, которые описаны Л-функцией в качестве центра максимума будем использовать величину y^*_{mj}, а при использовании П-функции - $y^*_{mj} = \left(y^в_{mj} + y^н_{mj}\right)/2$ (см. рис. 2.6). Взвешенное значение y_m для m-го типа изданий определим по формуле

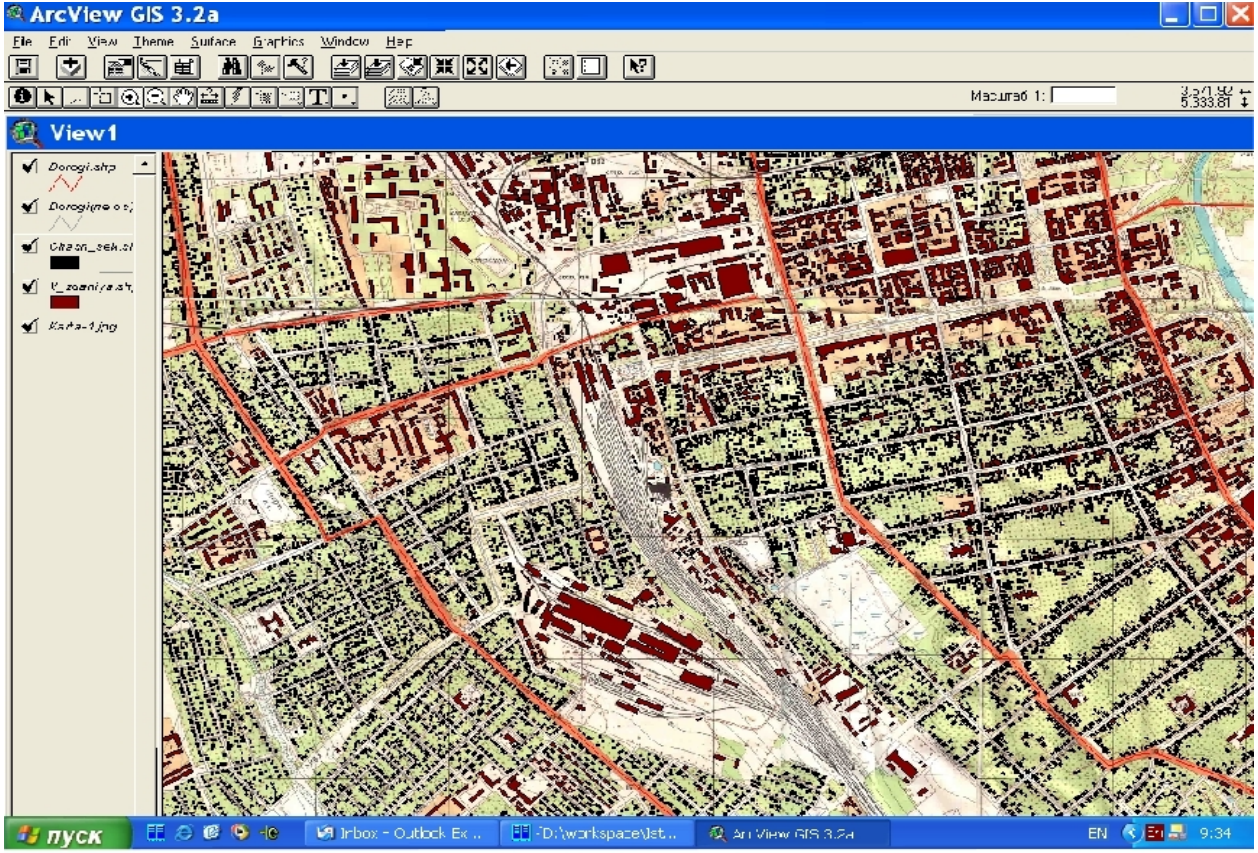


Рис. 2.5. Визуализация пространственной модели г. Тамбова

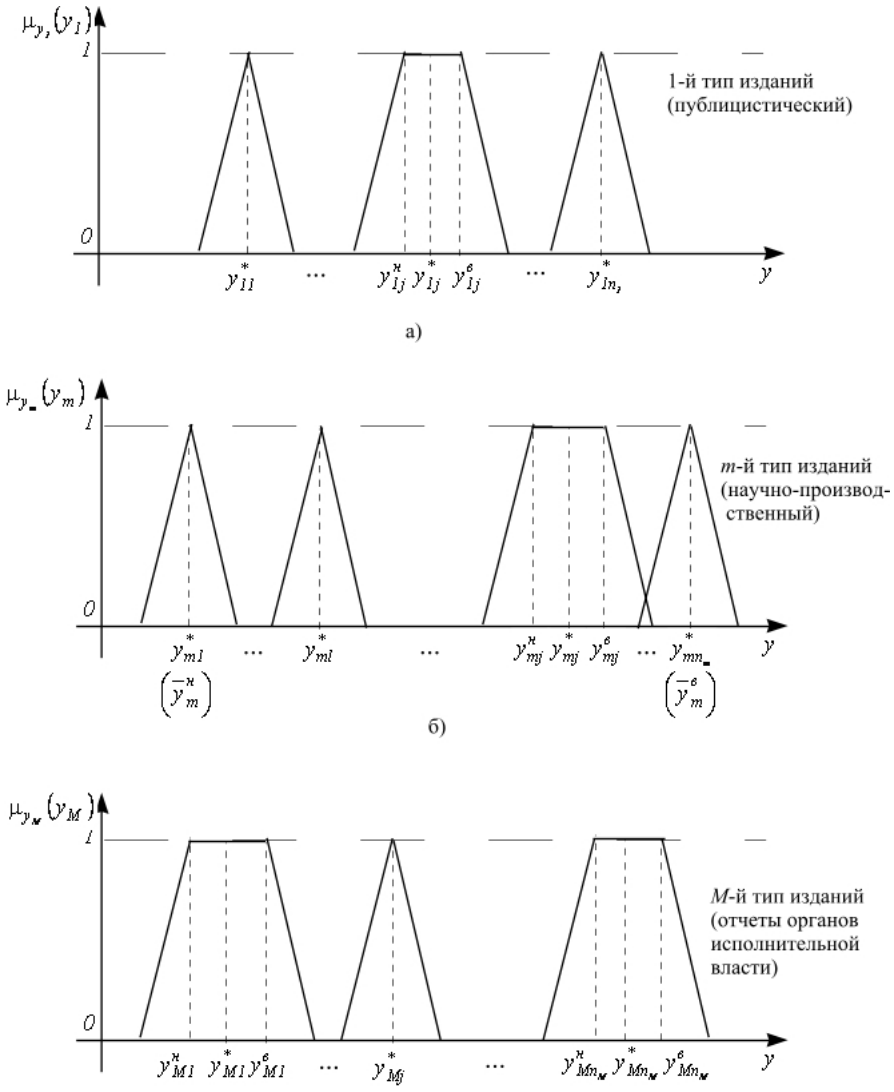


Рис. 2.6. Дефазификация нечеткой информации при выполнении ретроспективного анализа

$$y_m = \frac{\sum_{j=1}^{n_m} \rho_{mj} y^*_{mj}}{\sum_{j=1}^{n_m} \rho_{mj}}, \qquad (2.1)$$

где ρ_{mj} - коэффициент достоверности информации j-го источника для m-го типа.

Примем:

$$\rho_{mj} = 1 \text{ при использовании Л-функции,} \qquad (2.2)$$

$$\rho_{mj} = \frac{y^{в}_{mj} - y^{н}_{mj}}{\overline{y}^{в}_{m} - \overline{y}^{н}_{m}} \text{ - для П-функции,} \qquad (2.3)$$

где $\overline{y}^{н}_{m}$, $\overline{y}^{в}_{m}$ - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона возможного изменения показателя y (см. рис. 2.6б).

В конечном итоге взвешенное значение y по данным всех типов изданий получим по формуле

$$y = \frac{\sum_{m=1}^{M} \overline{\rho}_m y_m}{\sum_{m=1}^{M} \overline{\rho}_m}, \qquad (2.4)$$

где $\overline{\rho}_m$ - коэффициент достоверности информации для m-го типа изданий. Целесообразность введения этого коэффициента объясняется тем, что в разные периоды исторического развития России различные источники информации в силу разных причин искажали точную информацию. Исходя из современных представлений о достоверности информации того или иного периода развития России, значение $\overline{\rho}_m$ задается группой экспертов. Наиболее эффективными подходами к определению $\overline{\rho}_m$ являются методы ранжирования и приписывания баллов [6].

Метод приписывания баллов основан на том, что эксперты оценивают достоверность m-го типа издания по шкале 0-10. При этом им разрешается оценивать важность дробными величинами или разным типам изданий приписывать одну и ту же величину из выбранной шкалы. Зная балл h^r_m m-го типа у r-го эксперта, весовые коэффициенты ρ_m, $m = \overline{1, M}$ можно найти из соотношения:

$$\overline{\rho}_m = \frac{\sum_{r=1}^{R} \chi_m^r}{\sum_m \sum_{r=1}^{l} \chi_i^r}, \; m = \overline{1, M}, \tag{2.5}$$

где $\chi_m^r = \frac{h_i^r}{\sum_m h_m^r}$, $m = \overline{1, M}$ - вес, подсчитанный для m-типа издания на основе оценок r-го эксперта; R - количество экспертов.

При оценке отдельных показателей культурного развития города, в особенности для исторического периода до 1900 года имеется информация из различных источников, которая может быть описана не числами, а словами естественного языка, которые в теории нечетких множеств называются термами [6]. В таком случае значением лингвистической переменной, например, «количество учеников» являются термы «немного», «много» и т. д. Для отображения лингвистической переменной необходимо определить четкие значения ее термов. В этом случае группа экспертов сама определяет конкретный вид функций принадлежности, учитывая при этом какие-то другие показатели, по которым могут быть заданы значения $y_{mj}^{н}$ и $y_{mj}^{в}$ для j-го источника m-го типа издания. Дефазификация нечеткого значения показателя осуществляется тем же методом (2.1) – (2.4).

Таким образом, получив множество взвешенных значений показателя y, отнесенных к разным периодам культурного развития города, используя метод наименьших квадратов можно аппроксимировать табличные данные с помощью одной из известных зависимостей (полиномиальной, степенной и т.п.) и оценить динамику его изменения.

В настоящее время авторами проводится работа по заполнению информационной базы данных и получению различных обобщенных сведений. Только наземных объектов, существующих в настоящее время, в базе содержится более 40000.

На основе имеющихся в настоящее время данных в качестве примера проанализируем динамику изменения численности населения с периода середины 17 века по 2003 год. Результаты анализа представлены на рис. 2.7.

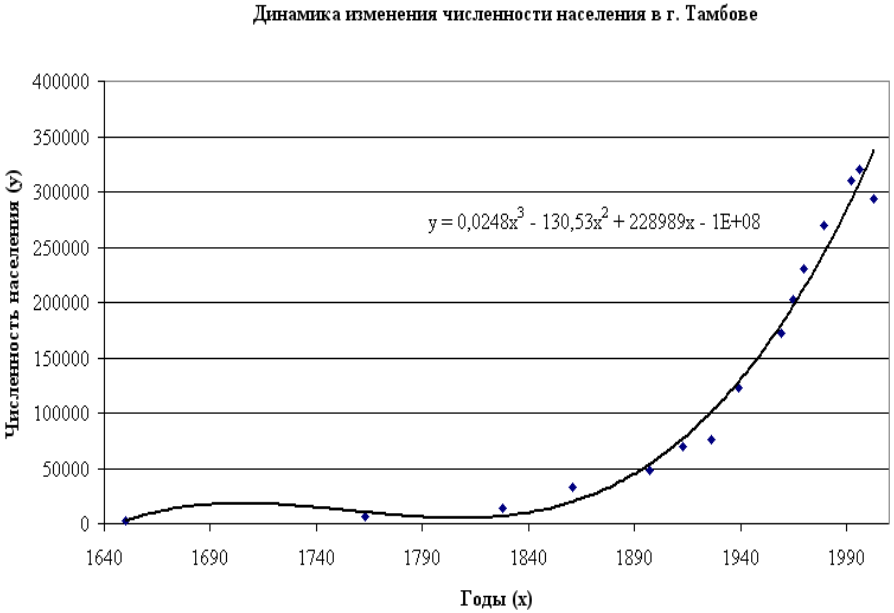


Рис. 2.7. Изменение численности населения в г.Тамбове с середины 17 века по 2003 год

Заключение. Предложен подход к созданию информационной системы, позволяющей выполнить ретроспективный анализ изменений различных показателей объектов культурного наследия г.Тамбова за определенные временные отрезки. В перспективе он может быть рекомендован к использованию при создании информационных систем для других городов.

Глава 3.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ВИДОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЕЕ РАЗВИТИЯ

3.1. Исторические аспекты развития видового изображения территории городской застройки

Большое значение в процессе принятия решений по размещению объектов на территории муниципального образования имеет предварительный анализ застроечной ситуации по видовому изображению. В качестве последнего чаще всего применяют карты, на которых представлен план рассматриваемого участка. Бесспорно, такой подход в принятии решения об изменениях в застройке того или иного участка насчитывает в градостроительной практике сотни и даже тысячи лет. Именно такой процесс позволяет выявлять суть и все особенности рассматриваемого участка застройки, и принимать решения о его последующем изменении. С незапамятных времён человек научился сначала выполнять план местности, на которой предполагал произвести застройку, а потом видовое плановое изображение самого объекта застройки. Следующим шагом в этом процессе было совмещение полученных изображений. В результате древние зодчие, а позже те, кого стали называть градопроектировщиками, создали видовой документ, который со временем приобрёл значение строительного плана. Последующие его разработки и совершенствования привели к появлению генерального плана. Именно этот видовой градостроительный документ, изготовленный с применением точного масштабирования, приобрёл самое большое значение в решении вопросов об изменениях в городской застройке.

Однако в широкой практической деятельности плановые проекции и схемы застройки местности понятны далеко не всем. Чаще всего человек, который не был в достаточной мере обучен пониманию и грамотному прочтению чертежей, не может в должной степени разобраться в них. Даже консультации, которые он получает при этом со стороны специалистов, далеко не всегда приносят желаемый результат. Это происходит по той причине, что большинство неподготовленных людей, не обладают необходимым пространственным воображением, позволяющим перейти от изучения видового планового изображения объекта к его реальному представлению в пространстве. Такая проблема не нова, но в последние годы она стала заметно возрастать. В постсоветский период в городах и сёлах Российской Федерации появилось много индивидуальных застройщиков. В основном это люди, которые в силу своей профессиональной деятельности и полученного образования не в состоянии разобраться без помощи специалистов в строительных документах видового характера. С этой проблемой в последние годы всё чаще встречаются архитекторы, занимающиеся вопросами проектиро-

вания индивидуальной застройки, и даже строители, которые от индивидуальных заказчиков получают претензии уже на стадии строительства. Последние, чаще всего, возникают из-за неправильного или неполного понимания планировочных документов самими заказчиками.

С другой стороны в условиях современной гласности различные вопросы, связанные с градостроительством, получившие широкий размах в средствах массовых информаций, привлекают всё большее количество людей. Дальнейшее развитие отдельных микрорайонов, как жилых, так и промышленных зон, и городов в целом, становится неотъемлемой заботой подавляющего числа горожан. И в этом вопросе среди многочисленных вариантов информационного характера приоритет остаётся за материалами изобразительных направлений. Среди них наиболее востребованными, конечно, являются всевозможные макеты, изучение которых не требует навыков абстрагирования и специальных знаний. Однако макеты и модели менее доступны, из-за того, что демонстрация их возможна только на специально оборудованных для зрителей площадках. Большим спросом в связи с этим пользуются, распространяемые массовыми печатными тиражами видовые плановые изображения участков существующих городских застроек, или проектов, предлагаемых к реализации. В таком случае мы вновь возвращаемся к проблеме недостаточного для понимания большинством людей информационных материалов видового характера в виде планов, карт и схем.

