

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет математики и информатики
Кафедра информационных и управляющих систем
Направление подготовки: 09.04.04 – Программная инженерия
Направленность (профиль) образовательной программы
«Управление разработкой программного обеспечения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой





А.В. Бушманов


«10» июля 2020 г.

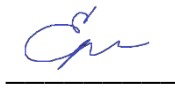
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

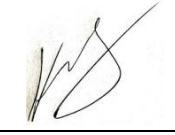
на тему: Компьютерная реконструкция ретроспективы
развития Албазинского острога.

Исполнитель
студент группы 857ом  20.06.2020 А.А. Мыльников
(подпись, дата)

Руководитель
профессор, доктор техн. наук  20.06.2020 И.Е. Ерёмин
(подпись, дата)

Руководитель научного
содержания программы
магистратуры  03.07.2020 И.Е. Ерёмин
(подпись, дата)

Нормоконтроль  03.07.2020 В.В. Ерёмина
(подпись, дата)

Рецензент  09.07.2020 Р.А. Кузьменко
(подпись, дата)


Благовещенск 2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет математики и информатики
Кафедра информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

 А.В. Бушманов
«03» февраля 2020 г.

ЗАДАНИЕ

К магистерской диссертации студента группы 857-ом Мыльников
Александра Александровича.

1. Тема магистерской диссертации: Компьютерная реконструкция ретроспективы развития Албазинского острога.

(Утверждено приказом от 30.04.2020 № 810-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта) 20.06.2020.

3. Исходные данные к магистерской диссертации: исторические и археологические изыскания, существующие макеты Албазинского острога, научные работы и публикации по истории Албазинского острога.

4. Содержание магистерской диссертации (перечень подлежащих разработке вопросов): историческая компьютерная реконструкция, анализ и выбор программного обеспечения, разработка 3D-моделей, разработка компьютерной реконструкции ретроспективы развития албазинского острога в среде UNITY.

5. Перечень материалов приложения: нет.

6. Рецензент магистерской диссертации: генеральный директор ООО «Тематика» Кузьменко Р.А.

7. Дата выдачи задания 01.09.2019.

Научный руководитель магистерской диссертации: профессор,
доктор техн. наук Ерёмин И.Е.

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация содержит 124 с., 52 рисунка, 70 источников.

3D-ТЕХНОЛОГИИ, IT-ТЕХНОЛОГИИ, 3D-ГРАФИКА, 3D-ДИЗАЙН, 3D-ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Целью данной выпускной квалификационной работы является создание компьютерной ретроспективы развития Албазинского острога и построение виртуальных трехмерных моделей составляющих элементов острога и сцены для реализации функции виртуальной инструкции.

Задачами данной выпускной квалификационной работы являются:

- анализ актуальности 3D технологий;
- обзор программ для реализации цели;
- создание трехмерных объектов для воссоздания исторического облика Албазинского острога, на протяжении всего периода его существования;
- построение трехмерной сцены для реализации функции виртуальной экскурсии.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| 1 КОМПЬЮТЕРНАЯ ИСТОРИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ | 8 |
| 1.1 Информационные технологии в решение исторических задач | 8 |
| 1.1.1 Применение IT-технологий в исторических исследованиях | 8 |
| 1.1.2 Историческая информатика | 10 |
| 1.1.3 Воспроизведения облика утраченных объектов | 12 |
| 1.2 Краткая историческая справка | 15 |
| 1.2.1 Черниговский (воровской) острог | 15 |
| 1.2.2 Большой государственный острог | 17 |
| 1.2.3 Дерево-земляная крепость | 20 |
| 1.3 Физические макеты Албазинского острога | 24 |
| 1.4 Выводы по главе | 27 |
| 2 ПРОГРАММНЫЙ ИНЖИНИРИНГ РЕШЕНИЯ ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ | 30 |
| 2.1 Обзор пакетов 3D-моделирования | 30 |
| 2.1.1 Программный пакет – Autodesk 3D MAX | 30 |
| 2.1.2 Программный пакет – Blender | 35 |
| 2.1.3 Программный пакет – Maxon Cinema 4D | 42 |
| 2.1.4 Редактор трёхмерной графики Autodesk – Maya | 49 |
| 2.2 Предварительный алгоритм решения задачи | 57 |
| 2.3 Характеристика выбранного программного обеспечения | 61 |
| 2.3.1 Обоснование выбора программного обеспечения Blander | 61 |
| 2.3.2 Общие характеристики среды разработки Unity | 65 |
| 2.4 Выводы по главе | 74 |
| 3 РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ | 81 |
| 3.1 Острог Никифора Чернигова | 81 |
| 3.1.1 Реализация рельефа местности | 81 |
| 3.1.2 Реализация 3D-модели | 83 |

| | |
|--|-----|
| 3.3.3 Имитация природных эффектов | 88 |
| 3.2 Государственный Албазинский острог | 90 |
| 3.2.1 Реализация 3D-модели | 90 |
| 3.2.2 Имитация фортификационных укреплений | 101 |
| 3.3 Албазинская пограничная крепость | 102 |
| 3.3.1 Фортификационное изменение рельефа | 102 |
| 3.3.2 Реализация 3D-модели | 104 |
| 3.3.3 Построение виртуальной трехмерной сцены в приложения Unity | 106 |
| 3.4 Выводы по главе | 115 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 117 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 118 |

ВВЕДЕНИЕ

3D графика – это совокупность инструментов и приемов, с помощью которых можно создавать объемные объекты. Трехмерная графика довольно часто встречается в самых разных областях нашей жизни. Чаще всего почти невозможно определить, что фотография, которую опубликовали в рекламе, фактически является искусной трехмерной моделью, которая неотличима от настоящего сфотографированного объекта. Использование 3D визуализации – это очень эффективно, наглядно и свежо в наше время. Создание 3D объектов дает возможность увидеть предметы, несуществующие на данный момент, или те, которые существуют, но отсутствует возможность увидеть их вживую. 3D дизайн постепенно становится всё более востребованной услугой.

Современные технологии в области 3D графики уже сегодня дают возможность применять трехмерную графику в проектировании не только отдельных объектов, но и целых миров. Это открывает доступ к новым возможностям для исполнителя и заказчика в частности.

Трехмерная графика считается незаменимым средством для демонстрации разного рода сложных технических узлов, многоступенчатых производств, архитектурных сооружений. Трехмерные модели наглядно показывают все особенности строения объекта, его мельчайшие элементы, которые скрыты от глаз наблюдателя. На сегодняшний момент 3D изображения являются пиком совершенства в дизайнерской индустрии.

Принимая во внимание вышесказанное, становится ясно, что построение трехмерных объектов и сцен является очень перспективным направлением деятельности.

Целью данной выпускной квалификационной работы является создание компьютерной ретроспективы развития Албазинского острога и построение виртуальных трехмерных моделей составляющих элементов острога и сцены для реализации функции виртуальной инструкции.

Задачами данной выпускной квалификационной работы являются:

- анализ актуальности 3D технологий;
- обзор программ для реализации цели;
- создание трехмерных объектов для воссоздания исторического облика Албазинского острога, на протяжении всего периода его существования;
- построение трехмерной сцены для реализации функции виртуальной экскурсии.

1 КОМПЬЮТЕРНАЯ ИСТОРИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ

1.1 Информационные технологии в решение исторических задач

1.1.1 Применение IT-технологий в исторических исследованиях

Стремительное развитие цифровых технологий привело к тому, что появились разнообразные, выходящие за рамки, стандартных, программные и алгоритмические разработки, свидетельствующие о том, что историческая информатика действительно является самостоятельной научной дисциплиной, которая имеет не только свой сектор исследования, но и свои специальные методические инструменты.

Если рассматривать программные теоретико-информационные разработки в данной сфере, то их можно представить следующим образом:

- возможности для реализации функций редактирования, поиска и индексирования.[26];

- вопросы компьютерного моделирования исторических процессов уже более двух десятилетий изучают на кафедре исторической информации МГУ;

- компьютерное моделирование вопросов социальной мобильности крестьян 19-20 веков, а также мелких торговцев, рассмотрено в работах Л.И. Бородкина, М.А. Свищева [8];

- динамика дифференциации оплаты труда рабочих рассмотрено в работах Л.И. Бородкина и Т. Я Валетова.

В конце 20 века начало активно уделяться внимание модельным разработкам нелинейных моделей исторических процессов, основной задачей которых было выявление неустойчивых связей в них.

В работах А.Ю. Андреева, Л.И. Бородкина рассматриваются на основе синергетического подхода модели предреволюционных выступлений в России 19 века.

Следует отметить математический анализ, где особое внимание уделялось воинским функциям древних народностей – В. Н. Слонов.

Моделирование демографических циклов древних народностей проведено в работе С. А. Нефедова.

А.Л. Пономарев, посредством применения метода Монте-Карло воссоздал важнейшие социально-экономические процессы Византии.

Н.А. Полевым была смоделирована динамика цен на рожь на внутреннем рынке России во второй половине 18 века.

Ю.П. Бокаревым было проведено моделирование возможной альтернативы выхода России начала 1920 года в условиях нестабильной экономики.

Также следует отметить, что за последнее десятилетие разработано немало вариаций дальнейшего развития событий, на основании нелинейной динамики сельскохозяйственных и индустриальных обществ.

Существенный факт – ученые ведут активную работу в области имитационного моделирования исторических культурных процессов.

Также уделено внимание нелинейной модели динамики миграции большого количества людей раннего палеолита в работах В. Л. Новосевича и В.В. Ляхова.

Государственный курс массовой информатизации образования и науки позволяет оптимизировать область для научного диссертационного исследования по историко – культурному направлению. Инновационный потенциал автоматизированных средств обработки массивов исторических данных гарантирует актуальность исследовательского процесса и преподавательской практики. Кроме того, за недолгий период внедрения принципов теории информации в исторические исследования, изучение информационных технологий в исторических изысканиях велось напрямую педагогами нового поколения. Количество работ историографической направленности, выполненных с учетом традиционных для российской историографии требований к научным изысканиям, не так значительно. Полемика относительно понятия информационных принципов не завершена, но и набирают обороты.

Из этого следует, актуальность исследования инновационных методов исторического исследования вытекает из логики общественной значимости исторических изысканий в условиях глобализации, а также из объективности про-

цесса накопления материальных благ и расширения информационных технологий в области исторического исследования. Здесь главный акцент – изучить динамику и инновационные возможности информационных методов исторического исследования по работам российских ученых последней трети XX века.

1.1.2 Историческая информатика

Историческая информатика – научная дисциплина, изучающая особенности и принципы процесса информатизации в области исторической науки и образования. В основе исторической информатики лежит комплекс теоретических и прикладных интеллектуальных изысканий, необходимых для использования передовых информационных технологий в научной практике и историческом исследовании. [26].

В научных изысканиях основное внимание уделяется работе над теоретическими и прикладными проблемами и цифровизации исторической науки и образования. Особое внимание уделяется проблематике перевода в цифровой формат, сохранения, документирования, визуализации и изучения историко-культурного наследия, прежде всего исторических документов и записей, на основе создания полнотекстовых историко-ориентированных информационных систем. Проекты создания и развития таких систем поддержаны ведущими российскими научными деятелями исторической науки.

Если рассматривать историческое развитие применения цифровых технологий в изучении истории, то в сфере гуманитарных наук данный анализ водится на междисциплинарном уровне.

Согласно анализу научных достижений прошлого века, можно сделать вывод о том, что в результате революционного прорыва в теории рассматривания исторических процессов в силу научно-технического прогресса идет формирование совершенно новых междисциплинарных направлений в гуманитарной сфере.