В истории известны многочисленные примеры попыток решения этой проблемы. В отечественной практике ещё в начале 17-го века применялись чертежи, которые больше напоминали рисунки, поскольку были выполнены без применения чертёжных инструментов, изображавшие плановые проекции Москвы. На них древние зодчие стремились разными изобразительными приёмами обогатить план, придать ему большую наглядность. Таковыми являются «годуновский» план Москвы, или «Петров чертёж» (рис. 3.1), который охватывает территорию Москвы в пределах нынешнего Садового кольца [11]. Они больше напоминают не горизонтальные проекции, применяемые для построения планов, а некое подобие изометрических изображений. При этом город изображается как бы с высоты птичьего полёта. Там использованы не только приёмы плановых проекций, кроме них на плане выполнены видовые изображения практически каждого элемента городской застройки. Каждый городской объект на этих планах можно рассмотреть, поскольку приводится его фасадное изображение. Такой способ представления плана большого участка застройки позволял любому горожанину опознать знакомые ему объекты и определиться с правильностью его представления о месте их нахождения на территории города.

Методика выполнения изображений городов и отдельных муниципальных образований внутри них, заложенная в выше приведённых примерах, к середине 18-го века привела к созданию первых видовых документов, которые стали использоваться в магистратах и мэриях европейских городов. На них представлялись не только планы и фасадно-видовые изображения всех объектов застройки рассматриваемого участка, но и наносились названия улиц, проездов, площадей.

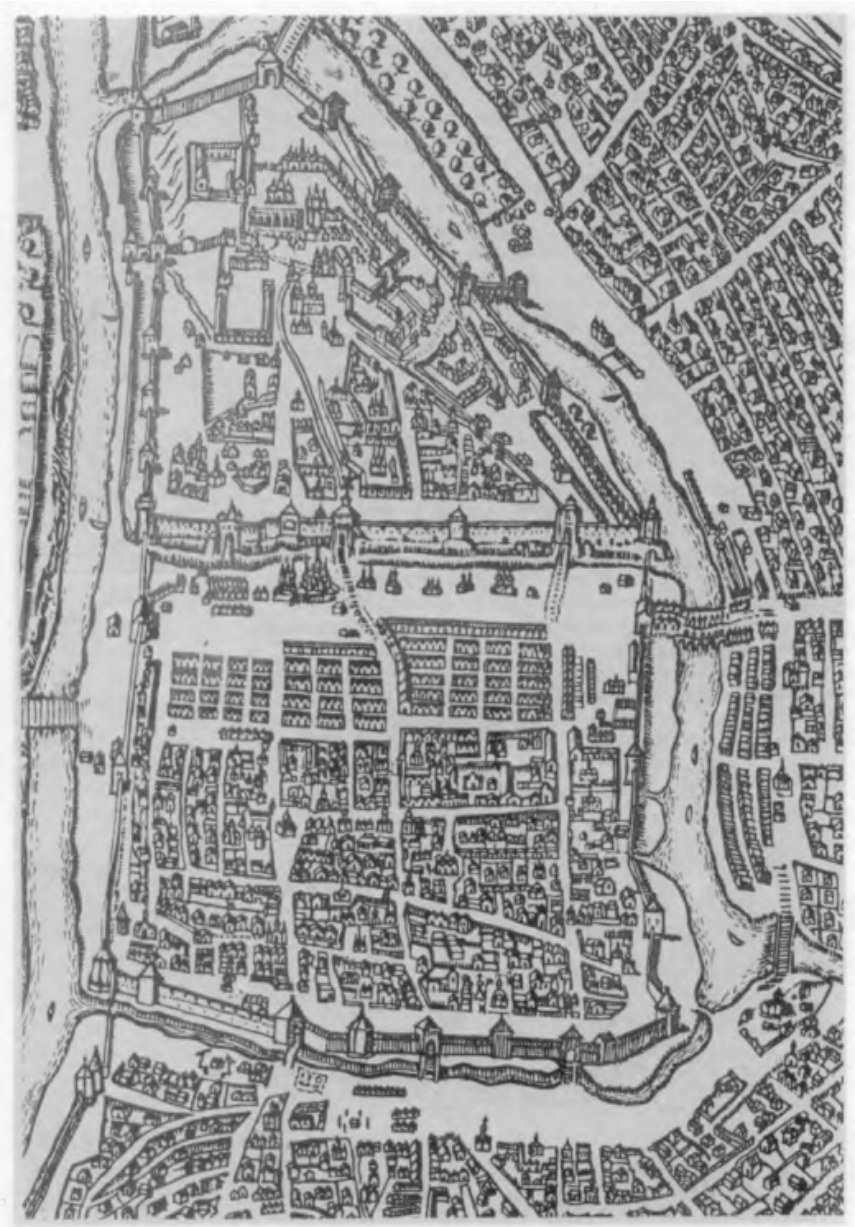


Рис. 3.1. Фрагмент изображения «Петрова чертежа»

Во многих таких документах рядом с фасадным изображением здания приводилась фамилия владельца, лиц, проживающих вместе с ним, в некоторых

случаях указывался налог, который владелец обязан был вносить в городскую казну. Конечно, подобные документы несли значительную информацию об участке городской застройки и были востребованы не только в целях ориентации на местности. Можно предположить, что именно эти видовые документы послужили основой для создания в дальнейшем такого направления в градостроительной деятельности, как кадастровая служба.

Краткий анализ приведённых в историческом контексте примеров видовых изображений больших участков городских и муниципальных образований позволяет перейти к рассмотрению возможных вариантов видовых градостроительных документов в современных условиях. На наш взгляд наглядные изображения, применяемые на основе плановых проекций больших участков застройки, не утратили своей актуальности и в наши дни. Не оставляет сомнений утверждение в том, что такой способ изображения позволит в значительной степени разрешить ту проблему, о которой шла речь выше, связанную с непониманием и неумением многими людьми правильно читать чертежи планов участков городских территорий. Нельзя отрицать и то, что наглядное изображение в плановых проекциях городской застройки имеет несомненно большую информацию не только для широкого круга людей, но и для специалистов. Ведь трёхмерное изображение объектов, расположенных на планах кварталов и микрорайонов, а в некоторых случаях и всего города, даёт возможность правильно оценить пространственную ситуацию, а, следовательно, и найти верный подход к решению задач композиционного моделирования городской застройки.

3.2. Компьютерные технологии при создании видовых изображений территории городской застройки

На сегодняшний день способы наглядного изображения отдельных городских кварталов и районов хорошо известны не только специалистам-проектировщикам, но и студентам, обучающимся по направлениям «Архитектура» и «Городское строительство». Как правило, они основаны на таких известных графических приёмах, как построение чертежей в аксонометрическом и перспективном изображениях. Однако все эти способы в их конечном выражении сложны и трудоёмки в случаях их использования традиционным «карандашным» вариантом. Избежать это негативное явление во многом позволит применение методов современных компьютерных технологий. Широко известная в проектировании зданий и сооружений система «Archicad» ориентирована на использование аксонометрических изображений по предварительным плановым проекциям. Однако при всех достоинствах этой программы она не является оптимальной в подготовке чертежей больших участков застроек, поскольку предназначена, как правило, для разработок индивидуальных строительных объектов.

Тем не менее, в современных компьютерных технологиях есть способы, которые позволяют выполнять видовые изображения больших участков градостроительной застройки. Для этого следует использовать такой класс программ-

ного обеспечения, как геоинформационные системы (ГИС). Эта система обеспечивает хранение и отображение в графической форме объектов, имеющих определённое положение на местности. Большинство современных ГИС снабжены аппаратом трёхмерного моделирования. С их помощью можно выявить и детально рассмотреть все основные черты и особенности взаимодействия и взаимосвязей между отдельными объектами города.

Однако для успешной реализации ГИС, например, для того, чтобы ввести необходимую видовую информацию через её цифровое кодирование, нужно чтобы эта информация была в виде первичного источника визуальных данных, т.е. мы приходим к тому, что и в этом случае должен быть чертёж плановой проекции городской застройки. В случаях, когда речь идёт о предполагаемых изменениях на существующих участках застройки, можно в какой-то мере воспользоваться базой данных, ранее внесённых в программу, но при проектировании новых участков застройки таких данных нет. Кроме традиционного «карандашного» способа выполнения первоначального видового источника другие варианты в настоящее время отсутствуют. Такой первоначальный «карандашный» видовой источник требуется не только на этапе ввода информации в компьютерную программу, он буден в дальнейшем сопровождать все последующие операции, проводящиеся в автоматическом режиме, являясь для проектировщика своеобразной контрольной точкой сравнения, по которой он может поэтапно сверять полученные результаты.

Следовательно, любую работу по автоматизации выполнения видовых изображений в градостроительных разработках необходимо начинать с подготовки чертежа рассматриваемого участка, выполненного традиционным «карандашным» способом с применением чертёжных инструментов. Конечно, этой работой должны заниматься специалисты-проектировщики. И в этом случае в очередной раз встаёт вопрос о том, как в оптимальном варианте подготовить первоначальный видовой источник (чертёж) большой территории городской застройки. Однозначный ответ на него возможен только после определения конкретного назначения видового источника.

В том случае, когда исследуется вопрос разработки нового большого участка городской застройки, или реконструкции существующего участка, мы предлагаем использовать первоначальный видовой источник, выполнив его в горизонтальной косоугольной изометрической проекции. Теоретические обоснования такого подхода изложены в некоторых учебниках по курсу начертательной геометрии и архитектурно-строительного черчения [12]. В рамках проведённых предварительных исследований мы на основе теоретических положений пришли к некоторым рекомендациям в целях конкретного применения этого способа. В частности такие работы были проведены для больших городских участков Тамбова. С целью получения наилучшего варианта видового изображения необходимо подготовить чертёж плана выбранного участка застройки и повернуть его на такой угол, который в последующем при выполнении аксонометрии позволит наилучшим образом представить все объекты, расположенные на этом участке. Здесь возможны различные подходы в зависимости от того, что принять в каче-

стве основного параметра оптимизации изображения. Мы считаем, что главным в этом выборе должно быть стремление показать на аксонометрическом изображении как можно большую площадь фасадов всевозможных объектов, расположенных на рассматриваемой территории. Несомненно, изображение фасадов градостроительных объектов на аксонометрическом первоначальном источнике позволит любому человеку, изучающему такой чертёж, получить оптимальное видовое представление о характере и особенностях разрабатываемого участка застройки.

Однако до настоящего времени такой подход не нашёл должного применения в проектной деятельности. В частности при решении градостроительных вопросов в городе Тамбове для проведения системного анализа и других видов проектных разработок применяют обычные чертежи плановых горизонтальных проекций. Такая постановка дела не позволяет привлекать широкую общественность к дискуссиям и обсуждениям проблем городского строительства и развития города. Они остаются только уделом специалистов-проектировщиков. Мы не стремимся привлекать непрофессионалов к несвойственным им работам, а ведём речь только об оптимизации процессов широкого обсуждения вопросов городского строительства в тех случаях, где такие обсуждения необходимы.

Не смотря на явный недостаток внимания, тем не менее, использование горизонтальной косоугольной изометрической проекции (часто её называют «зенитная изометрия») нашло апробацию в печатных средствах массовой информации. В частности, в Тамбове несколько лет назад были изданы справочники-путеводители по городу, в которых авторы применили иллюстрационный чертёжный материал, выполненный в зенитной изометрии [13]. В настоящее время подготовлена полная карта всей территории города Тамбова в административных границах 2003 года, на которой все градостроительные объекты (жилые многоэтажные дома, производственные строения, и пр., за исключением частного сектора) вычерчены в зенитной изометрии. На рис. 3.2 представлен стандартный вариант (плановый чертёж) участка городской застройки в центральной части города Тамбова, а на рис. 3.3 тот же участок – выполненный в зенитной изометрии. Оба чертежа взяты из разработок авторов вышеупомянутого справочника-путеводителя по Тамбову. Результат сравнительного анализа в пользу большей информированности во втором варианте, выполненном в зенитной изометрии, – очевиден.

Используя современные программные среды можно достичь уровня видового изображения участка городской застройки максимально приближенного к реальности. В этом случае создается реалистичная виртуальная модель территории городской застройки.

Авторами, опираясь на результаты приведенные в работах [14 - 20], предлагается следующая технология создания такой модели:

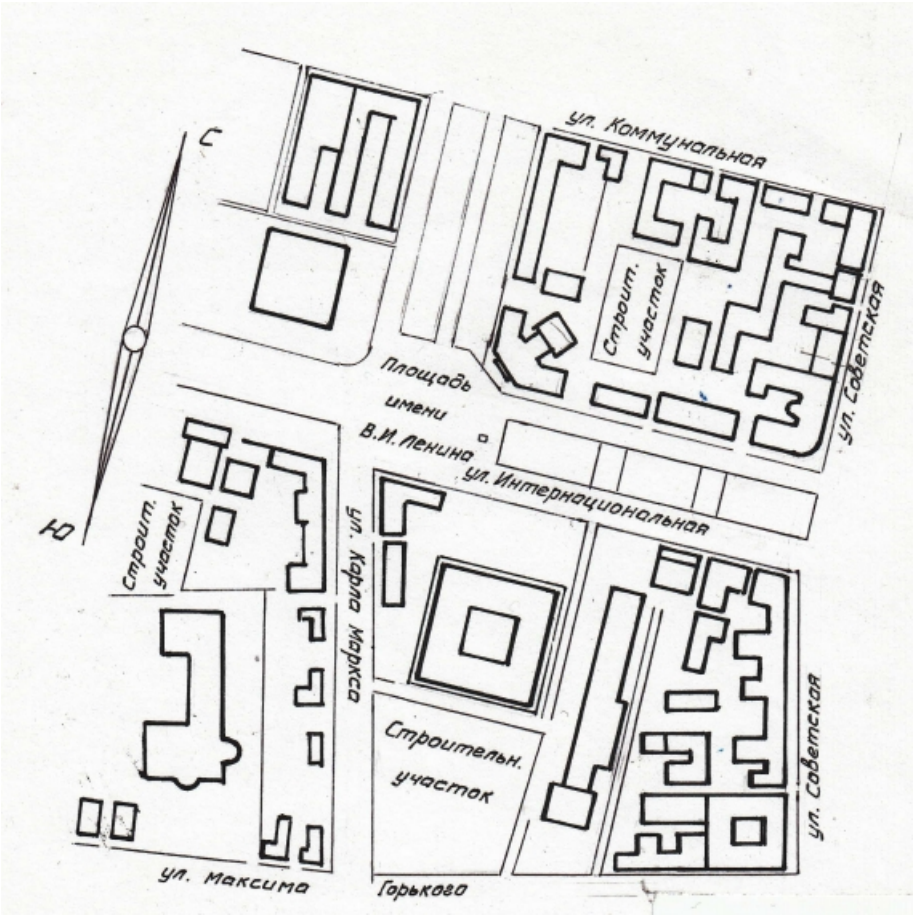


Рис. 3.2. Плановый чертеж участка

- этап №1 – на основе «карандашного» чертежа (см. рис. 3.4) создается объемный каркас модели, учитывая высоту зданий;
- этап №2 – основные профили конструкций заполняются плоскостями, образуя отдельные блоки;
- этап №3 – объекты «обтягиваются» текстурами в зависимости от их предназначения.

Использование такой модели территории городской застройки при размещении новых объектов различного назначения позволит решать все необходимые метрические и позиционные задачи, связанные с вопросом организации городского пространства. Однако эти вопросы лучше всего рассматривать на предварительной стадии разработки начального «карандашного» варианта, поскольку окончательный вариант предлагаемой виртуальной модели в большей мере

соответствует привычному для человека перспективному изображению. В то же время, именно заключительный вариант создания виртуальной модели (см. рис.3.4) позволит найти правильные решения завершающих моментов проектирования градостроительного объекта. К таковым следует относить детальную проработку антуража, элементы второго плана, общий характер светотени.

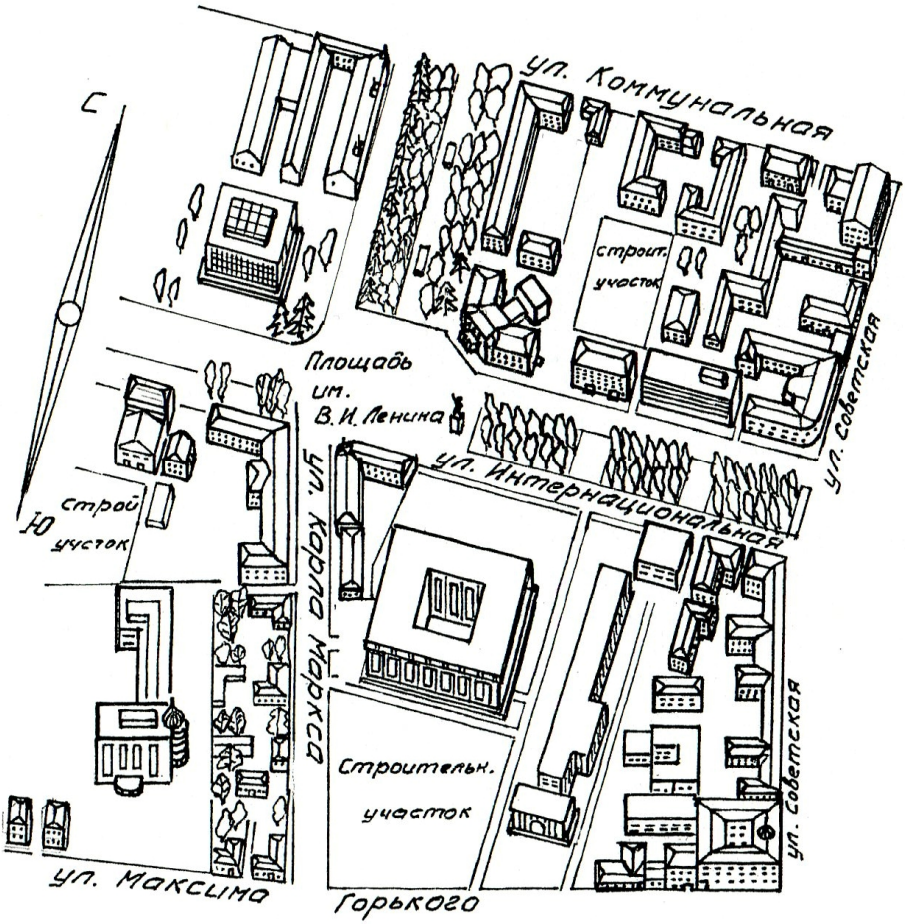


Рис. 3.3. Тот же участок городской застройки, выполненный в зенитной изометрии

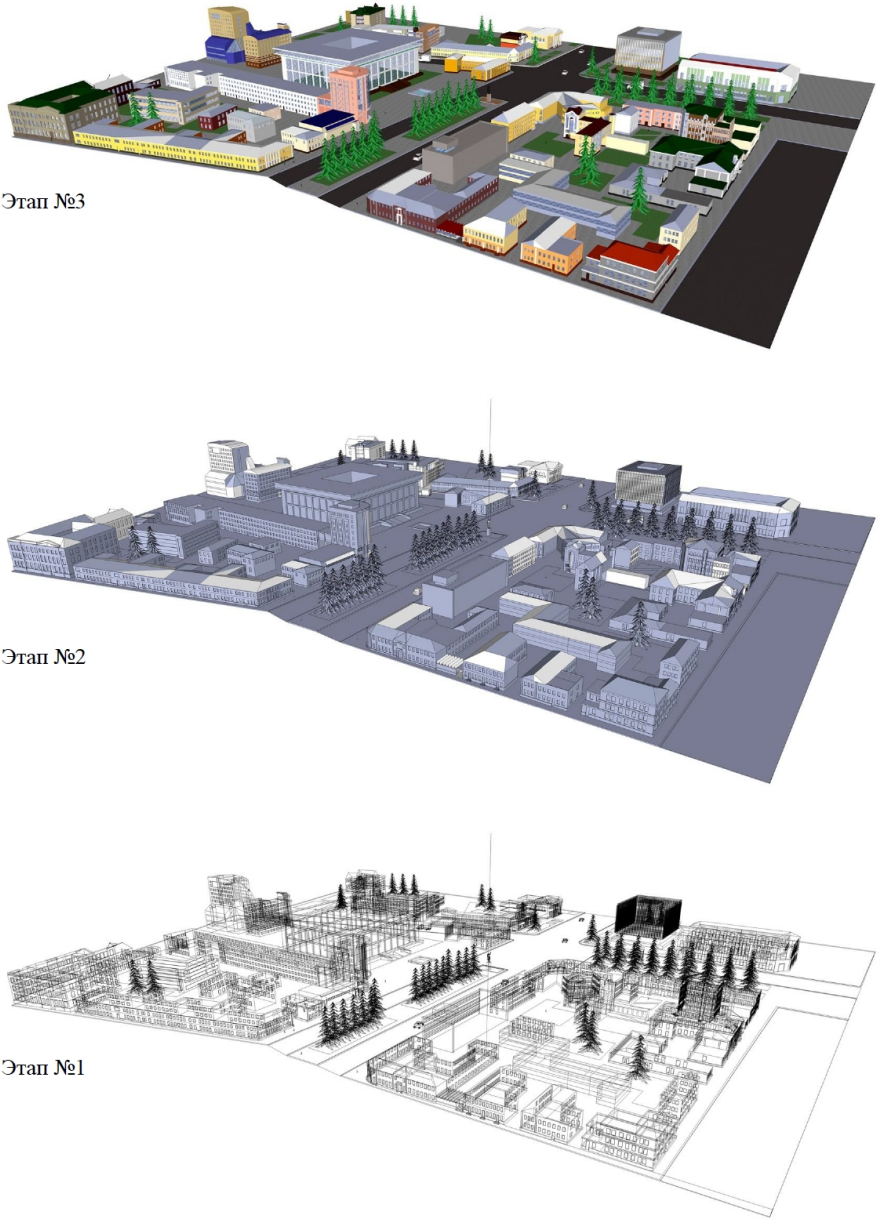


Рис. 3.4. Визуализация реализации этапов технологии создания виртуальной модели территории городской застройки

Заключение. Как показывает приобретённый нами опыт, предложенный подход к выбору путей создания первоначального видового источника с применением свойств и возможностей косоугольной изометрической проекции, предпочтителен по сравнению с другими. В этом случае за счёт применения зенитной изометрии проявляется значительно большая информативность, что и позволяет проще перейти в дальнейшем к автоматизированию видовой информации, необходимой для решения градостроительных вопросов. По сути дела на всех стадиях разработки виртуальной модели в определённой мере последовательно отражаются стадии проектирования градостроительного объекта. При этом графические видовые изображения на отдельных стадиях создания виртуальной модели выступают в качестве основного аппарата решения соответствующих этим стадиям задач проектного характера. Бесспорным утверждением является то, что такой подход к рассмотрению вопросов проектирования градостроительных объектов должен проводиться с применением всех современных средств компьютерных технологий.

Глава 4.

СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ 3D-РЕКОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТОВ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

В настоящее время проблема сохранения и реконструкции утраченных или видоизмененных памятников исторического и культурного наследия актуальна не только для России, но и для всего мира. Одни из них были полностью утрачены, другие подвергались переделке и реконструкции на различных исторических этапах и пр.

Проблема актуальна и для существующих исторических объектов, которые могут быть утрачены вследствие влияния негативных факторов различной природы: от недостаточного финансирования мероприятий по их сохранению и восстановлению, до смены политических режимов и локальных военных конфликтов [23].

Использование современных информационных технологий позволяет в той или иной мере решить эту проблему, а также способствует привлечению интереса к памятникам исторического и культурного значения, и формированию их современного имиджа. С их помощью можно зафиксировать не только современное состояние исторических объектов для последующих поколений, но и представить перед потомками различные этапы их существования [14, 27].

Одним из способов представления информации об объектах культурно-исторического наследия являются *виртуальные музеи* – специализированные веб-сайты, предназначенные для экспозиции различных музейных материалов: предметов искусства, исторических артефактов, памятников архитектуры и др. Информация включает не только текстовые данные, но и изображения, звуки, видеофрагменты, анимацию [21]. Зачастую, эти сайты являются информационными ресурсами реально существующих музеев. Для просмотра этих сайтов пользователю достаточно обычного WEB-браузера.

Другим направлением является использование 3D-технологий для моделирования виртуальной реальности.

Виртуальный мир представляет собой интерактивное многопользовательское трёхмерное окружение (среду), в котором пользователи могут свободно перемещаться, взаимодействовать друг с другом, с виртуальными объектами и пр.

На сегодня существует множество разных виртуальных миров, все из которых имеют 6 признаков, которые присущи всем мирам [26]:

1. Совместное пространство: участвовать в жизни мира могут одновременно много пользователей.

2. Графический пользовательский интерфейс: пространство в мире отражено виртуально, и варьируется по стилю от 2D «мультипликационного» изображения до более впечатляющих 3D изображений.

3. Оперативность: общение происходит в режиме реального времени.

4. Интерактивность: мир позволяет участникам изменять, развивать, строить или принимать содержание, подобранное специально для него.

5. Постоянство: существование мира продолжается независимо от того, находятся ли отдельные пользователи в системе.

6. Общение / общество: мир дает возможность и содействует формированию социальных групп внутри мира, таких как команды, гильдии, клубы, клики, соседства, комьюнити и так далее.

В развитии технологии виртуальных миров можно выделить следующие ключевые этапы [28, 29].

1962 г. – Мортон Хейлиг (Morton Heilig) представил первый прототип мультисенсорного симулятора, который он называл «Сенсорама» (Sensorama). Принцип действия шлема виртуальной реальности был основан на возникновении эффекта присутствия (проекция трехмерного изображения на плоском экране, запахи, шумы).

В 1970-х годах компьютерная графика полностью заменила видеосъемку, использовавшуюся в симуляторах. Важным моментом было то, что тренажеры (это были симуляторы полетов) работали в режиме реального времени.

В середине 1980-х появились системы, в которых пользователь мог манипулировать трехмерными объектами на экране благодаря их отклику на движения руки.

В 1989 году виртуальная реальность была показана публике, тогда же закрепился сам термин «виртуальная реальность», предложенный Джароном Леньером (Jaron Lanier).

В 1994 году появляется первый язык моделирования виртуальной реальности VRML. Началось интенсивное внедрение технологии виртуальных миров в сферу образования. С помощью этого языка создавались виртуальные лаборатории, классы и целые университеты, моделировались сложные объекты с целью приобретения навыков работы с ними.

В России в 1994 г. был создан Институт физико-технической информатики (ИФТИ), основным направлением деятельности которого стала разработка систем визуализации и виртуального окружения для российской космической и атомной промышленности, науки и образования

К основным областям применения технологии виртуальных миров можно отнести:

- создание 3D электронных образовательных презентационных и информационных материалов;
- создание виртуальных музеев, планетариев, лекционных залов, лабораторий и практикумов;
- визуализация сложных объектов, моделей инженерных сооружений, физических явлений.

Трехмерное моделирование позволяет воссоздавать утраченные либо частично разрушенные исторические объекты, неосуществленные проекты, исчезнувшие архитектурные памятники [21]. В 1990 году был введён термин *вирту-*

альная археология, целью которой является применение компьютерных технологий для создания высококачественных изображений археологических объектов и содействие археологическим исследованиям [25]. Современные информационные технологии позволяют реконструировать те объекты, которые были разрушены или повреждены в результате реальных археологических раскопок.

Технически, создание виртуальной 3D-реконструкции исторического объекта можно представить следующим образом.

На начальном этапе реконструкции необходимо подробно исследовать информацию о памятнике, изучить исторические материалы и архивные сведения об объекте, содержащиеся в музейных фондах и архивах[24].

В программах 3D-моделирования (Google SketchUp, Blender, Maya, Autodesk 3Ds Max) по известным параметрам (размерам, материалу) строятся объёмные 3D-модели исторических объектов (построек, зданий и др). Для работы с текстурами объектов используются графические редакторы (GIMP, Adobe Photoshop).

Используя программы дизайна ландшафтов (L3DT, Terragen) на основе доступной топографической информации (карт, планов, схем, снимков из космоса) проектируется 3D-модель ландшафта.

Затем на основе подготовленных 3D-моделей объектов и ландшафта в программных системах для создания многопользовательских трёхмерных виртуальных миров (OpenSimulator, Second Life, Unity3D) формируется итоговое виртуальное пространство. С помощью специализированного программного клиента (Cool VL Viewer, Singularity) пользователь управляет перемещением *аватара* (виртуального персонажа) внутри смоделированного виртуального мира.

Авторами была разработана трёхмерная реконструкция крепости Тамбов XVII века. Тамбов был основан в 1636 году в месте слияния рек Студенца и Цны как военная крепость на южных рубежах Московского государства.

На рис. 4.1 представлен общий вид модели территории данной крепости, на рисунках 4.2 – 4.17 фрагменты ее отдельных элементов.

В качестве платформы для создания трёхмерного виртуального мира был использован OpenSimulator [6]. OpenSimulator предоставляет собой международный проект, целью которого является создание открытой технологической платформы для построения трёхмерных виртуальных миров, аналогичных Second Life. Развитие OpenSimulator идет в сторону инноваций в новое направление – трёхмерный Вэб. Проект OpenSimulator обладает открытым исходным кодом (по лицензии BSD) и распространяется бесплатно.

Следующие несколько страниц нашей монографии мы уделим вопросам, связанным с достоверностью того, что предлагаем вам в качестве изображений, представленных в виртуальном музее.

Знакомство с любым музеем обязательно сопровождается пояснительной информацией. Без неё визуальное изучение музейных экспонатов приводит только к лишним вопросам. Устранить таковые – одна из целей предлагаемого раздела. Другая цель – представить вам, уважаемые читатели, информацию, подтверждающую правоту наших выводов, полученных в ходе предварительных

исследований, проведённых по всем возможным вариантам информационных источников. Сюда, как мы писали выше, входили: архивные материалы, подшивки старых областных газет, книги и статьи краеведческой направленности. Особое внимание мы уделяли мемуарам, которые оставлены бывшими жителями города. Некоторые из них хранятся в государственном архиве, куда они поступили от самих мемуаристов в годы их жизни, либо были сданы на хранение наследниками. Не менее интересными оказались и те мемуары, которые были любезно предоставлены нам жителями города из своих личных архивов. Прекрасно понимая, что уровень достоверности фактов, изложенных во всех перечисленных группах информационных источников, разный, мы, тем не менее, принимали во внимание все. Исключение составляли только те, в которых явно просматривалось противопоставление каких-то фактов. В результате обработки информационных источников сложились базы данных видового и текстового поясняющего характера, которые, в свою очередь, как вы видите, нашли отражение при разработке модели виртуального музея – одной из основных составляющих в нашей научной разработке.

Ниже, в отличие от информации предыдущих страниц, где мы разместили краткую справку по истории возникновения города Тамбова, представляем более развёрнутую и полную информационную картину, которая как составная часть, дополнит разработанный виртуальный музей.

Самой характерной чертой в истории Российского государства в первой половине XVII было значительное расширение территории на Восток, на Юг и на Запад. В тот же период старая земская система управления, оставшаяся в наследство со времён Ивана Грозного, в 20-30-е годы XVII века при формировании династии Романовых заменялась воеводской системой управления. Новая форма правления была особенно востребована в приграничных районах, где на первое место выдвигались военные функции, способствовавшие безопасности границ. Историк В.О. Ключевский, занимавшийся изучением этого вопроса [30],писал: «С этой стороны воеводство было решительным поворотом от земского начала, положенных в основу местных учреждений царя Ивана, к бюрократическому порядку местного управления». В связи с этим большое значение уделялось подбору кадров для воеводского управления. В руководстве строительства новой крепости «Тонбов», основанной в 1636 году, большое значение имела деятельность Романа Фёдоровича Боборыкина – представителя старинного дворянского рода в России. Этот человек был первым на посту тамбовского воеводы. С его именем тесно связаны многие информационные источники, в которых рассматриваются вопросы строительства Тамбова, военного функционального назначения нового города, его изначального формирования в качестве будущего административного центра большой территории у южной границы Московского государства. Жизнь и деятельность Р.Ф. Боборыкина хорошо описана в монографии тамбовского историка Ю.А. Мизиса[31]. Эта работа послужила нам основным информационным источником в исследовании вопросов причин становления и строительства «порубежной крепости Тонбов».