Связи между современным научным познанием и историческим развитием проявляется в виде разнообразных научных направлений, к которым относят:

- историческую информатику;

- моделирование с исторической позицией теорию синергетики;
- цифровое источниковедение.[30].

В результате революционного прорыва в области электронно-вычислительной техники, активно стали развиваться такие направления, как клиометрика, цифровые технологии в области исторических исследований.

Доказано, что при совершенствовании той или иной методики все ее составляющие находятся на одной позиции. А появление электронно-вычислительных машин позволило активно применять методы естественных наук в исторических исследованиях.

Именно, в результате данных научных исследований, появления цифровых технологий и их внедрения в гуманитарные науки клиометрика выделилась в отдельное научное направление, которое сегодня носит название научной информатики.

Историческая информатика сегодня является полностью сформировавшимся научной дисциплиной.

Существование исторической информатики как сформировавшейся научной дисциплины бесспорно, имеющей не только свой предмет, но и свой специальный методологический инструментарий, разрабатываемый как специалистами в Российской Федерации так и зарубежным ученым сообществом.

Бесспорно и то, что она на сегодняшний день занимает свое место среди междисциплинарных наук как самостоятельное научное направление, и как вспомогательная дисциплина в системе исторической науки [25]

Комплекс проблем рассматриваемых исторической информатикой достаточно обширен и охватывает такие сферы исторических наук как археология, социально-экономическая и социально-политическая история, историческая демография и историческая география; теоретические, прикладные, методические и методологические вопросы источниковедения (в классической трактовки этого термина), исследование массовых источников, «компьютерного источниковедения», а также обучение истории с помощью информационных технологий, компьютерное проектирование исторических процессов и применение но-

вых цифровых технологий в прикладных областях (музееведении, архивоведении и т.д.). Такая обширность обеспечивается, конечно же, возможностями самой исторической информатики, которые «не сводятся к тому, что мы можем теперь делать те или иные научные изыскания быстрее и эффективнее; мы можем делать инновационное, и мы можем делать старое по-другому» [27].

Сегодня все мировое историческое сообщество высказывает мнение о необходимости перевода на новый этап более углублённого интегрирования возможностей информатики в исторические изыскания, в том числе использования цифровых технологий в исторических изысканиях.

Применение цифровых технологий ускоряет и облегчает процесс работы в исторической науке, дает эффективный результат. Время идет и историки должны идти в ногу со временем. Постоянно заниматься самообразованием и доводить до совершенства свою работу.

1.1.3 Воспроизведения облика утраченных объектов

Каждому человеку, изучающему историю архитектуры, хотелось бы увидеть, каким был первоначальный вид того или иного памятника и как он менялся со времени [8]. Таким образом, возникает проблема представления первоначального облика архитектурно-исторического объекта и его развития в течение времени. В этих случаях приходится прибегать к помощи «двойников», например, макетов, художественных образов или цифровых моделей. Использование возможностей цифровых технологий является современным инструментарием анализа архитектурно-исторического объекта, в особенности в тех случаях, когда он внедрён в сложную архитектурно-ландшафтную среду.

Цифровое трёхмерное моделирование архитектурных памятников и их окружения позволяет определять и решать целый комплекс задач [23]:

- 1) Реконструкция развития во времени и функционально-историческая трактовка архитектурного объекта, что позволяет наглядно воспроизвести внешний вид исследуемого объекта в разные этапы его существования, провести сравнительный анализ, оценить ракурсы восприятия, воссоздать архитектурный контекст и т.д. Примером тому может служить анализ формирования

Театральной площади в Москве, в соответствии с рисунками 1-3.

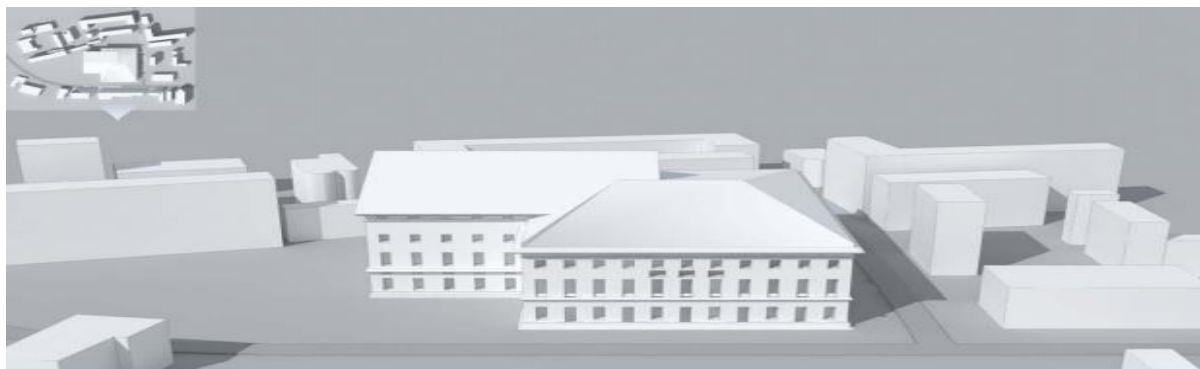


Рисунок 1 – Вид будущей Театральной площади и Старый Петровский театр Маддокса, конец XVIII в.

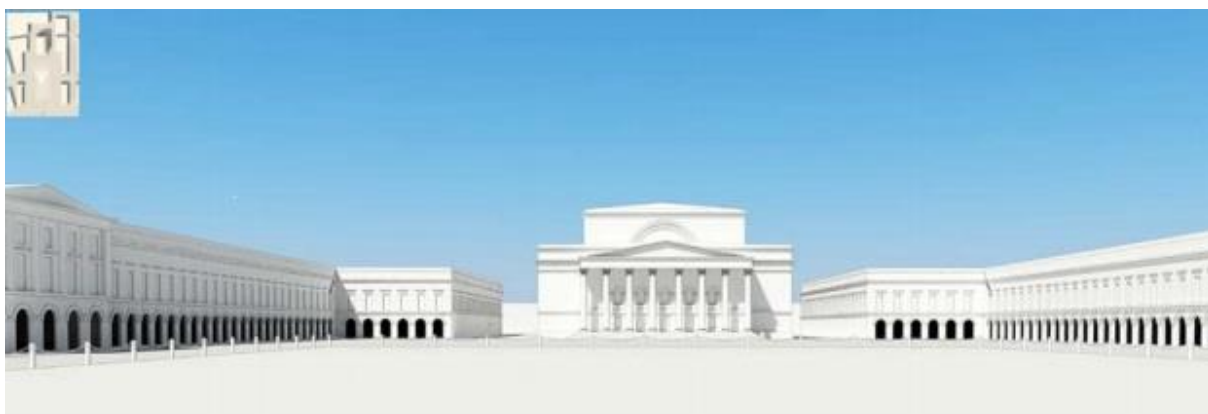


Рисунок 2 – Ансамбль Театральной площади и Большой Петровский театр по проекту арх. О. Бове, 1825 г.

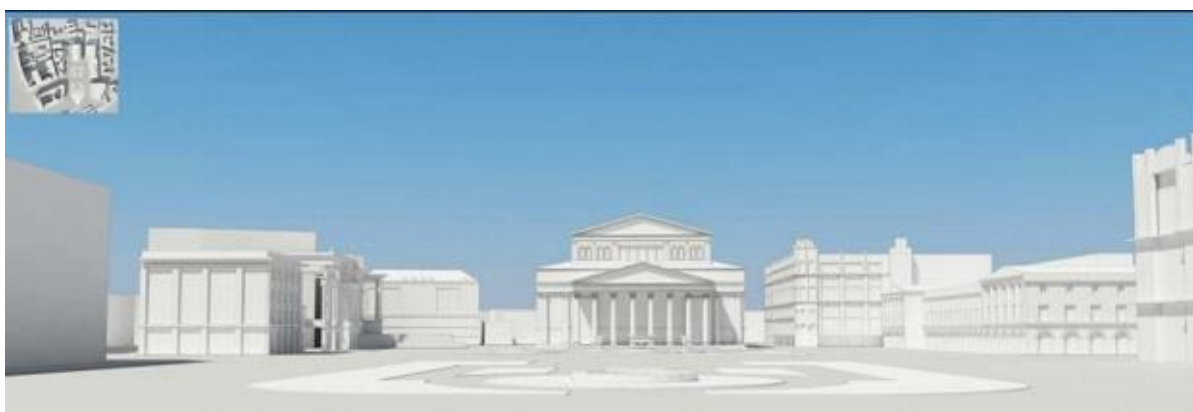


Рисунок 3 – Театральная площадь и Большой театр (арх. А. Кавос), 1907 г.

Это дает возможность исследования и экспериментирования со способами создания иллюзии восприятия объектов и пространства, такими как обратная

перспектива, сознательное нарушение масштабных соотношений, вариации пропорций объёмов и их соотношений, манипуляции с уклонами поверхностей, изменения зрительской точки восприятия и т.д. [30]. Примером может послужить анализ композиционного построения площади Капитолия в Риме, целью которого является сопоставление разных вариантов композиционного построения площади для достижения реализованного решения, основанного на концепции Микеланджело, в соответствии с рисунками 4-5.



Рисунок 4 – Осуществлённый вариант площади по проекту Микеланджело (использован эффект «обратной перспективы»)

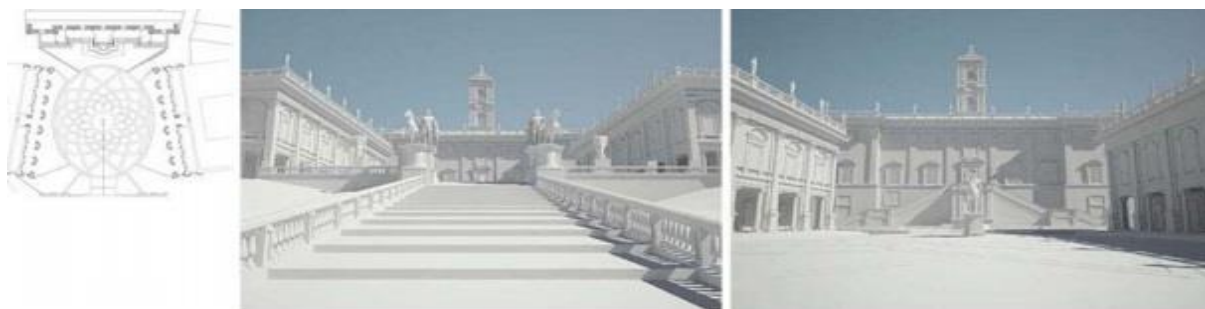


Рисунок 5 – Вариант прямоугольной в плане площади

2) Неограниченное последующее совершенствование выбранного цифрового макета, благодаря его способности к любым последующим операциям по его изменениям (дополнение утраченными составляющими, корректировка, интеграция в более крупные цифровые модели и т.д.).

3) Размещение созданной цифровой 3D-модели исследуемого объекта в имитационной или реальной среде.

4) Рассмотрение объекта со всех перспектив и видов, используя эффект анимации, демонстрация в динамике этапов его развития, или «вход» внутрь цифрового макета, управляя направлением своего движения от первого лица и ракурсом объекта, таким образом, обеспечив динамическое и реалистическое

восприятие, в соответствии с рисунками 6-7.