Другую группу информационных источников по отмеченным выше научным исследованиям, мы формировали из документальных материалов, раскрывающих причины необходимости создания крепости в том месте, где она и была заложена в первой половине XVIIвека. В этом плане самым древним упоминанием причин создания крепости «Тонбов» послужило краткое летописное описание, сохранившееся в истории под названием «Древний Тамбовский летописец»[32]. Этот интереснейший и во многом уникальный информационный источник представляет собой рукопись, составленную неизвестным монахом в одном из монастырей на севере Тамбовского наместничества в первой четверти XVIIIвека. Долгое время рукопись хранилась в архивных документах в ризнице Никольской церкви города Тамбова. В 1846 году с неё была снята копия. Во второй половине XIXвека первоисточник пропал при невыясненных обстоятельствах. Впервые текст «Древнего Тамбовского летописца» был опубликован в 1881 году в газете «Тамбовские губернские ведомости». Позже этой газетной публикацией воспользовались члены Тамбовской учёной архивной комиссии, которые перепечатали текст в одном из выпусков «Известий ТУАК». В последующие годы были подготовлены другие списки с этого документа, большей частью они сохранились в Государственном архиве Тамбовской области, и, как свидетельствуют архивисты, их тексты мало отличаются друг от друга. Рассматриваемый документ представляет собой относительно небольшой по объёму информационный материал, выполненный в летописной манере. Он охватывает события, связанные с первыми годами крепости Тамбов, изложенные в хронологической последовательности за период с 1636 по 1708 годы.

Из выше упомянутого источника дата основания города Тамбова становится известной не только с точностью до года, но даже до конкретного дня. Судите сами: «…Обложен город Тамбов на реке Цне на левой стороне, на устье речки Студенца, апреля в 17 день в самый день Живоносного Христа Воскресенья…». Там же указывается и цель построения города, которая заключалась «в обороне от татар всей московской юго-восточной окраины».

В целом же появление крепости «Тонбов» в качестве составного звена в цепи оборонительных сооружений центральной части засечной черты было обосновано серьёзнымивоенно-стратегическими причинами. Сама засечная черта, в том виде, в каком она обозначилась к концу первой трети XVIIвека, представляла собой длинную систему разного рода оборонительных сооружений, протянувшихся от города Белгорода на западе до берегов средней Волги на востоке. Её протяжённость составляла не менее тысячи километров, а места, где были истоки реки Цны, находились примерно в середине этой огромной цепиоборонительных сооружений. Исходя из этого, и было принято решение о строительстве главного опорного оборонительного пункта в верховьях Цны. Уже в то время (30-е годы XVIIвека) все сооружения этого участка засечной черты производились согласно специальному чертежу. Последний был выполнен подъячим Пушкарского приказа Московского кремля Фёдором Наквасиным[33].Однако на деле многое оказалось не так и не в тех местах, которые были отмечены в исходном чертеже. Центральный участок засечной черты в том месте, где должна бы-

ла появиться новая крепость, состоял из нескольких самостоятельных отрезков, соединённых друг с другом. Первый из них проходил по степной местности от посёлка Лысые горы на реке Челновой до поселения Кузьмина-Гать у берега Цны. Далее линия укреплений в виде надолб на свободных участках и засек на лесных местах уходила на север. На месте стыковки этих отрезков и было приказано заложить новую крепость. В пяти верстах южнее поселения Кузьмино-Гать, где несли службу сторожевые казаки, в верхнем течении реки Цны в неё впадает речка Липовица с запада и чуть южнее с восточной стороны речка Лесной Тамбов. В первой трети XVII века на левом берегу Цны здесь находился поселок, образованный смешенным русско-мордовским населением. Тогда он назывался «Тонбов» от древне-мордовского слова «тонбо», означавшего – омут. Действительно в водах Цны в этом месте до сих пор можно увидеть омуты. Исходя из военно-тактических соображений, этот участок был весьма подходящим для возведения здесь крепости, которой придавалось большое значение. И всё же новая крепость с названием «Тонбов» была заложена не в том месте, где приказывалось царским указом, и тому были причины.

Середина 30-х годов XVII века в истории России отмечена как время ряда неудач в военных делах. В русско-польской войне 1632-1634 годов русские войска понесли серьёзные потери и были вынуждены оставить полякам город Смоленск. Немало негативных моментов, приведших к поражению в войне, выявилось и в местах достаточно удалённых от главных баталий. Прежде всего, таковыми были южные и юго-восточные границы Московского государства. Именно там, в местах, за которыми закрепилось название «Дикое поле», массовые набеги кочевников не давали покоя местному русскому населению и тем мордовским племенам, которые в большом числе ещё во времена Ивана Грозного примкнули к Московской Руси. Создание граничной зоны на большом протяжении от среднего течения Дона и до мест перехода среднего течения в нижнее на Волге шло в период всей второй половины XVIвека. Одновременно этот процесс сопровождался массовым освоением большого пространства плодородных земель русскими переселенцами из исторических княжеств Руси. Особый интерес для них представляли чернозёмные земли к югу от бывшего Рязанского княжества. Уже к концу XVIвека обозначился район, который называли «Верхоценье», славившийся не только плодородными угодьями, но и большими лесными массивами, где протекала Цна и многочисленные речки, впадавшие в неё. В этих местах русские первопоселенцы не только занимались возделыванием пахотных земель, но и проводили массовый охотничий и рыболовный промысел. В отдельный ряд следует выделить бортничество, которое приняло широкий размах в многочисленных поселениях, освоенными русскими людьми в Верхоценье. Во многих случаях русские новопоселенцы создавали свои отдельные поселения, но были и такие, где русские люди селились в непосредственной близости от мордовских деревень или использовали в лесах мордовские охотничьи стоянки. Во всяком случае, как свидетельствуют архивные документы [34], в конце первой четверти XVIIвека в Верхоценской волости русских поселений было уже больше, чем мордовских деревень и стоянок. Колонизация Поценья русским населением про-

исходила мирным путём. В сохранившихся документах отсутствуют упоминания о межнациональных конфликтах. Несколько позже (примерно в середине XVII века) отмечались случаи противостояния мордовского населения религиозным христианским воздействиям, когда интенсивно стали проводить крещение мордовских племён. В целом же освоение русскими территории вдоль цнинских берегов происходило при непосредственном контакте с мордвой, при активной поддержке местного населения в деле ведения совместного хозяйства и «овладения бортными ухожьями», как пишет тамбовский историк Ю.А. Мизис [35].

С другой стороны интенсивное заселение Верхоценья и других территорий Дикого поля русскими крестьянами-землепашцами создавали условия для активизации набегов в эти земли орд кочевых татарских народов с целью наживы и разграбления новопоселенцев. Такие набеги участились в 20-е и 30-е годы XVIIвека и привели к торможению процесса колонизации территорий, прилегающих к верховьям реки Цна. В Известиях Тамбовской учёной архивной комиссии [36] приводится документ, из которого следует, что «…приходы ордынских царей и ногайских мурз на российские места проходят по определённым дорогам и приняли постоянный характер». По одной из дорог, которую часто называли «Ногайская», в Верхоценскую волость продвигались ногайские татары с низовьев Волги и из западной части Прикаспийской низменности. По этому пути они продвигались к переходам через реку Хопёр, затем к реке Сура (н. Савала), а далее по луговым просторам выходили к рекам Лесной и Польной Воронеж. Преодолев последние, отряды кочевников оказывались в пределах Шацкого и Ряжского уездов на южной окраине бывшего Рязанского княжества.

Сторожевой пост из казаков близ того места, где по левому берегу реки Цна сейчас располагается село Кузьмино-Гать, охранял брод на реке, через который проходила Ногайская дорога. Видимо этим и руководствовались те, кто планировали в Кремле построить новую крепость именно в этом месте. Почему же стольник Боборыкин выбрал другое место? Ответ на этот вопрос во многом можно найти, как мы сейчас выражаемся, в человеческом факторе. Стольник Роман Фёдорович Боборыкин, исходя из всех сведений о нём, что сохранила для нас история, несомненно, обладал решительным и твердым характером. То, что город Тамбов оказался не там, где он должен быть согласно царскому указу, дошедшие до наших дней сведения, приписывают только ему. Дело в том, что воеводы, на которых возлагалась обязанность строительства новых крепостей и оборонительных участков, имели право вносить свои корректировки по месту расположения оборонительных объектов. Уже в то время, люди, стоявшие у власти в России, понимали что, сидя в Москве, дьяки Пушкарского приказа, разрабатывавшие проекты строительства новых крепостей, могли и ошибаться. Они не могли учесть всего, т.к. не знали истинной картины и всех обстоятельств, в которых можно было определиться, только, находясь на месте. Однако для того, чтобы воспользоваться таким правом воевода должен был обладать не только военным опытом, быть хорошим стратегом и строителем, он должен был принять на себя ответственность. Наверное, таким качеством и обладал стольник Боборыкин, раз принял решение об изменении места строительства новой кре-

пости в верховьях реки Цна. Одному из нас (авторов этой книги) в канун 360-летия со дня основания Тамбова довелось в составе группы общественных представителей побывать в том самом месте, где должна была быть построена крепость согласно царскому указу. Оказывается в середине апреля район, где сливаются воды речек Липовица и Лесной Тамбов, впадая в Цну, абсолютно не пригодны для строительства такого объекта как большая порубежная крепость. Несмотря на то, что прошло 360 лет, ничего в природе за этот срок не изменилось. Место, как было низиной с затопленными вешними водами лугами, так таковым и осталось. Ни о каком строительстве крепости на таком месте не может быть и речи. Левобережье Цны на этом участке просыхает только в первую декаду мая, а затапливается каждую весну. Скорее всего, это было главной причиной, заставившей стольника Боборыкина искать новое место для строительства крепости.

Участок, который Боборыкин определил для решения возложенной на него задачи, находился примерно на 20 верст ниже по течению Цны. Здесь тоже сливались две реки, образуя необходимые естественные водные препятствия для врага. Только, в отличие от предполагавшегося участка слияние речки Студенец с Цной со стороны юго-западного угла было высоким холмом с достаточно крутыми берегами высотой от 3-х до 5-ти саженей. С западной стороны на расстоянии нескольких десятков саженей от места слияния был заболоченный обширный участок, а с южной стороны был овраг, являвшийся естественным водостоком с холмов по обеим его сторонам. Короче говоря, место для строительства новой крепости было не в сравнение лучше, чем то, что предназначалось царским указом.

Бытует ещё одно мнение, согласно которому тамбовский воевода выбрал для строительства крепости это место у впадения речки Студенец в реку Цна с определённой выгодой для себя. Про него мы узнаём из жалобы, которую козловские воеводы И.В. Биркин и М.В. Спешнов направили в Москву, обвиняя в ней тамбовского воеводу Р.Ф. Боборыкина. Адаптируя текст старой грамоты к современному языку, прочесть в ней можно следующую фразу: «…на казачьих проходах, а не на татарских сакмах, для того, что донским казакам водяным и сухим путём сДону и с Хопра выезд будет на Тамбов» [37]. Здесь требуется объяснить некоторые обстоятельства. Во-первых, за полгода до начала строительства крепости Тамбов в сорока верстах к северо-западу от него в так называемом «Урляповом городище» на реке Воронеж согласно плану, разработанному в Разрядном приказе, началось строительство ещё одной порубежной крепости, которая стала именоваться «Козлов» [38]. Во-вторых, опытный воевода И.В. Биркин и его зять М.В. Спешнов были назначены руководить строительством этой крепости.

Рис. 4.1. Общий вид модели территории крепости Тамбов XVII века

Кроме того, крепости Козлов уделялось не такое большое значение как крепости Тамбов со всеми вытекающими из этого последствиями. Последнее вполне могло послужить причиной местнической ссоры, возникшей между соседями-воеводами. Однако в своей грамоте-жалобе козловские воеводы правильно подметили одну из причин переноса крепости Тамбов на новое место. Дело в том, что у слияния речки Студенец с рекойЦнабыл перекрёсток двух дорог, проложенных купеческими обозами, двигавшимися из Астрахани на Москву и с низовьев Дона от казачьих станиц и хуторов на Москву. Вполне возможно, что воевода Боборыкин преследовал какие-то коростные цели, желая построить крепость на том месте, где через Цну был обустроен переход купеческих обозов. Ведь в таком случае он обеспечивал им защиту от набегов кочевников в сложном процессе преодоления водной преграды. Более того, как показало время, такое расположение новой крепости имело большое экономическое значение для дальнейшего развития города. Дорога, связавшая низовья Волги с Москвой (т.н. Астраханский тракт), очень нуждалась в таком населённом пункте. Здесь, проезжающие могли решить многие вопросы и проблемы, возникавшие на этом опасном и сложном пути.

Сохранились сведения о первых боевых успехах ратников строящейся новой крепости, которые относятся к августу 1636 года. Летучие отряды донских казаков, ведя разведку в степной зоне к северу от реки Хопёр, обнаружили и сообщили тамбовскому воеводе о том, что объединённой ордой численностью до 10 тысяч всадников ногайские и крымские татары перешли реку Хопёр и направились в сторону Шацкой крепости, которая стояла в среднем течении реки Цна. Однако к строившейся крепости Тамбов они подошли в начале сентября отрядом в несколько сотен человек. Значительное сокращение численности ожидаемого врага оказало неоценимую услугу защитникам новой крепости. В ходе боя тамбовские ратники смогли отогнать кочевников, при этом им удалось взять в плен 39 человек. При преследовании противника число пленников увеличилось вдвое. Большая их часть была отправлена в Москву в качестве трофея [39]. Это было и доказательством первых успехов молодого тамбовского гарнизона над противником. В последующие осенние месяцы 1636 года кочевники не решились напасть непосредственно на строящуюся крепость, небольшими отрядами они стали искать пути её обхода. Такая тактика противника, конечно, вынуждала тамбовского воеводу отвлекать от процесса строительства какое-то количество своих ратных людей, чтобы устраивать погони за кочевниками, но всё же строительство новой крепости продолжалось. Это было ещё одним успехом в деле, которым руководил Р.Ф. Боборыкин.

Строительство крепости Тамбов шло достаточно интенсивно и с учётом всего того, что к тому времени было накоплено опытом проб и ошибок в деле деревянного возведения крупных оборонительных сооружений на юго-восточной окраине Московского государства.

Первым объектом новой крепости, который был заложен начале августа 1636 года,была деревянная церковь. Это было сделано в праздник Боголепного Христова Преображения и по этому случаю освящена она во имя Преображения

Господня [40].Однако основными сооружениями новой крепости, конечно, являлись сами крепостные стены и башни.

В структуре Тамбовской крепости чётко выделялись две составляющие части – кремль и острог. Характер этих строений определялся местом их расположения. Кремль Тамбовской крепости занимал меньшую её площадь, и располагался близ устья Студенца на мысовом участке при впадении Студенца в Цну. Это наложило свою особенность – кремль строился по так называемому «мысовому» типу. Характер таких конструкций и, все присущие им особенности, были хорошо известны первостроителям Тамбова. По такому же типу к тому времени в России было построено много кремлёвских участков древних крепостей, например, в Великом Устюге, где воеводой был отец Р.Ф. Боборыкина, и, где некоторое время проживал он сам [41]. Вторая (большая по площади) часть крепости отводилась острогу, который возводился по типу «древоземляных» укреплений с особенностями, характерными для лесостепной зоны юго-восточных рубежей России. В целом периметрическая конфигурация крепости Тамбов представляла собой пятиугольник, у которого северо-восточный участок, отгораживавший мыс у слияния Студенца с Цной, был значительно короче четырёх остальных сторон. В этом месте располагался кремль, а территория острога занимала оставшиеся (большие по площади) участки с запада и с юга от кремля. Из этих двух составляющих крепости наибольшее значение, как в военном, так и в административном отношении отводилось кремлю. Это подтверждалось тем, что стены и башни кремля были значительно больше острожных, и кремль в общей структуре крепости выделялся своей основательностью по сравнению с острогом.

Здесь, уважаемый читатель, мы предлагаем вам обратить внимание на изображения крепости, которые представлены в нашем виртуальном музее. В частности, изображения, взятые из виртуального музея, и выведенные на рис. 4.1., дают наиболее полную картину о геометрическом характере расположения крепостных стен, башен и взаимного расположения острога и кремля. При внимательном рассмотрении вы обнаружите полное совпадение с тем, что прочли в предыдущих абзацах текста этого раздела книги. Даже длины отрезков стен и геометрические параметры всех составляющих этих оборонительных сооружений взяты нами не произвольно, а в соответствии с теми наработками предварительных исследований, в которых мы определили эти размеры, исходя из данных полученных в различных информационных источниках. Истины ради, должны сразу оговориться, что речь идёт о геометрических габаритных размерах. Что касается изображений и размеров составных частей, например, крепостных башен, то они взяты нами в соответствии с теми представлениями, которые у нас, как у авторов данной работы, создались при изучении многочисленных источников, представляющих информацию о соответствующих объектах.

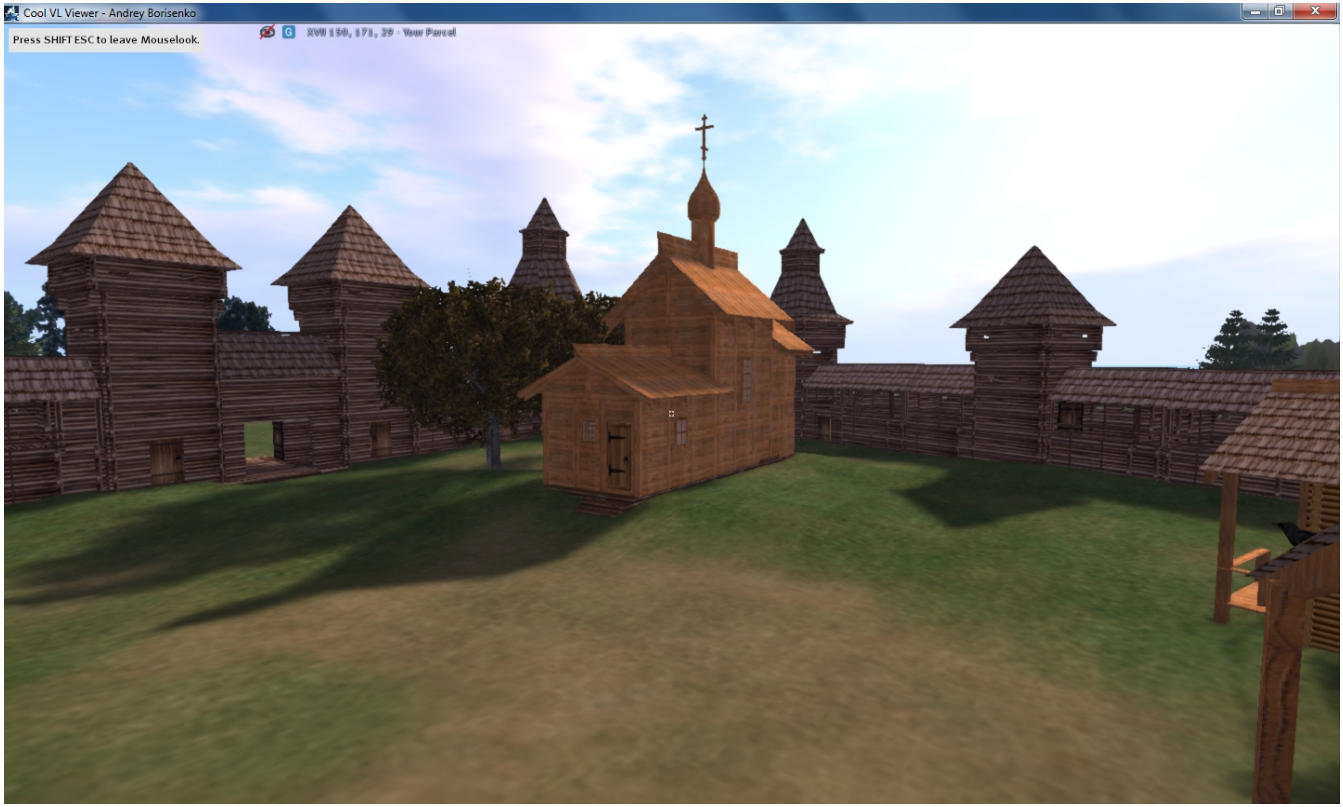


Рис. 4.2. Вид модели крепостной церкви

Рис. 4.3. Фрагмент внутреннего убранства крепостной церкви

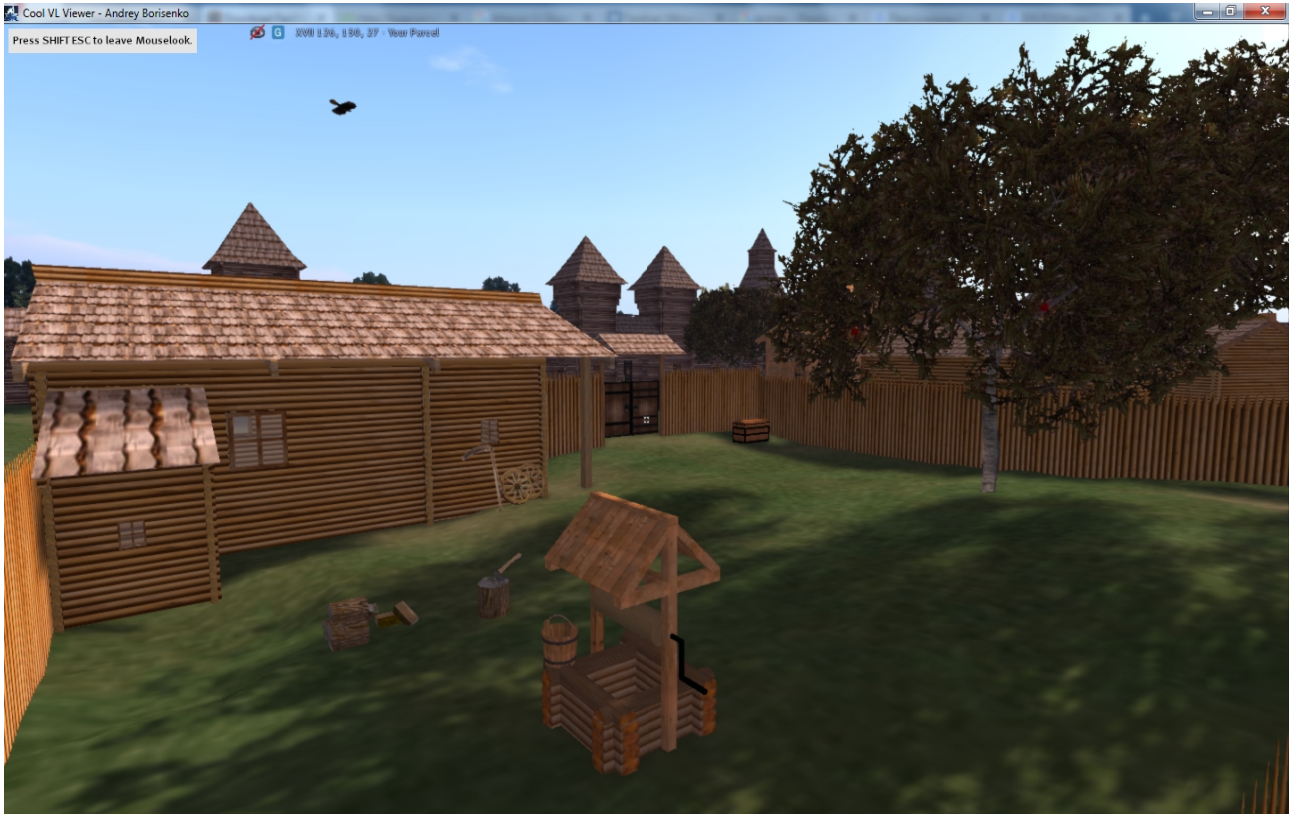


Рис. 4.4. Визуализация фрагмента модели центральной части территории крепости

В данном случае основным направлением в поисках ответов по поводу конструкций элементов древнерусских крепостей XVI – XVII веков нами были использованы компьютерные информационные ресурсы. В частности, воспользовавшись возможностями Интернета, мы обнаружили чертежи вариантов древних крепостных стен XVII века, которые, в свою очередь, были заимствованы из «Атласа к материалам для статистики Российской империи», разработанного в 1839 году. Эти варианты и были приняты нами в качестве основных целевых изображений, выполненных в соответствии с ранее изложенной технологией.

Видовые изображения, которые мы предлагаем в виртуальном музее по поводу конструкций башен крепостных стен, в определённой мере были взяты из чертежей, приведённых в вышеупомянутом атласе, но в большей степени мы использовали для этого иллюстрации из книги Н.П. Крадина «Русское деревянное оборонное зодчество», изданной в 1988 году. К этому следует добавить и ряд других рисованных и фотографических иллюстраций в различных текстовых информационных источниках, где излагаются интересующие нас вопросы. Возвращаясь к рис. 4.1., к которому мы вас адресовали, отметим, что на нём представлена лишь первоначальная видовая информация, не обладающая той полнотой, которую мы вывели на последующих иллюстрациях. Так на рис. 4.7. представлено такое же общее по характеру видовое изображение крепости, правда, выполненное с другого ракурса, имеет завершённый характер. Там, например, показаны дома жителей Стрелецкой слободы и некоторые другие постройки, чего нет на рис. 4.1.

Компьютерные разработки изображений крепости Тамбова в серединеXVII века, представленные в виртуальном музее, являются наиболее точными в плане соответствия с чертежами и схемами рассматриваемого объекта исследований, которые когда-либо выполнялись на электронном носителе. Из сказанного можно сделать вывод, что в данной работе мы использовали ранее подготовленные кем-то материалы, касающиеся вопросов геометрии расположения различных структурных составляющих и всей крепости Тамбов в целом в далёком XVII веке. Это именно так. Здесь мы исходили из тех работ, которые почти 80 лет назад впервые были опубликованы известным тамбовским историком и краеведом П.Н. Черменским. На страницах его книги «Прошлое Тамбовского края» [42], которая была выпущена в 1961 году к 325-летию основания Тамбова, впервые схематично представлено изображение плана укреплений Тамбова в 1659 году. Однако этот чертёж выполнен был в привычной для нас современной технике исполнения, хотя в основу его положены сведения, взятые из документа середины XVII века. Ещё в марте 1928 года на Третьей губернской краеведческой конференции учёный секретарь общества П.Н. Черменский в своём докладе отметил, что наиболее изученным периодом истории Тамбовского края является XVII век [43].В исследованиях, которые проводил П.Н. Черменский по вопросу формирования плана Тамбовской крепости, её наполнению разного рода объектами, он ссылался на два важных документа, которые до него отмечал в своих трудах первый председатель Тамбовской учёной архивной комиссии И.И. Дубасов. Чаще всего оба исследователя упоминают акт передачи города Тамбова вое-

воде И.А. Полеву воеводой Ф.И. Леонтьевым в 1659 году [44]. Второй документ, на который ссылаются оба исследователя – «Книга тамбовским земляным и деревянным крепостям» [45].Чертёж в книге П.Н. Черменского был, как сказано выше, впервые опубликован в 1961 году. Его происхождение автор не объясняет, но мы предполагаем, что он был разработан самим П.Н. Черменским, поскольку манера выполнения этого видового информационного документа полностью соответствует той, что была в ходу в середине XX века. Более того, в тексте книги автор даёт сравнение местоположения объектов, изображённых на чертеже, с теми объектами города Тамбова, которые на том же месте находились в середине прошлого века. Позже этот чертёж из книги П.Н. Черменского был многократно воспроизведён в других публикациях о Тамбовской крепости середины XVII века. Для нас важным в этом информационном источнике было то, что там показана геометрия расположения крепостных стен, как кремля, так и острога. Из этого чертежа можно было взять размеры длин крепостных сторон, а, поскольку, П.Н. Черменский дал сравнительный анализ с планом современной городской застройки того исторического участка, то можно было измерить и углы между линиями крепостных стен. В результате мы пришли к тому видовому изображению древней крепости, которое первоначально было выполнено в зенитной изометрии в карандашном варианте, а на его основе подготовили то, что представлено в виртуальном музее.

В 1990 году тамбовским историком Ю.А. Мизисом в результате большого научно-исследовательского труда была издана монография «Заселение Тамбовского края», которую автор предложил в качестве учебного пособия студентам исторического факультета Тамбовского государственного педагогического института [46]. В приложении к пособию приводится копия «Чертежа г. Тамбова начала XVIII века», взятая из Центрального государственного военно-исторического архива [47]. На сегодняшний день это самое старое видовое изображение Тамбовской крепости, которое обнаружено в архивах. Оно очень интересно тем, что техника выполнения полностью отражает то чертёжное мастерство, которое применяли проектировщики в России в начале XVIII века. Сравнивая его с сегодняшней техникой выполнения чертежей, трудно сказать, в какой виде чертёжного изображения оно выполнено. Преобладают, конечно, изображения планового характера (горизонтальная проекция), но некоторые объекты на чертеже скорее напоминают аксонометрическое изображение, чем ортогональное. Характерным отличием от чертежей более позднего времени является большой процент схематичности. Вообще, с большой долей приближения и неточности выполнено буквально всё. Так что, в нашем понимании, такой чертёж можно, скорее всего, отнести к схемам. В нём не выдержаны даже пропорциональные соотношения длин крепостных стен, и площадей, занимаемых кремлём и острогом. Удивляют способы изображения участков застройки: для отдельно стоявших домов и иных сооружений - они представляют собой квадраты и прямоугольники, а для массовой застройки избами жителей крепости – это квадратики, выстроенные в несколько прямолинейных рядов. Во всяком случае, так показаны участки, которые занимали слободы. И это при том, что в многочис-

ленных источниках, где приводятся описания города Тамбова, начиная со второй половины XVIII века, упоминается, что застройка на территориях слобод была хаотичной, и не поддавалось никакой организационной характеристике. Тем не менее, такой чертёж позволяет легко ориентироваться на большом пространстве на местности, которая окружала крепость, и определиться с водными объектами (природного и искусственного характера).

Хорошо помогают понять чертёж записи, сделанные прямо на нём в непосредственной близости от объектов, которые они поясняют. Анализируя это и другие видовые изображения крепости Тамбов в первые сто лет её существования, исследователи пришли к выводу, что кремль был главным административным участком крепости, располагавшемся в северо-восточной её части, ближе к месту впадения Студенца в Ерек (отвод от основного русла Цны). Его окружала дубовая крепостная стена, сложенная «по-городовому». Длины отдельных отрезков крепостных стен кремля и острога были определены путём перевода из мерительной системы, принятой в дореволюционной России, в современную метрическую систему. В стенах кремля были сооружены 12 башен, высота которых варьировалась от 12 до 16 сажень. Это примерно от 25 до 35 метров. Согласно самому первому чертежу три башни кремля были проезжими. Следует особо отметить башню западной стены, которая называлась Московской. Все исследователи древней Тамбовской крепости приходят к мнению, что, будучи высотой в 50 с лишним метров, она являлась самым высоким в то время деревянным сооружением, выстроенным на юге Российского государства. Такая высота башни объяснялась тем, что с западной и южной сторон, контролю над которыми она предназначалась, были возвышенные ландшафтные платформы. За ними скрывались ближайшие к крепости сторожевые посты. Чтобы увидеть из крепости сигнальные костры с этих постов, нужно было подняться на большую высоту, что и определило симиярусную конструкцию Московской башни. Её высота в сравнении с сегодняшними городскими строениями достигала 16-этажного дома. На рис. 4.13 представлен фрагмент из виртуального музея с изображением Московской башни в том виде, в каком мы её представляем в соответствии с информацией, собранной из разных источников.