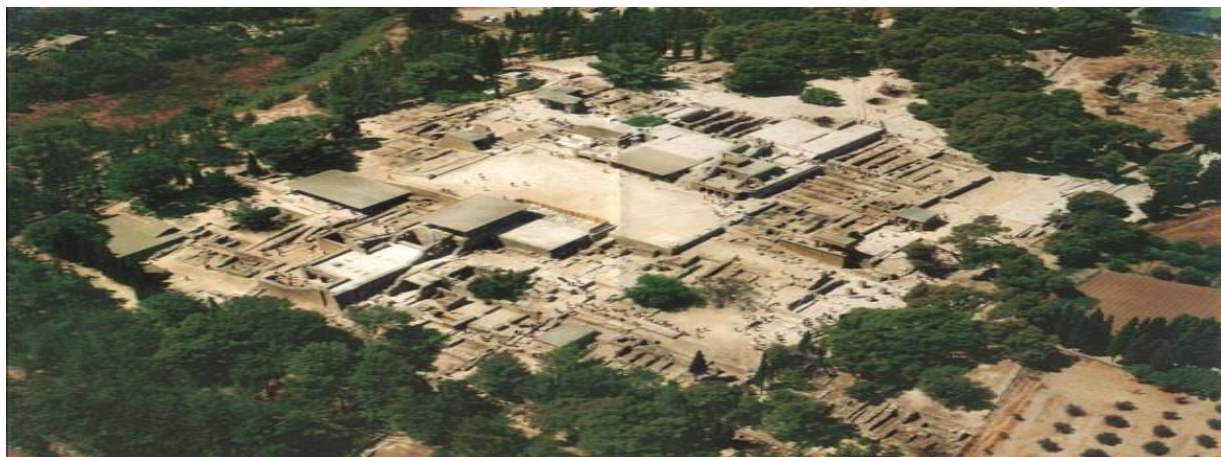


Рисунок 6 – Кносский дворец. Общий вид. Аэрофотосъёмка



Рисунок 7 – Кносский дворец. Общий вид. Компьютерная реконструкция

1.2 Краткая историческая справка

1.2.1 Черниговский (воровской) острог

Аблазинский острог хорошо сохранился до наших дней и расположен на окраине села Албазино Сквородинского района в Амурской области.

Аблазинский острог считался во второй половине 17 века крупнейшим фортификационным укреплением русских первопроходцев на Амуре.[1].

Новый, истинно русский, этап в истории Албазина начался в 1665-1666 годах, когда туда перекочевала группа из 84 казаков и крестьян во главе с Никифором Романовичем Черниговским [1].

Эти люди убили на Лене в устье реки Киренги илимского воеводу Л.А. Обухова «за скверное свое терпение, что он, Лаврентей, приезжая к нам в Усть-Киренскую волость, женщин их насильничал, а животы их вымучивал».

Никифор Романович Черниговский – польский дворянин, ставший русским землепроходцем. Участвовал в рядах войска Речи Посполитой в Смоленской войне, в ходе которой был взят в русский плен. В 1638 году в числе других военнопленных попал в Сибирь в Енисейск. Из Енисейска он был послан в Илимск. В 1665 году с отрядом из 84 казаков бежал в Приамурье, где построил заного Албазин, а потом построил там несколько русских поселений и к тому же с местных жителей собрал богатый ясак. [3].

Беглецы построили на Албазинском городище «воровской острог», как его стали называть в приказной документации, который стал единственным русским укрепленным форпостом в Сибири, построенным без царского дозволения, в соответствии с рисунком 8. В те времена постройка новых острогов осуществлялась лишь после получения обязательного разрешения на возведение укрепления у воеводы или приказчика острога, откуда отправлялись исследовать новые земли отряды первопроходцев. Приказными людьми острогов сразу же сообщались их действия воеводам уездных центров, а последние сообщали в Сибирский приказ. Чертежи и описания построенных укреплений пересылались в Москву.

Без согласования с Сибирским приказом практически нельзя было заниматься возведением острогов, которые в результате в основном уничтожались. Но в случае с Албазином сибирские власти сделать практически ничего не могли в силу малочисленности населения в Нерчинском уезде, который примыкал к нему.

Новоявленные албазинцы повели себя не по-сибирски мудро.



Рисунок 8 – Преображенская часть Албазинского острога. Здесь была обнаружена полуземлянка с останками защитников крепости

Так как практически отсутствовала возможность у приезжих заниматься честной трудовой деятельностью, то в основном их промыслом был грабеж местного населения.

Но вместо того, чтобы заниматься грабежом населения основатели Албазинского острога ввели ясак – так называемый оброк с населения, который исправно переправлялся в Москву.

За эти действия по указу царя в 1672 году Черниговского и его товарищей реабилитировали и восстановили на службу в Албазинском остроге.

Так впервые в истории Сибири «воровской» острог приобрел статус государственного.[1].

1.2.2 Большой государственный острог

Так как от маньчжур шла открытая угроза возможности нападения на Албазин и Нерчинскую губернию, по царскому указу было в срочном порядке призвано на службу 600 человек для защиты даурских острогов.

Большую часть защитников составляли казаки, которые славились своей храбростью и честностью, несмотря на то, что их предки жили по «воровским законам», но следовали своим принципам чести.

Лето 1685 года – в Нерчинск прибывает шестисотенный полк, большая часть которого героически погибнет при защите Албазина.



Рисунок 9 – Осада Албазина. Китайский рисунок. XVII в.

16 июня 1685 года после первого штурма острога стало ясно, что ядра маньчжурских пушек с легкостью могут разрушить башни и укрепления острога. Но, все же, даже при численном меньшинстве и с большими потерями имев в своем распоряжении 350 человек и три пушки, около 300 пищалей, албазинцы отбили атаку, в соответствии с рисунком 9.

Даже когда запасы свинца были истощены, защитники острога продолжали обороняться. [11]

И лишь, после того, когда маньчжурским воеводой Лантанем была подожжена крепость, в соответствии с рисунком 10, защитники острога попали в безвыходное положение.

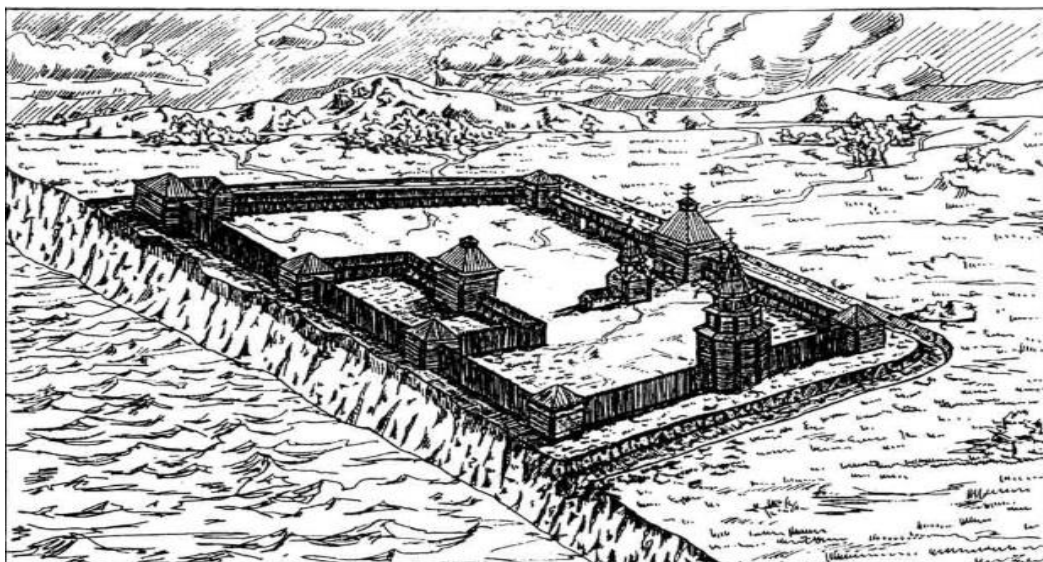


Рисунок 10 – Албазинская крепость 1682-1685 гг. Реконструкция

Июнь 1685 года – в Нерчинске собираются бывшие албазинцы, прибывшее к ним на помощь подкрепление, и с целью «побежную славу из Албазина учинить», предпринимают попытку вернуть себе острог.

Середина июля 1685 года – из Нерчинска отправляется русский разведывательный отряд.

Таким образом, несмотря на военную победу Цинский Китай не смог вытеснить русский народ из Приамурских земель. И в 1686 году продолжилась оборона Албазинского острога от маньчжур.

Оборона большой государственной Албазинской крепости показала воинскую доблесть нашего казачьего войска. Русская воинская культура, её традиции и обычаи еще не раз проявятся во всех войнах на протяжении всей истории Российского государства.

По сути являющийся наемным войском, как выражаются военные люди, формируемые из людей приступивший закон или просто скрывающимися от правосудия того времени людей, казачьи формирования стали прообразом «солдат удачи». За отверженную и добросовестную службу их прощались их старые деяния, а по истечению определённого срока службы они уже не считались преступниками и могли не опасаться преследования со стороны государства. Данные принципы формирования воинских подразделения был дале-

ко не новым в мировой истории, точно так же поступали и в Древнем Риме – одной из самых могущественных империя в мировой истории, а древний Рим обладал одной из самых, если не самой, боеспособных армий своего времени. Этот принцип благополучно используется и в наше время, вспомнить хотя бы не безызвестный «иностранный легион», входящий в состав вооруженных сил Франции и формирующийся исключительно из граждан иностранных государств и имеющий весьма интернациональный состав, что не мешает его членам преодолевать культурные и расовые разногласия для более слаженного выполнения поставленных задач.

1.2.3 Дерево-земляная крепость

Сразу после своего возвращения русских в августе 1685 года на место сожженного после первой обороны Албазина, началось возведение крепости, способной противостоять осадной цинской артиллерии. Вместо уже примелькавшихся для Сибири бревенчатых стен за глубоким рвом новый Албазинский острог окружили земляные валы, в центре которых находились засыпанные срубы. Толщина валов достигала 4 сажени (8,5 м), высота была в 1,5 сажени (более 3 м). На гребне вала были оборудованы боевые позиции, укрепленные обмазанными глиной плетеными фашинами. На прибрежной стороне для наблюдения построили традиционную бревенчатую башню [1].

Однако русские казаки использовали земляные фортификационные укрепления против оснащенного тяжелой артиллерией противника еще с начала XVII в. (например, при осаде Кром в 1605 году); деревянно-земляные укрепления раньше использовались и на Амуре в боевых действиях с маньчжурами при обороне Кумарского острога в 1655 году [3].