К югу и к западу от крепостного кремля располагалась территория острога. На иллюстрациях нашей книги общий вид острога показан на рис. 4.7. Острог был окружён так называемой острожной стеной. О её особенностях мы узнали со страниц «Атласа к материалам для статистики Российской империи», вышедшего в 1839 году. Суммарная длина отрезков острожной стены доходила до 1800 метров. Здесь, как и на кремлёвской стене было установлено 12 башен, но расстояние между ними было больше, чем у кремлёвских. Сама стена и башни по высоте также заметно уступали аналогичным объектам кремля. Вывод из этого один – оборонительное значение острога уступало значению в обороне кремля.

Рис. 4.6. Вид на город со стороны реки Студенец

Рис. 4.7. Острог, церковь, дома служилых людей

Рис. 4.8. Церковь в центральной части города

Скорее всего (точных сведений не обнаружено), острожные стены крепости представляли собой непрерывные ряды вертикально вкопанных в землю брёвен с заострёнными верхами. В высоту они поднимались на 9-12 саженей, и примерно одна треть их была вкопана в землю. На некоторых участках этих стен размещались тарасы. Последние напоминали собой крепостные стены кремля, выстроенные «по городовому». В их боковой основе был сруб прямоугольной формы, внутреннее пространство которого засыпалось землёй или мелкими камнями. По верху засыпки обустраивалась площадка, пригодная для ведения с неё оборонительных действий.

В том, что конструкция острожных стен была именно такой, довелось лично убедиться одному из участников нашего авторского коллектива. Он оказался свидетелем непродолжительных археологических исследований, которые летом 2002 года имели место на улице К. Маркса в городе Тамбове. Почему «непродолжительных»? Дело в том, что объекты археологических исследований в виде остатков бывшей острожной стены Тамбовской крепости были вскрыты при рытье котлована под строительство здания нового торгового дома «Детский мир». Нельзя сказать, что они были обнаружены случайно. Тамбовские историки и краеведы, зная о том, что острожная крепостная стена могла проходить как раз в том месте, где было начато строительство, предупреждали об этом городское руководство. Когда же буквально в первый день начала работ эти предупреждения подтвердились, все были удивлены точностью предсказаний. Наверное, определённая доля уважения, вызванная этим фактом у представителей городских властей, и явилась причиной того, что земляные работы были приостановлены на некоторое время. Более того: были даны указания строительной бригаде по просьбе археологов-исследователей, прибывших на участок работ, помочь в проведении раскопок применением современной землеройной техники. В результате остатки врытой в землю острожной стены были вскрыты на отрезке длинной в 60-70 метров. Одному из авторов этой книги, как мы сказали, довелось поучаствовать в этих археологических раскопках. По его словам, то, что открылось под слоем земли в 2,5 – 3 метра, бесспорно, убеждало в том, что это могли быть только остатки древней крепостной стены. Тем не менее, инвесторы-строители, нацеленные на проведение строительных работ, а не археологических исследований, и поддержавшие их некоторые представители городских властей, стали убеждать городскую общественность через средства массовой информации в обратном. В результате через два дня все археологические исследования были остановлены, а строительство нового торгового объекта в Тамбове продолжено. Летом 2009 года на месте строительства подземного перехода на улице Советской в черте исторического ядра города земляные работы также с учётом предварительно высказанных возможностей выявили археологические объекты, относящиеся к XVII веку. На этот раз исследованиям этих объектов было уделено должное внимание, и они во многом подтвердили ранее высказанные предположения, и в то же время, вскрыли новые вопросы, связанные с первыми годами существования нашего города.

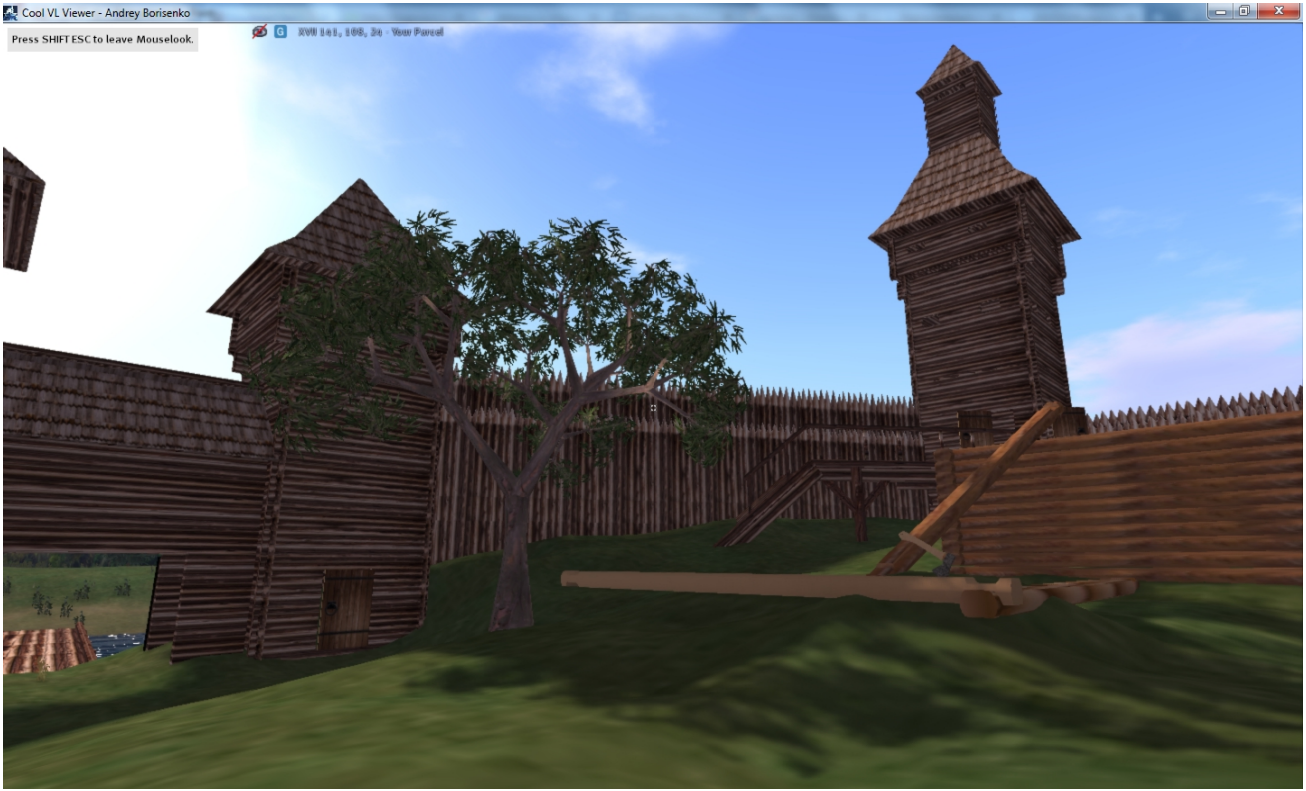


Рис. 4.5. Визуализация фрагмента модели восточной части территории крепости

Эти факты лишний раз подтверждают правильность тех выводов, которые тамбовские историки и краеведы в разные годы исследований высказывали, основываясь на старых материалах информационных источников. В частности, были подтверждены места расположения острожных и кремлёвских стен древней тамбовской крепости в XVII веке, которые вывел П.Н. Черменский в своих трудах.

В текстовых информационных материалах, с которыми мы работали, нет ссылок на чертёж начала XVIII века, описанный выше. С другой стороны неоднократно встречались упоминания на сведения, взятые из акта передачи города от одного воеводы другому в 1659 году[44].

Этими сведениями, как и выводами, сделанными из них в последующем историками и краеведами Тамбова, мы воспользовались в нашей работе, в частности, при выполнении компьютерных разработок для виртуального музея. На их основе выполнены те изображения, которые представлены на рис. 4.15, 4.13, 4.10, 4.11 и 4.12. Подводя итоги нашим предварительным работам с архивными материалами, мы можем дать следующее описание объектов, которые в середине XVII века находились на территории крепости. Наверное, главные объекты крепости располагались внутри кремля, и, несомненно, наиболее важным из них был воеводский двор. Он примыкал к северной части восточной стороны кремля и был отгорожен от других построек. По сути дела – это была резиденция воеводы и место проживания его семьи. Где-то рядом находилась съезжая изба, выполнявшая роль постоялого дома, в котором находили временный приют посыльные люди, вестовые и чиновники по особым поручениям, навещавшие Тамбов. Ещё внутри кремля располагались пороховой погреб, несколько зернохранилищ, пушечный амбар, тюрьма и соборная церковь. Это всё, что удалось узнать об объектах кремля в Тамбовской крепости. О некоторых из них нет больше никаких сведений. В виртуальном музее мы старались так скомпоновать эти объекты, чтобы в поле чертежа оказались только те из них, о которых имеется хоть какая-то информация. Остальные вошли только в изображения общего вида крепости, где представлены строения в виде рубленых домов, изб, хозяйственных построек и объекты явно военного назначения, такие как пушечные раскаты. Конечно, места расположения их на территории крепости предположительны, как и сами внешние виды этих объектов. Отсутствие какой- либо информации не позволяет выполнить эту работу с определённой точностью. И здесь мы оставляем авторское право на степень творческого выбора. Такой подход принят нами, исходя из других аналогичных работ по выполнению виртуальных изображений древне-русских крепостей, например, Белгородская крепость, заложенная на 40 лет раньше Тамбовской [48].

Однако ряд объектов древней Тамбовской крепости, их виды и содержания подтверждаются, хотя и малым количеством информационных источников прошлых лет. Например, таковым объектом является церковь в центральной части кремля (рис. 4.8). Она была заложена в первый день основания крепости и начала её строительства[49].

Рис. 4.9. Городской ров

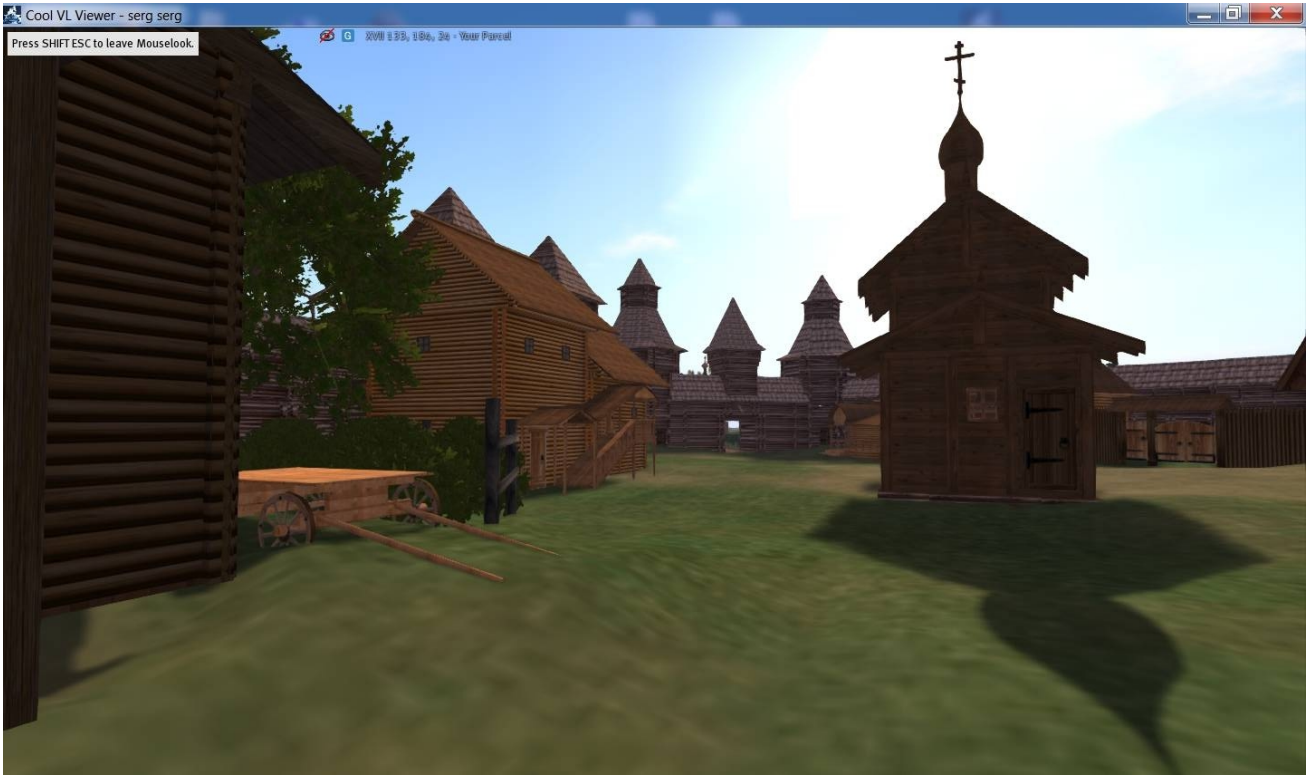


Рис. 4.10. Церковь и съезжая изба

Рис. 4.11. Двор воеводы

Рис. 4.12. Изба воеводы

Рис. 4.13. Вид на Московские ворота

Время не сохранило не только сами первые деревянные церкви города, но и их описания. Нет сведений и о том, как была построена эта церковь. Можно предположить, как это делают историки- исследователи в других российских городах, что сам принцип строительства церквей нисколько не отличался от строительства жилых объектов того времени. Это были четырёх – или восьмиугольные рубленые клети с шатровой кровлей. По этому принципу мы спроектировали для виртуального музея здание первой тамбовской деревянной церкви. В последующие годы (ближе к концу XVII века), когда была освоены территория к северо-востоку за речкой Студенец, и был основан Вознесенский женский монастырь, место это считалось в Тамбове престижным. Сказывалась близость воеводского двора и съезжей избы.

Сохранилось упоминание одной из первых церквей, находившихся на этом участке крепости, которое датировано 1659 годом. Там сказано: «…позади той слободы пушкарской – сторожевая казачья слобода, а в ней церковь Рождества Господа Бога и Спаса Нашего Иисуса Христа с пределом, а что у этой церкви образов и книг, и риз, и всякой церковной утвари, и колоколов – и тому роспись у рождественского попа Тимофея. Да в той же слободе построен государев двор для приезду голов со всяким дворовым строеньем: а у тех казаков голова Перфилей; а в той слободе живут полковые казаки…» [50].По сути дела, это – единственные текстовые материалы, рассказывающие о первых церквях в Тамбове в середине XVII века. Исходя из сказанного, мы приняли решения по видам, которые на наш взгляд, могут отражать ту ситуацию с внешним изображением и внутренним наполнением деревянной церкви, которая представлена на рис. 4.8.

Должны остановиться ещё на одном аспекте, который послужил нам поводом для принятия некоторых решений в связи с определением истинной картины вещей. Той, что на наш взгляд, имела место быть в далёком прошлом. В качестве такого аспекта мы, простите за банальность, принимали – здравый смысл. Западная сторона кремлёвской стены и параллельная ей западная сторона острога проходят строго по направлению стрелки компаса. Мы не сомневаемся в том, что у первостроителей крепости не было никакого компаса. Однако отклонения осевых линий улиц Советской и К. Маркса, первая из которых была проложена по тому отрезку Большой Астраханской дороги, которая в XVII веке проходила через крепость, от стрелки компаса составляют 1,5 – 2 градуса – не больше. Наверняка, первостроители крепости ориентировались на Северную Полярную звезду. К тому же речка Студенец, протекавшая с северной стороны, в этом месте тянется с запада на восток, и мост, перекинутый через неё по Большой Астраханской дороге, в таком случае будет перпендикулярно соединять два противоположных берега, что является оптимальным вариантом. Почему, в таком случае, южная сторона кремля не ориентирована по сторонам света, а проложена не под прямым углом к западной стороне. Значит, был другой, более оптимальный вариант, который и был принят, исходя из здравого смысла. Действительно, южная сторона крепостной стены прошла по линии водораздела между двумя холмами, которые в то время были здесь.