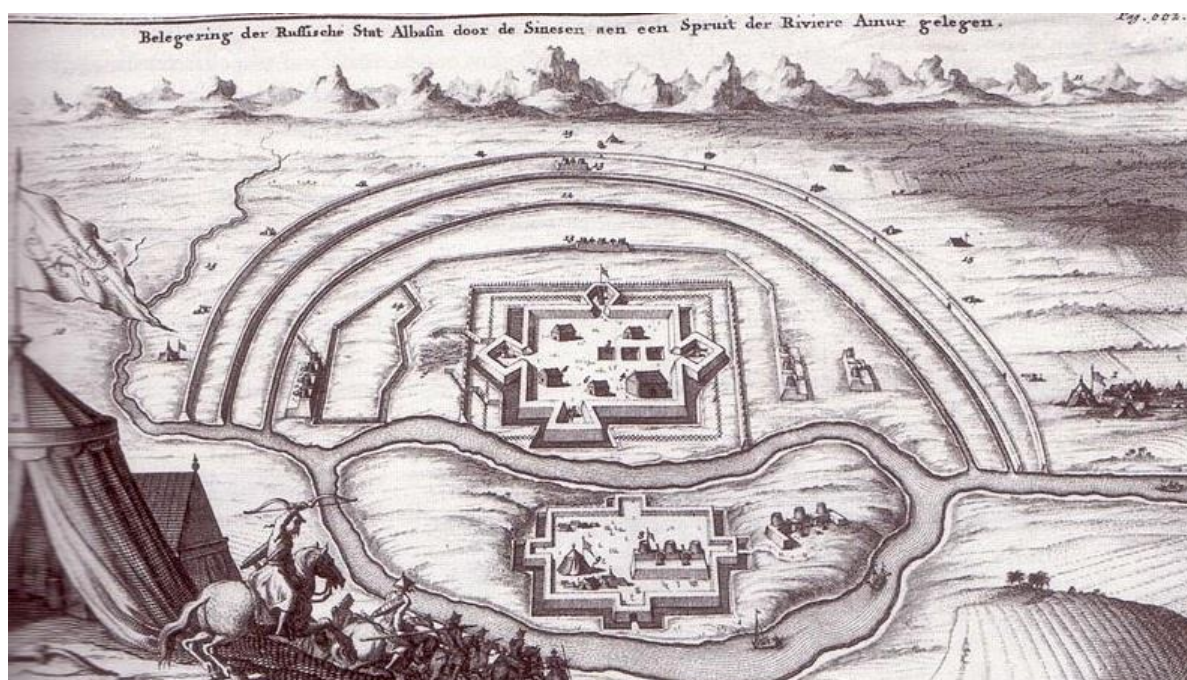


Рисунок 11 – Гравюра с изображением осады Албазина из книги Н. Витсена «Северная и Восточная Тартария». Амстердам, 1692

Албазин был оснащен сильной по сибирским меркам артиллерией – тяжелая мортира, стрелявшая пудовыми ядрами, восемь медных пушек и три легких затинных пищали. Артиллерией командовали два опытных московских пушкаря. Имелось достаточное количество боеприпасов – 112 пудов пороха и 60 пудов свинца. Благодаря тому, что был собран хороший и обильный урожай 1685 года, провизии в крепости должно было хватить на 2 года защитникам города из более 800 чел., в состав которых входили как служилые казаки, так и промысловые люди и крестьяне.

Цинский гарнизон крепости Айгун внимательно осуществлял наблюдение за восстановлением Албазина. С осени 1685 года из Айгуна стали подходить небольшие конные формирования, которые нападали на русские поселения, убивали крестьян, угоняя в плен, сжигали запасы продовольствия. Для недопущения подобных инцидентов было организована караульная служба окрестностей Албазина «отъезжими караулами». В феврале 1686 года после разграбления маньчжурами Большой заимки всего в 10 верстах от Албазина, Бейтон с 300 казаками сам совершил нападение на правый берег Амура и у реки Кумары

уничтожил цинский патрульный отряд из 40 человек. Захваченные пленные рассказали о подготовке Цинским Китаем новой большой военной кампании и походе на Албазин [3].

7 июля 1686 года на Амуре у Албазина появился цинский флот; началась высадка войск на берег. Воевода Толбузин решил помешать ей и послал часть своих военной группировки на вылазку, которой руководил Бейтон. Наступление казаков, поддержанная пальбой с крепостных валов, внесла расстройство среди высаживавшихся цинских войск. Только после личного вмешательства Лантаня, маньчжурские силы были приведены в порядок и оттеснили русских обратно за укрепления крепости. [15].

Лантань предполагал, как и в 1685 году, быстро сломить сопротивление защитников Албазина непрерывным артиллерийским огнем, но тот был не результативен; китайские ядра увязали в земляных валах. Однако от бомбардировки албазинцы несли потери, всего от вражеского огня в городе погибло за лето 40 человек. В числе которых первым был воевода острога Алексей Толбузин. 12 июля он наблюдал за противником из смотровой башни, когда влетевшее ядро лишило его ноги; через четыре дня воевода скончался. Командование гарнизоном перешло к Афанасию Бейтону. В ночь на 14 июля цинские войска устроили обширный штурм с прибрежной и северной стороны, однако албазинцы не только предприняли контратаку и отбили штурм, но и сами сделали вылазку за пределы своих укреплений, дойдя до вражеского лагеря у речного берега.

Всего у маньчжур было 15 тяжелых «ломовых» орудий, способных обстреливать весь Албазин. Защитники вынуждены были укрываться от их обстрелов в подземных убежищах, все строения в городе были разрушены.

Пять раз албазинцы устраивали вылазки, успешно применяя в них тогдашнюю военную инновацию – гранаты («ручные ядра»). Особенно успешной была вылазка в ночь на 16 августа, когда русские едва не разбили главную северную осадную батарею. Во время вылазок было убито по русским данным до 150 маньчжур; сами русские потеряли 20 человек. У русских в Албазине хлеб-

ных запасов было достаточно, но вспыхнула эпидемия цинги, от которой к осени уже скончалось 50 человек. Маньчжуры подбрасывали в крепость грамотки с предложениями беспрепятственно отпустить русских из крепости либо взять их «с честью» на свою службу [15].

В октябре 1686 года маньчжуры организовали последний и самый сильный и масштабный штурм. К крепости придвинули два «дровяных» вала, чтобы засыпать ими ров и поставить на одном уровне с валами. С таких передвижных валов цинские войска могли бы сбивать огнем с крепостных укреплений казаков и прорвать оборону крепости. Русские снова устроили вылазки и подожгли один вал, второй был уничтожен взрывом при помощи подкопа. Часть дров осталась русским, которые были использованы для обогрева. В результате боестолкновений к исходу осени погибло около ста русских, гораздо тяжелее были потери от заболеваний – из-за цинги умерло 500 человек. К декабрю в Албазине оставалось в живых всего 150 казаков, из которых только 45 могли нести караульные службу, остальные «оцынжали» и лежали больными. Сам Бейтон из-за больных ног передвигался на костылях. Осада приняла характер борьбы на взятие измором. Цинские войска несли потери личного состава в боях, от недостатка провизии и от голода. Всего по русским данным, основанным на показаниях пленных, «на приступех де под Албазиным погибло китайских и мунгальских людей тысячи с полторы и больше». Общая численность потерь личного состава цинских войск оцениваются в 2,5 тыс. человек [11].

В конце октября 1686 года в Пекин прибыли подьячие Посольского приказа Никифор Венюков и Иван Фаворов. Китайский император, зная об упорной обороне Албазина, согласился на заключение мира, ожидая проведения успешных переговоров. Сообщение о прекращении боевых действий дошло до Албазина в начале зимы. Однако цинские войска, прекратив военные действия, не отходили от стен русской крепости, надеясь, что холод и болезни всё же заставят русских сдаться. Когда Бейтон выслал двух казаков в тайгу для сбора сосновой хвои (её отвар был традиционным средством от цинги), маньчжуры их перехватили и убили их. Только 6 мая 1687 года Лантань отступил от Алба-

зина на 4 версты. Маньчжуры остановились вблизи города, чтобы не дать русским засеять окрестные поля. В августе маньчжуры наконец отступили вниз по Амуру. Однако в последующем цинские флотилии появлялись у Албазина в июле 1688 и в августе 1689 года, уничтожая посевы, чтобы лишить русский гарнизон запасов провизии. Таким образом, в случае возобновления военной кампании и новой осады, Албазин не смог бы долго сопротивляться аиакам или осаде. Во многом это определило позицию России, в соответствии с Нерчинским договором, на уничтожение Албазина [11].

В сентябре 1689 года русский гарнизон, взяв имущество, пушки и церковную утварь, покинул Албазин, предварительно разрушив укрепления и дома. Несмотря на уничтожение города по условиям соглашения и уход русских из Приамурья, оборона Албазина заставила Цинский Китай отказаться от своих претензий на другие русские земли.

1.3 Физические макеты Албазинского острога

Макет Албазинского острога строят на территории полигона Дальневосточного высшего общевойскового командного училища. Его воссоздают в соответствии с историческими описями и чертежами.

На месте уже разметили плацдарм, электрифицировали и подводят необходимые коммуникации. Скоро на участке начнут строить копию исторического сооружения.

Согласно проекту, на территории острога будут возведены частички и кольев и фортификационные сооружения и постройки, есть вероятность что внутри будет церковь и изба. Постройки будут точно такими, какими они были в XVII веке, в соответствии с рисунком 12. Точная историческая копия реального Албазинского острога будет музеем под открытым небом. На его территории планируется организация исторических выставок и организация различных мероприятий, проведение большого количества разноплановых культурно-массовых мероприятий: от детских военно-патриотических кружков до исторических фестивалей с участием представителей обществ исторической реконструкции.



Рисунок 12 – Макет острога в музее г. Албазино

Губернатор предложил сделать Албазинский острог главной составляющей культурно-исторического парка, посвященного Приамурью с демонстрацией народных ремесел и культуры, реконструированной исторической и этнической бытовой обстановкой, поселениями приамурских народов из настоящего и прошлого. Исследование былых событий в контексте исторической науки очень важно для каждого из нас, так как именно осознанием своего героического прошлого сильна историческая память народа, и именно знание о нашем прошлом формирует наш менталитет.

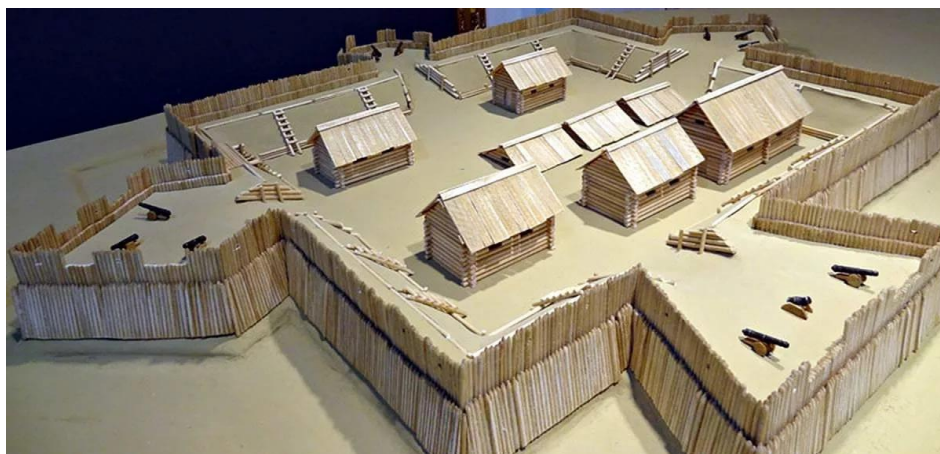


Рисунок 13 – Макет Албазинского острога 1686-1689 годов

На территории острога будут возведены частик, башни и другие фортификационные сооружения. Внутри будет изба манатов и часовня. Строения

точными копиями и будут такими, какими они были в XVIII веке, согласно сохранившимся историческим документам и росписям, в соответствии с рисунком 13. Это будет музей под открытым небом. На его территории организуют выставки и другие культурно-массовые мероприятия – от детских военно-патриотических занятий до исторических фестивалей.

С историей аблазинского острога и с его реконструкцией можно познакомиться в следующих местах:

- московском музее-заповеднике «Коломенское»;
- в Хабаровске в знаменитой амурской крепости;
- во Владивостоке в рамках Восточного экономического форума.

Почему именно в Москве? В Москве из-за Албазинского острога была битва между польской и русской армией.

На фестивале «Времена и эпоха. Пограничная битва» была представлена реконструкция сражения между московскими стрельцами и гусарами Речи Посполитой. А в качестве прообраза исторической крепости выступил Албазинский острог.

Албазинский острог дошел в историческом своем экскурсе до нас в двух вариациях:

1) В виде острога Ерофея Хабарова, которым после зимовки в нем, укрепление было разрушено.

2) 1665 год – здесь обосновывается Никифор Черниговский, воздвигнутый которым острог просуществовал вплоть до 1681 года, когда после воздвижения вокруг него дополнительных укреплений, в ожидании нападения, он стал своим «Кремлем» под руководством воеводы Алексея Толбузина.

Но в 1685 году маньчжурами крепость была уничтожена.

Организаторами фестиваля в Москве за прототип был взят именно Албазин Никифора Черниговского.

Никифор Черниговский изначально был подданным Речи Посполитой и сражался против русских в Смоленской войне, но после того, как попал в плен, стал русским казаком.

Албазин является «собирабельным образом», по мнению руководителя проекта «Пограничная битва» Павла Сапожникова».

Имеется немало археологических данных, позволяющих реконструировать Албазинский острог с высокой долей вероятности.

Стоит отметить, что в середине 17 века, такая крепость считалась устаревшей, так как европейское военное искусство шагнуло далеко вперед в своем развитии в виде мощной артиллерии, против которой любая деревянная крепость была бессильна.

Албазинский острог является примером собирабельного образа деревянной крепости для европейского региона того времени.

На московском фестивале реконструкция острога была предметом восхищения французской делегации. Вот слова одного из делегатов Жоффре Деккурти: «Меня восхитил размер острога. Удивительно, что он был построен только для двухдневного фестиваля».

Следующим пунктом назначения является Хабаровск, где в музее живой истории благодаря клубу реконструкции «Рось» входящего в состав центра военно-патриотического воспитания «Взлет» – реконструируется хабаровский «Албазин», который планируется открыть к 9 сентября этого года.

Здесь тоже за основу взят также острог Никифора Черниговского.

По рассказу руководителя клуба «Рось» Юрия Квиткова – «Острог был выбран именно Никифора Черниговского, так как он наиболее на слуху у многих граждан, и сразу можно понять, о чем речь».

Несмотря на то, что до наших дней сохранилось немало строений старинных острогов, но самым известным является Албазинский, хоть он и не сохранился. Нельзя с достоверностью утверждать, что он будет полноразмерной копией, но мы адаптировали помещение под поставленные цели и нужды музея.

В дальнейшем планируется переезд туда «Музея живой истории» с целью расширения экспозиции, чтобы представить зрителю не только военный аспект, но и бытовую составляющую.

Планируется, например, поставить, прялку, ткацкий станок и иные пред-

меты прошлого быта.

Посетителя должны увидеть, что защитники Албазина не только занимались военными действиями, но и были одновременно скотоводами, ремесленниками и земледельцами.

Здесь будет представлена не только одна эпоха, но и проведен исторический экскурс, начиная с 9 века, вплоть до 17 века, демонстрируя эволюцию костюма, быта современного Дальнего Востока. Это будет уникальное действие, так как подобного в те времена еще не было.

Албазинский острог считается сейчас бесценным свидетельством фортификации.

1.4 Выводы по главе

На основании накопленного опыта по применению количественных, качественных, прикладных и не только методов и цифровых технологий для проведения сравнительного анализа исторических документов и результатов археологических экспедиций, можно сделать вывод, что новые методы, предоставляющие широкий спектр возможностей в изучении памятников прошлого, эффективнее всего применять в сочетании с уже имеющимися и ставшими традиционными методами источниковедческого исследования и образования.

Государственная стратегия повсеместной цифровизации деятельности общественности, в том числе в области науки и образования, способствует конкретизации области научных исследований в сфере исторических изысканий. Автоматизированные средства обработки исторической информации сегодня являются гарантией актуальности и результативности исследований в педагогической практике.

Помимо этого, за сравнительно небольшой отрезок времени развития информационных теорий в исторической науке и исторических исследованиях, изучение цифровых технологий в историческом исследовании и образовании велось непосредственно представителями нового движения ученых и преподавателей. Количество научных трудов историографического плана, написанных с учетом традиционных для российской историографии требований к изуче-

нию, не так значительно. Дискуссии относительно понятия цифровых методов не завершены.

Таким образом, актуальность изучения передовых способов исторического исследования исходит из логики общественной значимости исторической науки и исторических исследований в условиях глобализации, а также из объективности процесса увеличения и расширения инструментария методов исторического исследования на основе и цифровых технологий.

2 ПРОГРАММНЫЙ ИНЖИНИРИНГ РЕШЕНИЯ ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ

2.1 Обзор пакетов 3D-моделирования

2.1.1 Программный пакет – Autodesk 3D MAX

3Ds Max является программным продуктом для 3D-моделирования, а также анимационных проектов и дизайна. Этот продукт является частью коллекции мультимедийных программных продуктов развлекательного характера, которые предлагает Autodesk [5].

Также достоинствами этого программного продукта являются:

- смелые архитектурные и дизайнерские решения;
- разработка и 3D-моделирование;
- основной инструмент для визуализации объектов в дизайнерских разработках.

3Ds Max используется художниками и профессионалами в области визуальных эффектов в кино- и телеиндустрии, а также разработчиками и дизайнерами игр, дизайнерами игровых персонажей для создания игр и среды виртуальной реальности. Программное обеспечение очень полезно для проектирования архитектурных объектов, муниципальной инфраструктуры и строительства промышленных и гражданских объектов, а также для разработки различных технических изделий, деталей узлов и агрегатов, что помогает оптимизировать расходы производственных ресурсов и трудозатрат.

Кроме того, 3DS Max помогает пользователям создавать обширные игровые окружения, детализированные и реалистичные 3D-модели игровых персонажей, моделировать окружение здания, проектировать игровые уровни и сцены, с большим количеством людей, имитировать физическое поведение объектов не имеющих своей формы (жидкостей, газов), таких как вода, масло и лава. Еще в 3DS Max встроены модули, которые являются контроллерами анимации, позволяя пользователям заниматься их созданием и изменением 3D-рендеринга, позволяет имитировать реальные настройки камеры, легко отыски-

вая 3D–контент для 3D моделирования, текстурирования спроектированных моделей и эффектов и это далеко не все, с помощью этого программного продукта можно также реализовать функции анимации объектов и персонажей. Благодаря этому, пользователи смогут создавать и заниматься анимацией геометрических фигур разнообразными способами, с применением моделирования внутренней и внешней поверхности сеток и не только [5].

Описание и особенности программы.

Это кросс-платформенное приложение для разработки 3D-моделей моделей, анимированных 3D-сцен, компьютерной мультипликации, материалов, объектов и всего, что связано с миром 3D. Все спецэффекты в современной киноиндустрии, презентации новых моделей техники, одежды, автомобилей – всё это заранее разработанные цифровые трёхмерные модели, которые потом превращаются в реальные объекты.

Профессионалы выбирают 3Ds Max по объективным причинам, одна из которых – техническое сопровождение всех существующих скриптов, модулей и плагинов. Для профессионала в области 3D-моделирования важнее всего обширный инструментарий, неограниченный потенциал и возможности, а сообщения простоты и удобства вторичны и не являются приоритетными. [45].



Рисунок 14 – Программный пакет – Autodesk 3D MAX Логотип 3Ds Max

3Ds Max дает пользователям разнообразные возможности и достойные

инструменты для создания проектов и редактирования анимаций, анимация вообще один из самых востребованных функционалов большинства трёхмерного редакторов, этим функционалом активно пользуются все дизайнеры и разработчики игровых персонажей, игровых окружений и уровней, рекламных и анимационных, мультимедийных роликов, а больше всего создатели игр и компьютерных анимационных фильмов. Так же в последнее время они смогут создавать трёхмерные компьютерные экшен-сцены и эффекты, которые будут применять к компьютерным играм, обучающим 3D программам, фильмам, трансляциям, медицинским иллюстрациям или судебно-медицинским презентациям.

Программный продукт имеет несколько контроллеров анимации, которые используются для сбора и архивации значений ключей, процедурных и пользовательских настроек, обрабатывая все, что пользователи анимируют с его помощью. Кроме того, 3Ds Max способен связывать созданные и импортированные в его среду модели вместе. В результате чего можно получить иерархии или последовательности, с помощью которых можно одновременно анимировать наборы моделей, значительно ускоряя процесс создание 3D-моделей и снижая трудозатраты пользователей программы. [5].

Кроме того, 3Ds Max имеет функционал 3D-рендеринга, и одна из них – возможность предварительного просмотра. Активировав режим ActiveShade в программном обеспечении, пользователи смогут видеть эффекты при изменении освещения и материалов в сцене.

В 3Ds Max встроена функция рабочих процессов, давая возможность пользователю изменять источники света, а также объекты и материалы внутри сцены с учетом самых передовых технологий рендеринга.

Благодаря таким возможностям, возможно применение многочисленных функций рендеринга в виде новых материалов и точных настроек.

Кроме того, они смогут гибко преобразовывать источники света, материалы и объекты между движками рендеринга, предоставляя возможность преобразовывать только те, которые им нужны.

Следует отметить, что 3Ds Max является своеобразным диалоговым инструментом, позволяющим пользователю заниматься созданием и редакцией материалов, объектов и моделей.

Пользователи могут проявлять креативность в имитации преломлений, отражений света и в создании других эффектов по отношению к объектам и материалам согласно их реальных физических свойств.

3ds Max программный алгоритм расчёта физики Reactor, спроектированной компанией Navok. Reactor позволяет эмитировать в трёхмерной среде физику твёрдых тел, мягких тел, биологических тканей и объектов, с учётом силы притяжения и других физических взаимодействий и окружающей средой. 3Ds Max предлагает пользователям различные способы и надежный инструментарий для создания и редактирования анимаций созданных моделей, анимация вообще один из самых популярных функционалов любого трёхмерного редактора, которым активно пользуемся все мы.

Так же как и в других программах имитации динамики в reactor'е используются упрощённые выпуклые оболочки объектов, которые могут быть настроены на использование всех вершин объекта, ценою времени обработки. Начиная с версии 2012 (14) Reactor исключён из пакета. На смену ему пришёл модуль MassFX [45].

3ds Max обладает довольно обширной базой стандартных средств, облегчающих моделирование всевозможных спецэффектов. Помимо стандартной базы существует масса дополнительных средств (плагинов) позволяющих не только создавать значительно более реалистичные эффекты огня, воды, дыма, но содержащие дополнительные инструменты моделирования. Плагины являются внешними встраиваемыми модулями, которые продаются отдельно от пакета 3ds Max или же распространяются бесплатно через Интернет. Данные программы создаются как крупными компаниями, специализирующимися по разработке программного обеспечения, так и простыми разработчиками-энтузиастами. Дополнительных модулей для 3ds Max настолько много, что количество инструментов предлагаемых ими во много раз превосходит комплект

стандартных средств 3ds Max. Плагины упрощают выполнение многих задач – например, позволяют расходовать меньше времени на просчёт визуализации (за счёт более усовершенствованных подключаемых визуализаторов) или ускоряют моделирование объектов, благодаря разнообразным модификаторам и дополнительным функциональным возможностям. Такие дополнительные модули как Particle Flow, Cloth FX, Reactor, – стали настолько популярны, что было решено интегрировать их в программу 3ds Max и теперь они являются частью программы. Ниже представлен список некоторых плагинов для 3ds Max [5]:

- FumeFX – фотореалистичные эффекты огня, языков пламени, дыма и т.д.;

- Phoenix FD – аналог FumeFX от Chaos Group для создания огня и дыма;

- DreamScape – реалистичные ландшафты, горы, небо, атмосферные эффекты и т.д.;

- AfterBurn – фотореалистичные эффекты облаков, дыма, взрыва и т.д.;

- GrowFX – растения любого вида, от пальм и лиан до сосен, от цветов до крупных широколиственных деревьев и т.д. Каждое растение, созданное с помощью этого плагина, можно свободно анимировать.

Следует так же отметить наличие встроенного скрипта MAXScript.