Рис. 4. 14. Городское подворье

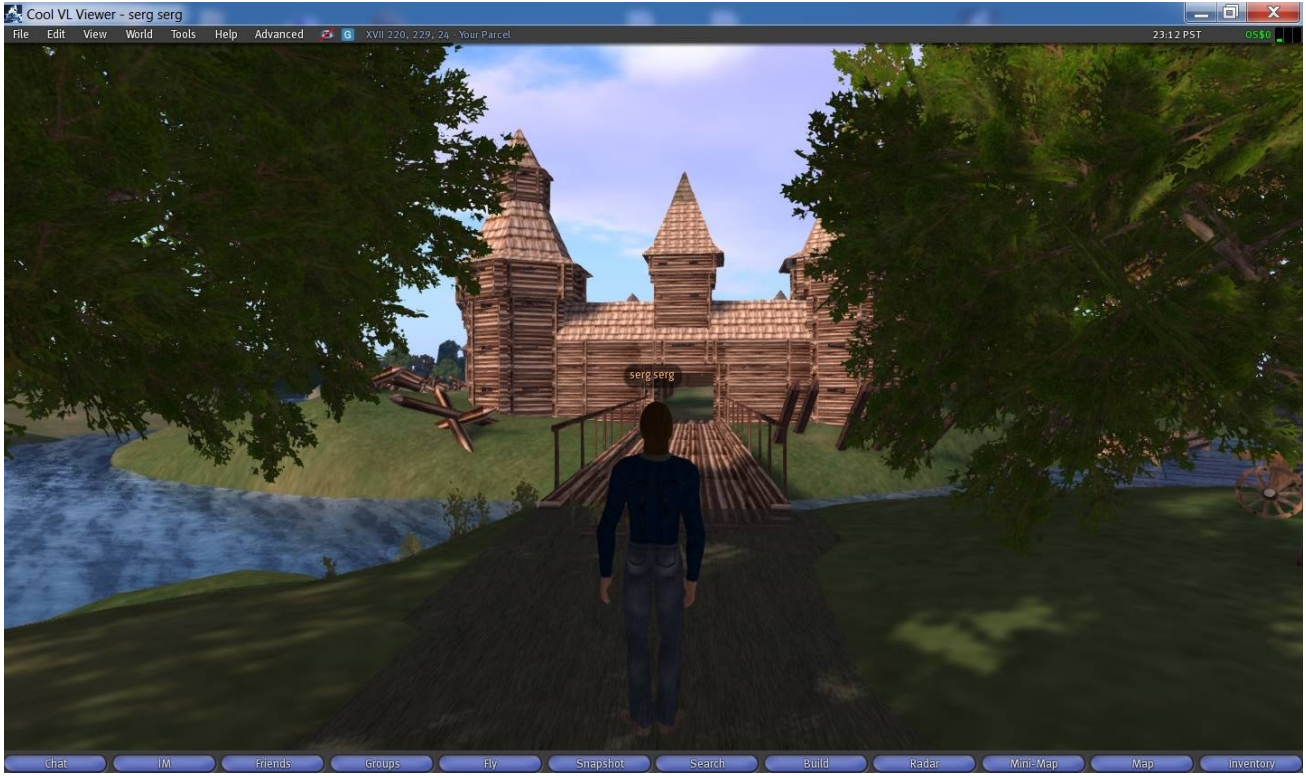


Рис. 4.15. Проездные ворота у Полковой слободы

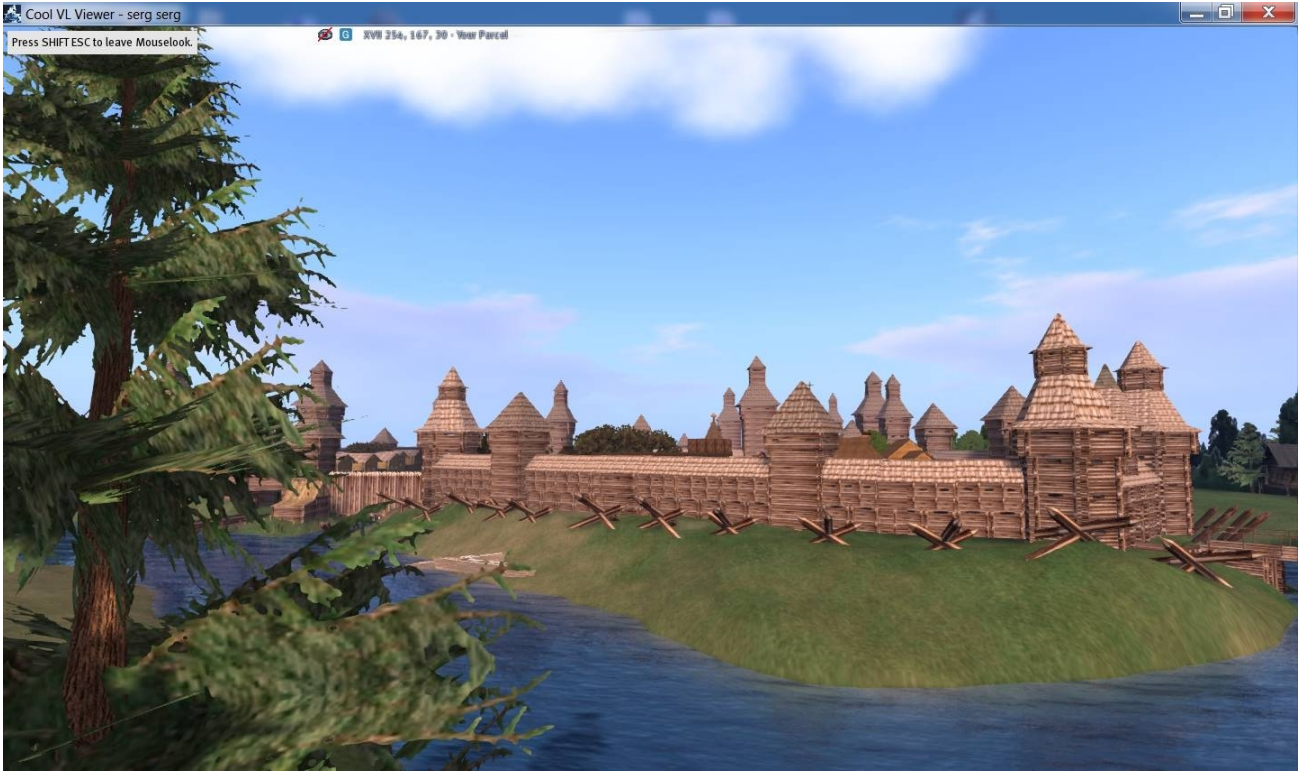


Рис. 4.16. Вид на город со стороны реки Цна

Рис. 4.17. Проездные ворота

До сих пор есть свидетельства подтверждающие это. Стену возвели вдоль северной стороны водораздельного оврага, а сам овраг послужил дополнительной естественной преградой и давал преимущество для крепости. Перечень таких примеров можно продолжить. И, как мы считаем, они не требуют поиска ответов на подобные вопросы в архивах. Здесь нужно принимать во внимание опыт, практику и здравый смысл, которые всегда бы присущи людям, занимавшимися таким важным делом, как возведение оборонительных рубежей.

Завершая разговор о виртуальном музее Тамбовской крепости, вкратце рассмотрим дальнейший путь её формирования и служения Российскому государству. В святой праздник Покрова в 1637 году строительство новой порубежной крепости в центре засечной черты, протянувшейся от реки Десна - на западе, до реки Волга – на востоке, закончилось. Крымским и ногайским татарским отрядам был перекрыт один из самых удобных для них путей, по которому те совершали набеги на южные окраины бывшего Рязанского княжества. Ещё в процессе строительства крепость прошла проверку. Её гарнизон доказал свою обороноспособность тем, что не только смог остановить набеги кочевников, но и дал им решительный отпор. Теперь татары стали бояться лишний раз появляться на территории, которую контролировал гарнизон новой крепости Тамбов. Первые массовые набеги татар, предпринятые ими в период с 1642 по 1645 годы, заставили активизировать ответные меры со стороны русских. Теперь, в самом начале царствования царя Алексея Михайловича, было уделено большое внимание не только строительству крепостей, которых было уже достаточно, а и тем опорным линиям сопротивления, которые соединяли эти крепости. В последующих годах интенсивно шло строительство Тамбовского вала (другое название – Татарский вал) близ крепости Тамбов. Этими работами занимался князь стольник И.И. Ромадановский [51]. Эти меры оказались своевременными, т.к. в начале 60-х годов XVIIвека татарские набеги вновь участились. Теперь уже татары утратили эффект внезапного нападения. Их перемещения вдоль непрерывной линии укреплений близ Тамбова в поисках места прохода через черту, постоянно фиксировались охранниками на линиях рубежей и своевременно приводили в состояние боевой готовности воинские подразделения защитников этих рубежей. В целом строительство новых укреплений на южной границе Русского государства в период царствования первого и второго царей из династии Романовых сыграло важную роль в дальнейшем экономическом, социальном и политическом укреплении Московского государства. Крепость Тамбов почти 80 лет выполняла своё военное функциональное назначение. Однако в начале XVIIIвека Азовские походы молодого императора России Петра Первого значительно отодвинули границы государства далеко на юг. Уже в конце царствования императора Петра крепость Тамбов постепенно стала менять свое военное назначение на развитие экономических, торговых и хозяйственных направлений, превращаясь в административный центр большого района России в юго-восточной Черноземном крае.

Глава 5.

ВИРТУАЛЬНЫЙ МУЗЕЙ

В рамках проекта создания информационных систем «Виртуальный музей истории градостроительства центральной части города Тамбова», проект № 15-01-12012, авторами создан информационный ресурс, доступ к которому можно осуществить по ссылке: http://heritage.tstu.ru/. Вид основного окна ресурса приведен на рис. 5.1.

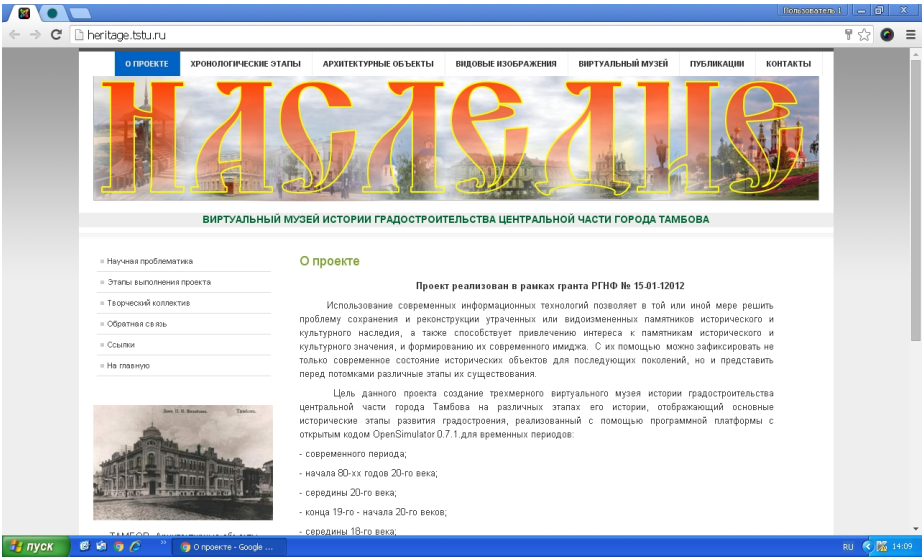


Рис. 5.1. Основное окно информационного ресурса

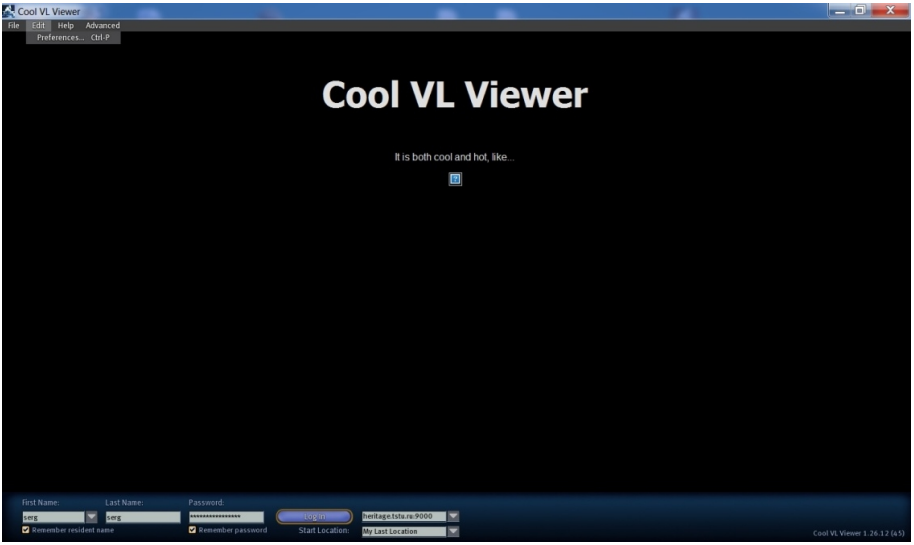
Одним из основных элементов ресурса является виртуалный музей объектов центральной части города Тамбова. Вход в музей осуществляется следующим образом.

Для входа в Виртуальный музей скачайте на свой компьютер Cool VL Viewer для своей операционной системы. Скачать Cool VL Viewer можно по адресу: http://www.advanceduninstaller.com/Cool-VL-Viewer-1_26_12-00bb96c6fa8c9b056d1f73c9b63b7095-application.htm . Вы также можете воспользоваться любым удобным для вас просмотрщиком виртуальных миров OpenSim.

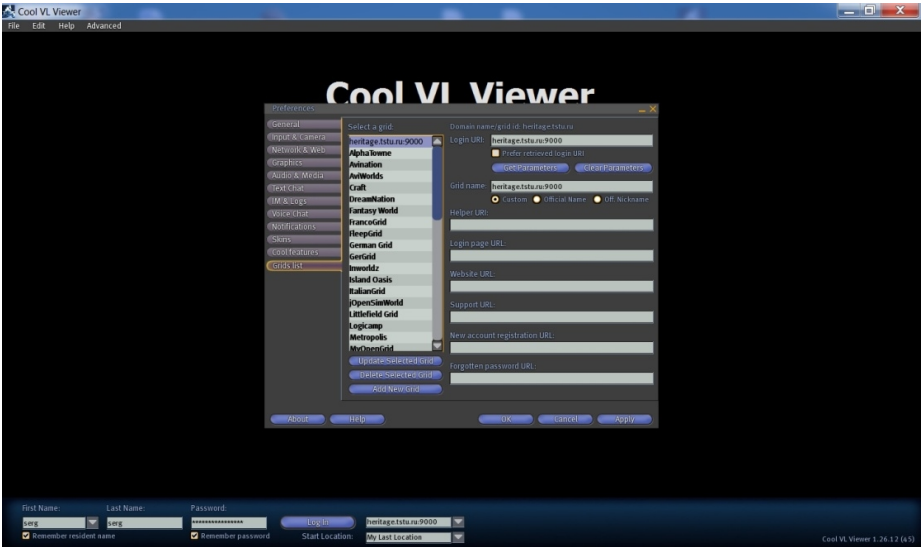
Настройка Cool VL Viewer

1. Установите Cool VL Viewer на свой компьютер.

2. Запустите Cool VL Viewer.
3. В верхнем меню выберите пункт **Edit → Preferences ... Ctrl-P**.