MAXScript – это встроенный в 3ds Max язык макропрограммирования, обеспечивающий пользователям следующие возможности [45]:

- создание сценариев (скриптов) хранящихся в файлах типа *.ms, которые воспроизводят все функциональные возможности 3ds Max, такие как построение геометрических моделей, расстановка осветителей и камер, назначение материалов, визуализация и анимация объектов сцены;

- создание макросов, находящихся в файлах типа .mcg и описывающих свойства новых кнопок на интерфейсах пользователей;

- создание ваших собственных свитков для командной панели Utilities (Утилиты) и окон диалога, имеющих установленной для программы интерфейс;

- написание собственных модулей для работы с сетчатыми оболочками;

– организация обмена данными с другими приложениями Windows посредством механизма OLE;

– автоматическая запись всех текущих изменений, производимых пользователем, в виде набора макрокоманд и т.д.

2.1.2 Программный пакет – Blender

Blender – профессиональное свободное и открытый программный продукт для создания трёхмерной компьютерной графики, включающее в себя инструментарий моделирования, скульптинга, анимации, симуляции эффектов и физического взаимодействия, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов» (цифровой композитинг), а также создания 2D-анимаций. В настоящее время пользуется большой популярностью среди бесплатных 3D-редакторов в связи с его быстрым стабильным развитием и техническим сопровождением [9].

Blender – это бесплатное программное обеспечение для создания и редактирования трёхмерной графики. Ввиду кроссплатформенности, открытого исходного кода, доступности и функциональности пакет получил заслуженную известность не только среди новичков, но и среди продвинутых 3D-моделеров. По мере развития программы ее выбирают в качестве рабочего инструмента для все более серьезных проектов, что неудивительно. По сути, это приложение практически не уступает по количеству возможностей и функционалу более продвинутым пакетам 3D графики. И при этом все бесплатно. Программа станет прекрасным подспорьем для знакомства с 3D графикой и функционированием базовых инструментов создания и редактирования 3D объектов, ведь Blender сочетает в себе набор опций, которые по отдельности встречаются в профессиональных трёхмерных редакторах. Можно не привирая сказать, что в нем собрано понемногу от каждой известной программы для создания трёхмерных моделей. Но в то же время это полностью самостоятельный, уникальный пакет трёхмерной графики, не похожий ни на одно другое приложение. Давайте расскажем подробнее.

Blender позиционируется как приложение для создания и редактирования

трехмерной графики, визуализации, анимации, создания компьютерных игр и даже скульптинга. Вполне серьезная программа, для которой требуются серьезные ресурсы аппаратного обеспечения, скажете вы. Но первый сюрприз пакет преподносит на этапе скачивания установочных файлов – их вес составляет около 70 Мбайт. Немыслимо для программного обеспечения такого уровня! Тем не менее, разработчики умудрились снабдить программу всеми необходимыми функциями, которые полноценно функционируют и демонстрируют отличную производительность. Дополнительным преимуществом является стабильное и стремительное развитие пакета благодаря профессиональной команде разработчиков. На сегодняшний день это полноценный 3D редактор, в котором пользователя встречает полностью программируемый интерфейс и уникальная внутренняя файловая система. Оболочка программы на первый взгляд может показаться неудобной и непонятной, но после настройки горячих клавиш работать в Blender становится просто и удобно. В качестве языка программирования приложение использует Python, владея которым вы можете создавать собственные инструменты, редактировать интерфейс и сам принцип работы программы. Приятным бонусом является доступность пакета на различных операционных системах обеих разрядностей: освоить программу смогут владельцы компьютеров с ОС Windows, GNU/Linux и Mac OSX.

Собственно, именно на «хоткеях» (hot-keys) и построен принцип работы в "Блендере" – можно подогнать рабочее пространство под себя, но все необходимые функции в видимой части экрана разместить не удастся ни при каких обстоятельствах. Единственный выход – учить сочетания клавиш. На запоминание основных «горячек» уходит от нескольких часов до двух-трех дней, зато после этого с утилитой происходит маленькое чудо. Моделирование, не будучи привязана к кнопкам меню – нажал две-три клавиши и получил требуемый результат, – становится простым и удобным. Интерфейс уже не кажется столь громоздким, а настройки не эргономичными. А приблизительно через неделю работы с пакетом приходит понимание, что по возможностям этот маленький бесплатный редактор мало чем уступает своим «тяжеловесным» собратьям,

требующим изрядных вложений капитала. Да, чтобы добиться некоторых эффектов, придется потратить в два-три раза больше времени, чем в том же «Максе». Да, многие возможности доступны только через плагины, которые в более мощные редакторы встроены по умолчанию. Но, во-первых, даже работа во многих платных 3D-редакторах часто подразумевает скачивание дополнительных модулей – например, в случае с Bryce 3D иначе просто невозможно, а этот редактор совсем не бесплатен. Во-вторых, а это куда важнее, почти все функции «взрослых» трехмерных редакторов в Blender имеются, хотя и реализованы, скажем так, не совсем стандартно. Но Blender – это блюдо, которое от нестандартного приготовления, скорее, выигрывает, чем теряет. Будь этот редактор под кальку скопирован со своих старших братьев, все бы только недоуменно косились. С рамками же необычно реализованного динамически изменяемого интерфейса, Blender смотрится – да и является по сути – самобытным 3D-редактором профессионального уровня. Редактором, занимающим свою нишу на рынке программ для трехмерного моделирования. Редактором с многочисленным штатом пользователей. Самое удивительно свойство Blender в том, что уже через неделю работы в нем, так сказать, после первого знакомства, при котором он вызывает скорее негативные эмоции, редактор вдруг показывает себя с самой лучшей стороны. Начинаешь понимать, что имеешь дело, не с какой-то дешевой подделкой, которую коварный папа Карло только сделал похожей на настоящего Буратино, а с полноценным 3D-редактором пространств, которому только чуть-чуть не хватает, чтобы на равных конкурировать с титанами трехмерного моделинга. Остается только пожелать разработчикам всесторонне развивать свое творение и поддерживать действующие версии редактора новыми плагинами и апдейтами. Впрочем, даже если разработчики вдруг – в это, правда, верится с трудом, – оставят проект, смерть Blender уже не грозит. Открытый код, свободно распространяемые исходники и достаточное число поклонников утилиты, которые по роду деятельности не чужды программированию, не дадут программе пасть смертью храбрых. Редактор ждет еще долгое будущее.

Blender позиционировался как программный продукт, сложный для изучения (логотип программы приведен на рисунке 15). Функционал и программный инструментарий имеет соответствующей каждой операции сочетание клавиш, и учитывая количество возможных операций, предоставляемых Blender, каждая клавиша включена в более чем одно сочетание (shortcut). С тех пор как Blender стал проектом с открытым исходным кодом, были добавлены полные контекстные меню ко всем возможностям, а использование инструментов стало более логичным и гибким для пользователя. Прибавим сюда дальнейшую оптимизацию пользовательского интерфейса и панели инструментов с введением цветовых схем, прозрачных плавающих элементов, новой системой просмотра дерева объектов и разными незначительными изменениями.



Рисунок 15 – Логотип программы Blender

Отличительные особенности интерфейса пользователя [9]:

1) Режимы редактирования. Два основных режима пользователя *Объектный режим (Object mode)* и *Режим редактирования (Edit mode)*, которые переключаются нажатием клавиши Tab. Объектный режим чаще всего используется для манипуляций с персональными объектами, в то время как режим редактирования – для манипуляций с текущими данными объекта. К примеру, для полигональной модели в режиме работы с объектами мы можем перемещать, изменять размер и вращать модель целиком, а режим редактирования используется для манипуляции отдельными вершинами конкретной модели. Также имеются несколько других режимов, таких как *Sculpting*, *Texture Paint*, *Vertex Paint* и *UV Face select*.

2) Активное использование горячих клавиш. Большое количество команд

выполняется с помощью клавиатуры. До появления 2.x и особенно 2.3x-версии, это был оптимальный путь выполнять команды, и это было самой большой причиной создания репутации Blender'у как не простой для освоения программного продукта. Последние версии имеют более полное и информативное графическое меню.

3) Управление рабочим пространством. Графический интерфейс Blender'а состоит из одного или нескольких экранных элементов, каждый из которых может быть поделён на секции и подсекции, которые могут быть любой частью программного интерфейса Blender'а, в соответствии с рисунком 16. Графические элементы каждой секции могут управляться тем же инструментарием, что и для манипуляции в трехмерном пространстве, как пример можно уменьшать и увеличивать программные клавиши инструментов тем же путём, что и в трехмерном просмотре. Пользователь полностью контролирует положение и организацию графического программного интерфейса, это делает возможным настройку управляющих элементов под конкретные, целевые задачи, такие как редактирование видео, UV mapping, наложение текстур, скрывание и показ элементов управления, которые не нужны для выполнения текущей задачи. Этот стиль графического интерфейса очень похож на стиль, используемый в редакторе карт UnrealEd для игры Unreal Tournament.

Рабочая область Blender считается одним из самых передовых концепций графического интерфейса для графического инструментария и вдохновлённым дизайном графического интерфейса запатентованных программных продуктов, таких как Luxology's Modo (программа трехмерного моделинга, анимации и рендера) [9].

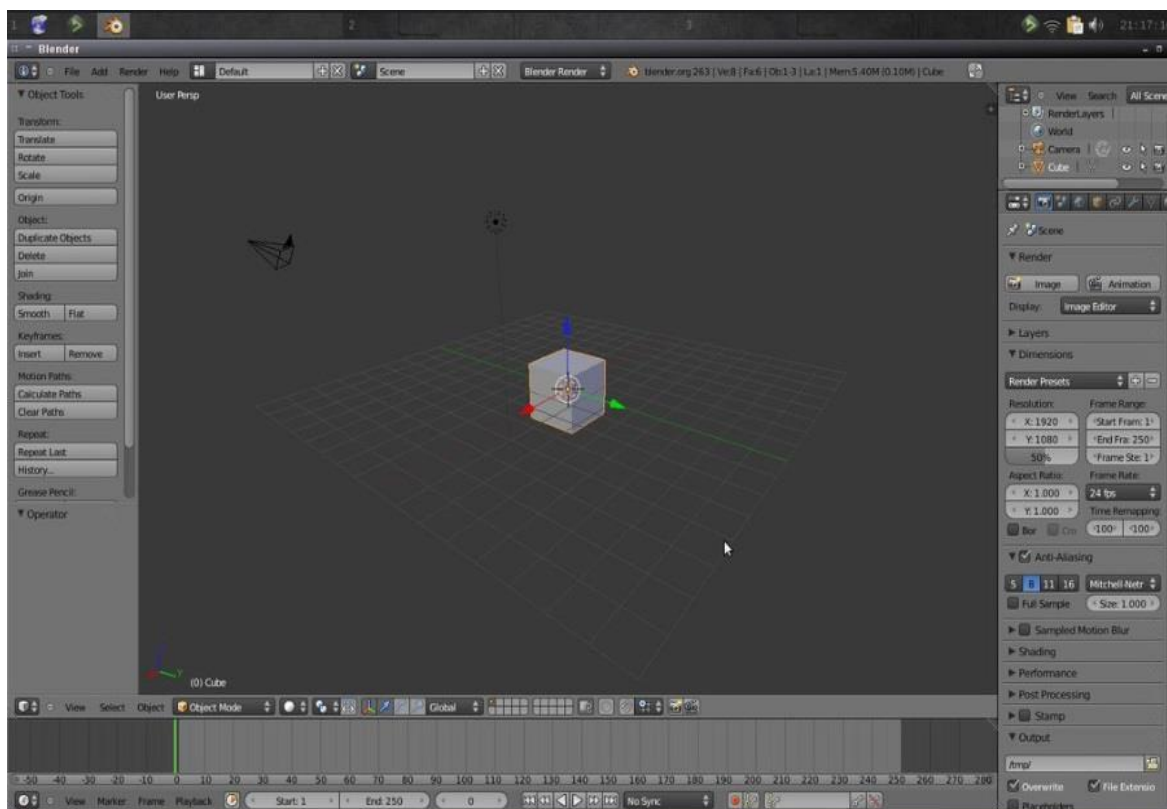


Рисунок 16 – Окно программы Blander

Дополнительные особенности.