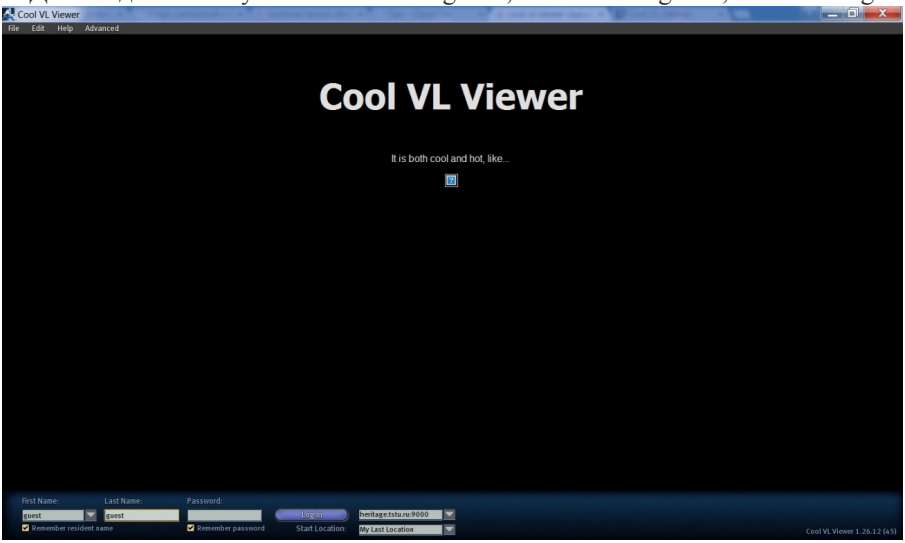


4. Создайте новую ссылку **Login URL:** heritage.tstu.ru:9000.



5. **Grid name** можно написать любой. Остальные поля можно не заполнять. Сделайте **Add New Grid**.

6. Для входа используйте **First Name:** guest ; **Last Name:** guest ; **Password:** guest .



7. Всё! Входите.

На рис. 5.2 показан вид окна информационного ресурса для входа в виртуальный музей.

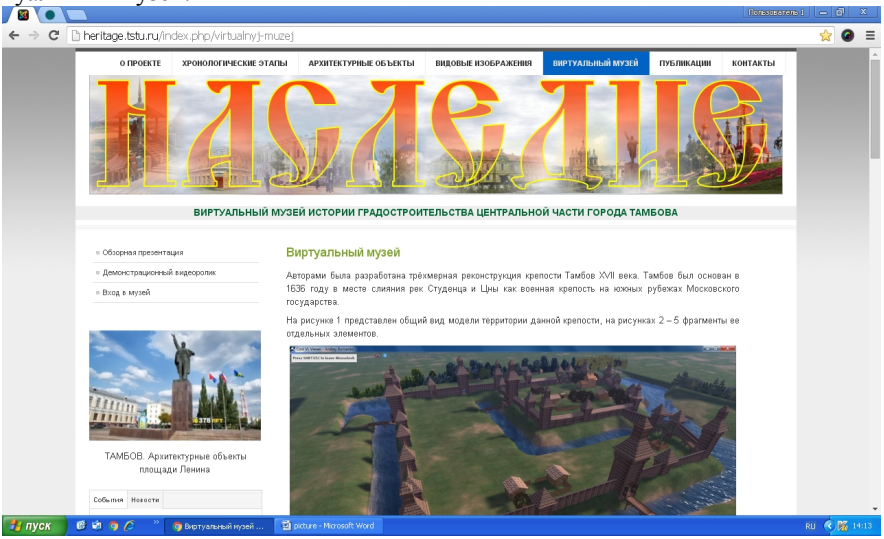


Рис. 5.2. Окно информационного ресурса для входа в музей

Историческая справка. В XVI – XVII веках для защиты от набегов от кочевников Дикого поля по новым границам Московского царства была построена уникальная система оборонительных укреплений, названная Белгородско-Симбирской засечной чертой. Максимально использовались географические особенности местности: холмы, болота, леса, реки.

При рациональном размещении узлов сопротивления рельеф позволял относительно малыми силами организовать оборону.

Там где естественных препятствий не было, возводились инженерные заграждения: засеки, рвы, валы, частики (частоколы), надолбы. Узлами обороны (опорными пунктами) Черты были деревянные крепости (остроги). Одной из таких крепостей стал Тамбов.

Крепость Тамбов вместе с Козловым (ныне г. Мичуринск), построенным примерно в то же самое время, находится на самом стыке двух частей Черты. Разделение на Белгородскую и Симбирскую части было сделано для удобства управления.

С точки зрения развития города местонахождение его выбрано не слишком удачно. Реки Цна и Студенец, в месте слияния которых построен Тамбов, малопригодны для судоходства. Стоит напомнить, что реки – это естественные торговые артерии страны и большинство крупных городов расположены по берегам рек. Но, с точки зрения удобства защиты южных границ Московского государства, расположение города вполне разумно. Крепость заложили на холме при слиянии рек Цны и Студенца среди лесов и болот на Святую Пасху (17 апреля) 1636 года. Надо сказать, что место строительства новой крепости было выбрано царским воеводой и стольником Романом Бобарыкиным самостоятельно и отличалось от запланированного ранее. Планировалось крепость построить несколько южнее на месте древнего мордовского поселения. Местные жители покинули эти места еще в XIII веке во время монгольского нашествия, но название – Тонбов - сохранилось и спустя 300 лет. Но, как уже говорилось выше, воевода перенес место строительства крепости в другое место, сохранив при этом древнее название – Тонбов.

Строительство проходило в условиях постоянных нападений кочевников, приходивших под стены крепости чуть ли не ежедневно. Отбив нападение, защитники крепости, снова брались за топоры. Крепость строилась необычайно быстро и уже к празднику Святого Покрова крепость была в основном построена и освящена.

О том, как выглядела крепость Тамбов в XVII веке известно немногое. Известно число башен, ворот, высота стен, однако чтобы представить себе облик крепости этого недостаточно. В своей реконструкции мы руководствовались знаниями о подобных крепостях Засечной Черты XVI – XVII веков, географическими особенностями данной местности, а также военной теорией того времени. Основываясь на этой информации, с достаточной степенью достоверности можно составить представление о крепости. Что и было сделано в нашем ВИРТУАЛЬНОМ МУЗЕЕ.

Рис. 5.3. Тын

Рис. 5.4. Полати

Рис. 5.5. Подпорки

Рис. 5.6. Тарасы

Остановимся несколько подробнее на некоторых *экспонатах* нашего виртуального музея.

Тын – простейший тип крепостной стены. Тыном, или частиком был обнесен острог и представлял собой частокол из вкопанных в землю плотно подогнанных друг к другу бревен заостренных сверху (рис. 5.3). Отсюда, вероятно, и название – *острог.*

Однако высокий тын, а в Тамбове он достигал 6 метров, требует дополнительных креплений. Для укрепления его использовался второй ряд бревен, также врытых в землю и скрепленный с первым рядом.

Также функции подпорок выполняли *полати,* деревянные «козлы» вдоль тыновой стены внутри крепости (рис. 5.4.). Полати были просты по конструкции и удобны для организации «верхнего боя» - стрельбы поверх тына.

Деревянной стене присущ один существенный недостаток – недолговечность. Врытые в землю колья через некоторое время подгнивали, и стена теряла прочность. Чтобы замедлить процесс разрушения для удерживания стены использовали наклонные подпорки. Впрочем, на особо важных участках стены такие подпорки могли ставиться и сразу, в момент строительства. Иногда такие подпорки острым концом выступали наружу и назывались *«иглами»* (рис.5.5).

Однако, тыновые стены не могли серьезно противостоять огнестрельному оружию, особенно артиллерии. Поэтому в XVI – XVII веках в деревянном крепостном зодчестве появляются новые элементы *городни* или *тарасы* Они представляли собой рубленные двухэтажные конструкции. Городни – это отдельные срубы поставленные вплотную друг к другу. Такой способ возведения стены имел существенный недостаток – отдельные срубы, попадая на разную почву могли давать разную осадку, что приводило к искривлению стены и уменьшения ее прочности. Кроме того в местах стыков подвергаясь в большей степени воздействия атмосферной влаги срубы могли подгнивать, что также не способствовало прочности стен.

Этот недостаток отсутствовал в стене, рубленной *тарасами*. *Тараса* – это ячейка стены между двумя *перерубами*, то есть поперечными стенками (рис.5.6). Иными словами, стена, рубленная *тарасами,* представляла собой цельную деревянную конструкцию, более прочную чем городни.

Таким образом, технология создания трёхмерного виртуального мира позволила авторам выполнить историческую реконструкцию крепости Тамбов XVII века.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минский М. Фреймы для представления знаний - [Электронный ресурс] / М. Минский. – Режим доступа: http://a-future.ru/frejjmy-dlya-predstavleniya-znanijj-m-minskijj.html.
2. Немтинов В.А. Методологические основы ретроспективного анализа объектов исторического и культурного наследия с использованием информационных технологий [Текст] / В.А. Немтинов, А.А. Горелов // КЛИО. 2008. № 3 С. 3-8.
3. Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» № 73-ФЗ от 25.06.2002.
4. Де Мерс М.Н. Географические информационные системы. Основы. [Текст] / М.Н. Де Мерс. - М.: Дата+, 1999. 306 с.
5. Горелов А.А. Тамбов. Справочник – путеводитель (центральная часть) [Текст] / А.А. Горелов, Ю.К. Щукин. – Тамбов, 1999. – 148 с.
6. Михалевич, В.С. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем [Текст] / В.С. Михалевич, В.Л. Волкович. - М.: Наука, 1982. 256 с.
7. Немтинов В.А. Информационный анализ объектов культурного наследия с использованием ГИС-технологий [Текст] / В.А. Немтинов, А.А. Горелов, М.И. Кудрявцев, К.В. Немтинов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2005. Т. 11. № 4. С. 1001 – 1012.
8. Города России. Энциклопедический словарь. [Текст] - М., 1996. 248 с.
9. Горелов А.А. Шли годы… Хронология дат и событий, связанных с городом Тамбовом за период с 1636 по 1918 год. [Текст] / А.А. Горелов, Ю.К. Щукин. - Тамбов, 2002. 135 с.
10. Горелов А.А. Эпоха заводских гудков (о становлении индустриальной базы города Тамбова) [Текст] / А.А. Горелов.- Тамбов, 2007. 98 с.
11. Молева, Н.М. Москва – столица. / Н.М. Молева. – М., «ОЛМА-ПРЕСС», 2003. 97 с.
12. Кузнецов Н.С. Начертательная геометрия: Учебник для вузов. / Н.С. Кузнецов – М.: Высшая школа. 1981. 186 с.
13. Горелов А.А. Тамбов. Справочник-путеводитель (западная часть). / А.А. Горелов, Ю.К. Щукин. – Тамбов, 2011. 267 с.
14. Немтинов В.А. Информационные технологии при создании пространственно-временных моделей объектов культурно-исторического наследия: монография / В.А. Немтинов А.А. Горелов, П.А. Острожков, Ю.В. Немтинова и др.; М-во обр. и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ТГТУ». Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2013. 216 с.
15. Немтинов В.А. Технология создания пространственных моделей территориально распределенных объектов с использованием геоинформаци-

онных систем /Немтинов В.А., Манаенков А.М., Морозов В.В., Немтинов К.В. // Информационные технологии. 2008. № 8. С. 23-25.
16. Немтинов В.А. Пространственно-временная модель объекта культурно-исторического наследия / В.А. Немтинов, А.А. Горелов, П.А. Острожков и др. // Информационные технологии. 2010. № 7. С. 36 –39, обложка.
17. Немтинов В.А. Моделирование объектов культурно-исторического наследия - основа клиометрических исследований / Немтинов В.А., Горелов А.А. // Клио. 2010. № 4. С. 3-7.
18. Немтинов В.А. Виртуальное моделирование объектов культурно-исторического наследия с использованием ГИС-технологий /В.А. Немтинов, В.В. Морозов, А.М. Манаенков / Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2011. Т. 17. № 3. С. 709-714.
19. Немтинов В.А. Ретроспективный анализ городского участка исторической застройки с целью построения его пространственно-временной модели на примере соборной площади г. Тамбова / В.А. Немтинов А.А. Горелов, Ю.В. Немтинова, П.А. Острожков / Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2011. № 4. С. 41 – 46.
20. Горелов И.А. Компьютерные технологии при решении вопросов развития территорий городских муниципальных образований / И.А. Горелов, В.А. Немтинов // Информационное общество. 2014. № 1. С. 49-54.
21. Аникеева С.О. Воссоздание утраченных памятников истории и архитектуры с помощью технологии BIM (на примере дома с печкой, с. Паново, красноярский край) / С.О. Аникеева // Вестник Томского государственного университета. История – 2013. Т. 23. № 3. С. 7–9.
22. Войтин А.. О. Новые подходы к сохранению и актуализации культурного наследия / А. .О. Войтин, В.М. Тютюнник // В мире научных открытий – 2014. – Т. 52. № 4. С. 37–44.
23. Косенкова К.Б. Современные тенденции использования 3D-реконструкций памятников историко-культурного наследия / К.Б. Косенкова // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина – 2014. Т. 2. № 2 . С. 218–225.
24. Петрова Ю.А. Практика виртуальной реконструкции средовых объектов, 2011. – 81–86с.
25. London Charter for the computer-based visualisation of cultural heritage. Draft 2.1. [Электронный ресурс]. URL: http://www.londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london_charter_2_1_en.pdf.
26. OpenSimulator - open source multi-platform, multi-user 3D application server [Электронный ресурс]. URL: http://opensimulator.org.
27. Немтинов В.А. Создание геоинформационного портала исторически значимых объектов тамбовского региона / В.А. Немтинов, А.А. Горелов, П.А. Острожков, А,М. Манаенков, Ю.В. Немтинова // Геоинформатика.

2014. № 2. С. 63 -66.
28. Афанасьев А.Н. Виртуальные миры в электронном обучении Ульяновск, 2014. – 100–103с.
29. Что такое “Виртуальный Мир”? [Электронный ресурс]. URL: http://world2.ru/story/680.html.
30. Ключевский В.О. Сочинения. Т. III. Курс русской истории. Ч. 3. М., 1957. С. 148.
31. Мизис Ю.А.. Воевода Московского царства. – Тамбов, ОАО «Изд. Дом «Мичуринск», 2012, - 368 с.
32. Известия Тамбовской учёной архивной комиссии. Вып. 58. Тамбов, 1918, с.148-151.
33. Мизис Ю.А.//Тамбовская правда. – 1984. – 6 дек.
34. Дубасов И.И. Очерки из истории Тамбовского края. Тамбов, 1993, - с. 300
35. Мизис Ю.А. Заселение Тамбовского края в XVIIи XVIIIвеках. Тамбов, 1990. С. 14.
36. ИТУАК. Вып. 33. 1891. С. 49-53.
37. РГАДА(Российский государственный архив древних актов). Ф. 210. Столбцы приказного стола. 3 103. Л. 47-48.
38. ИТУАК. Вып. 41, 1897. С.151.
39. РГАДА. Ф. 210. Столбцы Белгородского стола. № 175. Л. 71.
40. Мизис Ю.А. Воевода Московского царства. – Тамбов, ОАО «Изд. Дом «Мичуринск», 2012, - 79 с.
41. Климкова М.А.. Соборная площадь города Тамбова. – Тамбов: ОАО «Тамбовская типография «Пролетарский светоч», 2011, - 10 с.
42. Черменский П.Н. Прошлое Тамбовского края. – Тамбов, книжное изд-во, 1961, - 200с.
43. Алленова В.А., Мизис Ю.А. История Тамбовского краеведения (XIв. – 30-е годы XX века). Монография – Тамбов. Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина, 2002, - 331с.
44. Известия Тамбовской учёной архивной комиссии. Вып. 6, с.10-27.
45. Известия Тамбовской учёной архивной комиссии. Вып. 19, с. 41-49.
46. Мизис Ю.А. Заселение Тамбовского края в XVII – XVIIIвеках. Учебное пособие. Тамбов 1990, с. 106.
47. ЦГВИА. Ф 349, оп. 59, д. 179.
48. belstory.ru/biblioteka/books/belgorodskiy-kremly.html
49. ИТУАК. Вып.42, 1897, С. 20.
50. Известия Тамбовской учёной архивной комиссии. Вып. 6, с. 10 – 27.
51. ЦГАДА (Центральный государственный архив древних актов). Ф.210. Столбцы приказного стола. № 561. Л.579-580.

Научное издание

Немтинов Владимир Алексеевич
Горелов Александр Алексеевич
Борисенко Андрей Борисович
Трюфилькин Сергей Валентинович
Немтинова Юлия Владимировна

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ г. ТАМБОВА

Монография

Печатается в авторской редакции