В программном продукте Blender сущность, вступающая во взаимодействие с окружающим миром, и её физические данные (форма или функции объекта) раздельны.

Отношение Объект-Данные представляется отношением $1:n$ (определение, относящийся к теории баз данных, обозначает возможность нескольких объектов использовать одни и те же данные – *один ко многим* или сюръекция) [9]:

1) Внутренняя файловая система, позволяющая хранить несколько объектов окружения и трехмерных моделей в едином файле (называемом .blend-файл).

2) Все «.blend»-файлы взаимодействуют как с более старыми, так и с более актуальными версиями Blender. Также все они экспортируются с одной программной платформы на другую и могут использоваться как средство переноса спроектированных ранее трехмерной модели или сцены.

3) Blender делает запасные копии проектов и спроектированных моделей во время всей работы программного продукта, что позволяет сохранить текущие и прошлые наработки про сбоях в работе программы или аппаратной платформы компьютера.

4) Все сцены, объекты, материалы, текстуры, звуки, изображения, post-production-эффекты могут быть сохранены в единый «.blend»-файл.

5) Настройки рабочей среды могут быть сохранены в «.blend»-файл, благодаря чему при загрузке файла пользователь получит именно то, что сохранил в него. Файл можно сохранить как «пользовательский по умолчанию», и каждый раз при запуске Blender будет выдаваться необходимый набор объектов и подготовленный к работе пользовательский интерфейс.

Тем не менее, внутреннее содержание «.blend»-файла менее похоже на формализованное описание объектов и их взаимоотношений, и более близко к прямому дампу области памяти программного продукта. Это делает очень маловероятным конвертирование «.blend»-файлов в другие форматы. При этом следует отметить весьма производительный алгоритм экспорта в различные форматы, такие как obj, dxf, stl, 3ds и прочие (список постепенно пополняется).

История развития.

Blender был создан и спроектирован как рабочий инструмент голландской анимационной студией NeoGeo (не имеет отношения к игровой консоли Neo-Geo). Название Blender произошло от одноимённой композиции группы Yello, из альбома Baby[en], которую NeoGeo исполнили в своём шоурил. В июне 1998 года автор Blender'а, Тон Розендаль (Ton Roosendaal), открыл компанию Not a Number (NaN) с целью последующего развития и сопровождения Blender. Программный продукт распространялась по принципу shareware [9].

Данный программный продукт предлагает пользователям различные способы и надежный инструментарий для создания и редактирования анимаций, анимация вообще один из самых популярных функционалов любого трёхмерного редактора, этим функционалом активно пользуются все создатели игровых персонажей, рекламных и анимационных роликов, а больше всего создатели

игр и компьютерных мультфильмов. В наше время даже не редкость полнометражные фильмы в формате компьютерной анимации, которые в подавляющем большинстве случаев получаются зрелищнее и захватывающее многие дорогостоящих компьютерных игр.

2.1.3 Программный пакет – Maxon Cinema 4D

Трёхмерная графика имеет широкий спектр применения, мы перечислим лишь несколько основных направлений использования трёхмерной графики и трёхмерного моделирования:

1) Современный кинематограф. Ни один крупный кинопроект, особенно научно-фантастического жанра не обходится на сегодняшний день без качественной и зрелищной компьютерной графики.

2) Следующая отрасль, которая к сожалению не так развита в нашей стране – это игры и все что связано с их разработкой. Моделирование, анимация, создание текстур, все это делается сначала в трёхмерных пакетах и только потом оживает в игровых движках.

3) Третье направление, активно развивающиеся в последнее время, это моушн дизайн. Здесь широко применяется и анимация и трёхмерное моделирование и даже комбинация разных программных пакетов и именно CINEMA4D лучше остальных программных пакетов зарекомендовала себя лучше всего в этой области.

4) Архитектурная визуализация – еще одно не модное направление 3D-графики, ее используют архитекторы, ландшафтные дизайнеры и дизайнеры интерьеров, что бы нагляднее довести свои идеи до клиентов.

5) Виртуальная реальность – это одна из самых недавних тенденций в компьютерной графике, В последней версии CINEMA4D появилась возможность проектировать сцены для устройств виртуальной реальности

Теперь назовем основные составляющие 3D-графики:

1) Моделирование – создание непосредственной трёхмерной модели;

2) Текстурирование – наложение текстур материалов, для реалистичного изображения и освещения модели или объекта;

- 3) Освещение;
- 4) Анимация;
- 5) Рендеринг – получение финальной картинке на выходе из программы.

Почему же этот программный продукт стоит нашего внимания и заслуживает рассмотрения как подходящий для нашей задачи: первое – это удобный пользовательский интерфейс, что немаловажно именно для новичков, второе – отдельный блок для моушен дизайна, у которого по сей день нет аналога – это мограф. И наконец третье – это интеграция с программами фирмы Adobe.

Интерфейс программы очень сбалансирован и понятен широкой массе пользователя. Первое что видит пользователь, когда открывает программу – это окно просмотра (вьюпена), в этом окне пользователь осуществляет навигацию по всей проектируемой трехмерной сцене. Справа еще одно, второе по значимости – это окно с объектами, здесь пользователь просматривает составляющие элементы своей сцены, сюда же добавляется различная геометрия, камеры, светильники и прочее. Третье по значимости окно – это окно с атрибутами, здесь мы настраиваем наши инструменты, объекты и взаимодействуем со всем что у нас есть в трехмерной сцене. Так же присутствуют окно вторичной информации – это окна с координатами. Где можно наблюдать координаты проектируемых трехмерных объектов. Так же присутствует окно или палитра с текстурами, здесь загружаются и редактируются материалы текстур.

Нажимая на иконку кубика мы можем создать сцену с одним из многих, предусмотренных функционалов программы геометрических примитивов.

Что бы перемещаться по рабочему окну есть три варианта, предусмотренный функционалом программы: перемещение влево-вправо относительно центра сцены или трехмерной модели, вперед-назад и вращение. Этот функционал очень удобен для ноутбуков или если нет под рукой компьютерной мышки. Еще один вариант навигации – это с помощью цифр 1,2 и 3 на клавиатуре. Зажимаем 1 и удерживаем ЛКМ, водя мышкой по рабочему полю мы можем перемещаться влево-вправо. Комбинация клавиш 2 и ЛКМ позволяет совершать перемещение вперед-назад комбинация клавиш 3 и ЛКМ позволяет совершать

вращение вокруг геометрического центра видеообъекта. Также можно производить вращение вокруг точки, выбранной самим пользователем, для этого нужно зажать клавишу ALT и ЛКМ, удерживая комбинацию этих клавиш можно вращать проектируемую сцену вокруг выбранной точки.

Чтобы сбросить настройки вида, это может быть очень полезной функцией, если пользователь запутался в функционале программы и не может отследить историю своих действий, можно воспользоваться функцией «фрейм дефлт». При нажатии этой программной клавиши настройка положения модели в пространстве обнуляется.

Есть еще одна проблема с которой сталкиваются начинающие пользователи – это случайное перемещение окон в интерфейсе программы. Для этого необходимо выбрать пункт «стартап» во вкладке «лоял».

Трёхмерный редактор 3D-моделей Cinema 4D (логотип приведен на рисунке 17) или сокращённо C4D фирмы Maxon является пакетом для создания трёхмерной графики, трёхмерных моделей и компьютерной анимации.



Рисунок 17 – Логотип программы Cinema 4D

Рендеры могут быть как встроенным инструментарием, так и встраиваемыми непосредственно в сам программный продукт с помощью плагинов и коннекторов и прочего программного инструментария, в соответствии с рисунком 18.

Этот программный продукт любят использовать студенты, так как не требуется много времени и сил на освоении навыков и принципов работы.

Минимальные системные требования: 64-разрядная версия Windows 7 SP1 или новее с 64-разрядным процессором Intel или AMD с поддержкой SSE3, либо MacOS X 10.11.6 или 10.12.4+ с 64-разрядным процессором Intel на Apple Macintosh. (Как показывает практика, на 32 бита программа тоже идет).

4 ГБ ОЗУ (рекомендуется 8 ГБ или больше), видеокарта с поддержкой OpenGL 4.1 (рекомендуется дискретная видеокарта).

Для рендера GPU нужна видеокарта NVIDIA или AMD для Windows, либо AMD для MacOS, с поддержкой OpenCL 1.2 или новее. Для поддержки металлов требуется MacOS 10.13.2 или выше. Мы рекомендуем минимум 4 ГБ VRAM для рендеринга GPU.

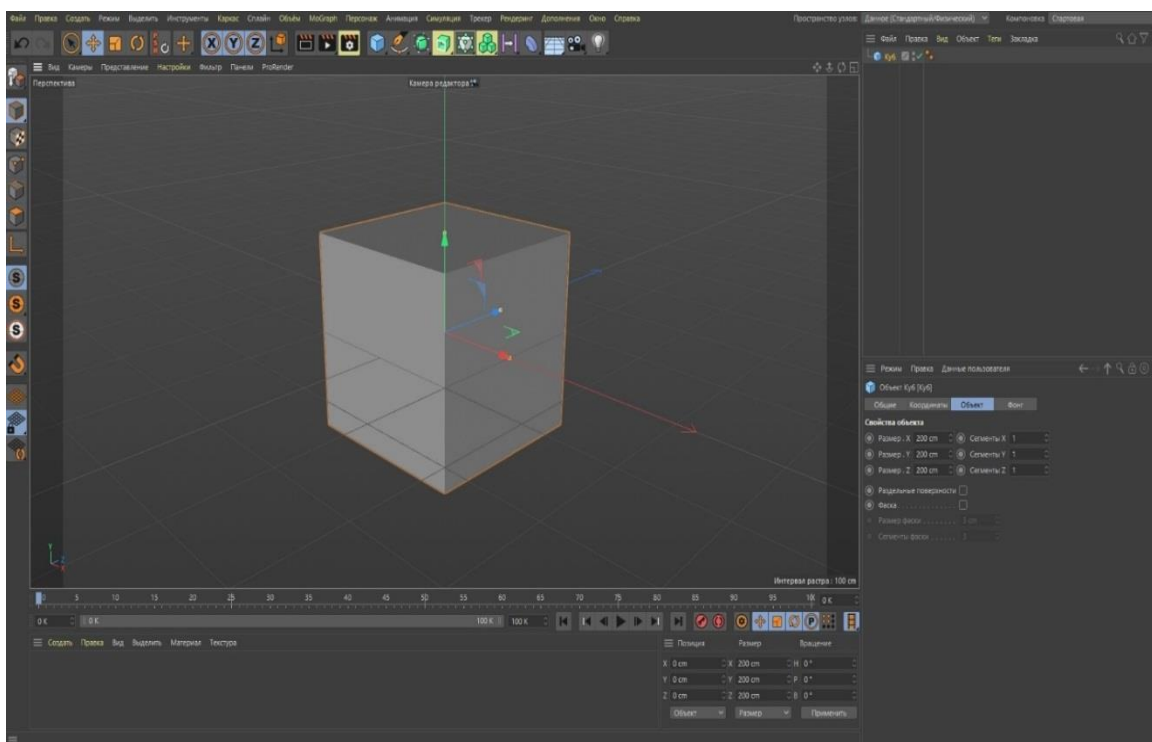


Рисунок 18 – Окно программы Cinema 4D

Итак, если мы остановимся на главной вкладке «проджект сетинс», то мы увидим наличие нескольких основных параметров, которые помогут нам быстро освоить пользовательский интерфейс программы и которые обязательно стоит рассмотреть. Первый из них – это «проджект скейл», здесь можно глобально менять масштаб создаваемой сцены или модели, это достигается путем назначения соответствующих соотношений линейных размеров нашей модели, например можно установить соответствие 1 сантиметра равным 1 километру, что повлечет за собой глобальное изменение линейных размеров модели, тем самым можно перейти из «микросценны» к более внушительным масштабам, что существенно сократит время проектирования трехмерных моделей и объектов. Эта функция позволяет не задумываться о том, в каком масштабе мы проектируем нашу сцену, так в любой момент можно всегда перейти от действующего масштаба к требуемому в данный момент.

Следующая немаловажная настройка – это FPS. Изначально это настройка устанавливается по умолчанию и равна 30, это стандарт для западных пользователей, но территории Российской Федерации данный стандарт равен двадцати пяти кадрам в секунду, если, конечно, пользователь не работает для ютюба и других видеохостингов и стриминговых платформ, в таком случае можно выставить любой FPS. Перед тем как начать нашу анимацию обязательно нужно знать сколько у нас кадров в одной секунде и установить это значение в пользовательском интерфейсе. Так же в пользовательском интерфейсе «Синема» можно включать прочие глобальные параметры, можно включить или выключить анимацию во всем проекте, глобально выключить «экспрешены» или «деформеры». Так же можно задавать цвет по умолчанию, по выбору пользователя, исходных геометрических примитивов, путем выбора цвета на соответствующей панели инструментов, что позволяет создавать геометрические примитивы всегда отличного от выставленного по умолчанию цвета или всегда разных цветов.

Теперь рассмотрим перемещение объекта или создаваемой модели по осям координат:

Основной функционал и инструментарий программы:

1) Параллельное использование различных типов моделирования (полигональное, сплайны, модификаторы).

2) Быстрое переключение и динамичная навигация между вершинами, ребрами, поверхностями и объектами. Это сокращает время на работу с различными видами и типами редактирования.

3) Имеются дополнительные модули со специализированными инструментами. Можно подобрать версию программы с нужным пользователю инструментарием и функционалом.

4) Можно устанавливать сторонние визуализаторы на основную версию программы.

5) Богатое разнообразие сложных шейдеров и файлов изображений, трехмерной анимации уже созданных как шаблоны.

6) Клонирование объектов позволит создавать сложные анимации на несколько объектов в пару кликов, что существенно сокращает время при проектировании объёмных и содержательных трехмерных моделей.

7) С помощью MoDynamics есть возможность моделировать фотореалистичные имитации различных физических эффектов, например, трение, столкновение или сила тяжести.

8) Глубокое освещение помогает реализовывать достаточно реальный свет, отблески предметов их отражения на различных поверхностях и тому подобное для придания объектам реалистичности.

9) Внедрение Substance Engine – это параметрические материалы, совместимые со многими трехмерными редакторами и игровыми движками. Скачайте подготовленные материалы Substance и используйте их для настройки поверхности моделей в Cinema 4D. Эта полностью встроенная система предоставляет высочайший уровень организации рабочего процесса и опции для кеширования материалов Substance на жёсткий диск для снижения нагрузки на аппаратную платформу компьютера, так как зачастую производительность аппаратной платформы является решающим фактором в выборе того или иного про-

граммного пакета, который в полной мере может воплотить весь дизайнерский и авторский концепт замысла пользователя программным продуктом. Основными достоинствами программного продукта являются.

Основные достоинства программы.

Достоинств у программного продукта много:

1) Широкий спектр функциональных возможностей. Для дизайнеров и разработчиков, которые хотят заниматься анимацией, моделированием, визуализацией очень важно иметь редактор, который позволит реализовать все эти функции в одном программном продукте. В Cinema 4D есть модули для рисования, для «скульптинга», то есть весь процесс можно воспроизвести, не загружая дополнительных контентов и модулей.

2) Быстрый рендер. Даже на 32 битной Windows он потребляет оптимальное количество аппаратных ресурсов компьютера.

3) Интуитивно понятный и эргономичный пользовательский интерфейс. Впервые открыв программу, вы сможете быстро разобраться и понять структуру интерфейса, чтобы как можно быстрее начать результативную и продуктивную работу.

4) Русская версия программного продукта. Программный продукт уже локализован для русскоязычных пользователей, что позволит быстро изучить программный функционал русскоязычным пользователям.

5) Относительно не большая стоимость. За все пакеты и модули в общей сумме пользователь отдаст 30 000 рублей. По меркам современного рынка это относительно не большая сумма.

6) Активное комьюнити, которое постоянно публикуют видеоматериалы и пошаговые инструкции для людей только начинающих изучать этот программный пакет.

7) Богатая библиотека готовых моделей и шаблонов. В неё входят объекты, материалы и сцены, которые облегчают начало работы над 3D проектом, что облегчает творческий процесс создания и проектирования моделей и объектов, а так же экономит время пользователя на разработку проектов.

8) Высокая отлаженность. Почти все баги выявляются на стадии тестирования.

9) Многоформатность. Почти все известные и популярные форматы поддерживаются, но если вам их не хватит, то есть плагины, которые расширяют возможности обмена данными с другими программами.

2.1.4 Редактор трёхмерной графики Autodesk – Maya

Autodesk Maya – редактор трёхмерной графики, доступный на Windows, macOS и Linux (логотип программы приведен на рисунке 19). Maya обладает обширным функционалом 3D-анимации, моделирования и визуализации. Программный продукт используют для создания анимации, сред и окружений сцен, графики движения, виртуальной реальности и игровых персонажей. Обширно применяется в индустрии кино, телевидении и индустрии производства компьютерных игр. Изначально разработан Alias Systems Corporation, а затем выкуплен и поддерживается в настоящее время Autodesk, Inc.



Рисунок 19 – Логотип программы МАУА

Maya получила своё название в честь Санскритского слова майя, означающего «иллюзия». Maya существовала в трёх изданиях:

1) Maya Unlimited – самый полный и самый дорогостоящий пакет. Содержит расширения Hair, Fur, Maya Muscule, Fluid Effects, Cloth и другие.

2) Maya Complete – базовая версия пакета, в которой присутствует полноценный блок моделирования и анимации, но отсутствуют модули физической симуляции.

3) Maya Personal Learning Edition – бесплатный пакет для некоммерческого использования. Есть функциональные ограничения, ограничение на размер визуализированного изображения, пометка водяными знаками финальных изображений.

Однако на выставке «SIGGRAPH 2009» компания Autodesk представила новую версию своей 3D-системы «Autodesk Maya» 2010. Начиная с этого релиза, разработчики отказались от деления программы на «Maya Complete» и «Maya Unlimited», – теперь «Maya» предлагается как единый продукт. В частности «Maya 2010» содержит всю функциональность «Maya Unlimited 2009» и «Maya Complete 2009», включая «Maya Nucleus Unified Simulation Framework», «Maya nCloth», «Maya nParticles», «Maya Fluid Effects», «Maya Hair», «Maya Fur». Начиная с той же «Maya 2010» в «Maya» включена система композиции «Maya Composite», основанная на программе «Autodesk Toxix», которая более не будет доступна в виде отдельной программы. Кроме этого, также начиная с «Maya 2010», в «Maya» включена система «Autodesk MatchMover», менеджер для составления заданий сетевой визуализации «Autodesk Backburner», пять узлов визуализации для пакетного рендеринга средствами «Mental Ray».

Изначально «Maya» была создана «Alias Systems Corporation» и выпущена для операционных систем Linux, IRIX, Mac OS X и Microsoft Windows. (На платформе IRIX версия 6.5 стала последней в связи с уменьшающейся популярностью ОС Irix в последние годы.) В октябре 2005 года компания Alias вошла в Autodesk. В сентябре 2007 года – теперь уже Autodesk – выпустила новую версию, получившую имя «Maya 2008». Представители компании в различных интервью подтвердили, что не будут сливать Maya и 3ds Max в один продукт.

Важная отличия Maya – её свободная распространяемость для посторонних разработчиков, которые могут переделать её в версию, подходящую для каждой студии, предпочитающей писать программный алгоритм, специфичный для своих поставленных задач. Даже не смотря на присущую Maya мощь и гибкость, эта особенность достаточна для того, чтобы повлиять на выбор пользователя.

В Maya встроен мощный интерпретируемый платформенно-независимый язык: *Maya Embedded Language (MEL)*, достаточно схожий на Tcl и C. Это не просто скриптовый язык, – это инструмент и способ настроить и усовершенствовать основную функциональность Maya (большая часть окружения Maya и сопутствующих инструментов написана на MEL). В частности, пользователь может записать свои действия как скрипт на MEL, из которого можно в малый промежуток времени сделать свой макрос. Так проектировщики анимации могут дополнять Maya созданной ими функциональностью даже не владея языком MEL, оставляя при необходимости такой функционал. Для написания внешних расширений на языке программирования C++ имеется подробно документированный C++ API (собственно внешние расширения Maya можно писать на любом компилируемом языке программирования, но наиболее подходит для этого именно язык программирования C++). Также для разработчиков теперь имеется возможность написания дополнений на языке программирования Python. Язык MEL не привязан к платформе, поэтому программный код, написанный на нём, будет исполняться в любой операционной системе, в которой работает программный продукт Maya.

Файлы трёхмерных моделей и игровых сцен, включая все данные о геометрии и анимации, сохраняются как последовательности операций MEL. Эти файлы могут быть сохранены в текстовом файле (.ma – Maya ASCII), который может быть подкаректирован в любом текстовом редакторе. Это позволяет поднять удобность работы в программе на непревзойдённый уровень гибкости при работе с внешним инструментарием (похожие продукты Autodesk 3ds Max).

Maya стала результатом совмещения трёх программных продуктов:

Wavefront The Advanced Visualizer (Калифорния, США), Thomson Digital Image (TDI) Explorere (Франция) и Aliases Powerd Animatorer (Торонто, Канада). В 1993 Wavefrontion купила TDI, затем в 1995 компания Silicon Graphics Incorporated (SGI) купила обе компании Alias и Wavefrontion. Объединённая компания стала именоваться Alias|Wavefrontion. Позднее Alias|Wavefrontion была переименована в Alias. В 2003 году Alias была продана SGI частной инвестиционной фирме Accel-KKGTR. В октябре 2005 Aliasion была снова преобразована и изменила концепт работы, – на сей раз Alias была куплена Autodesk3D. 10 января 2006 Autodesk3D завершила объединение, и с этого времени «Alias Maya» известна как «Autodesk3D Maya». 8-я версия продукта вышла под новым брендом.

В самом начале своего проектирования Maya использовала интерпретируемый язык Tcl. Было много рассуждений на эту тему, так как в то время большинство студий визуальных эффектов использовало связку Perl-Tcl. Однако уже в первой версии ему на смену пришёл внутренний скриптовый язык MEL (Maya Embedded Language), который стал связующим звеном между пользователем и ядром программы, так как MEL является, например, средством программирования интерфейса программного продукта, задания и связывания множества атрибутов нод, средством процедурной анимации и многого другого. В версии Maya 8.5 был также включён скриптовый язык Python. В Maya 2008 включена версия Python 2.5, в соответствии с рисунком 20.

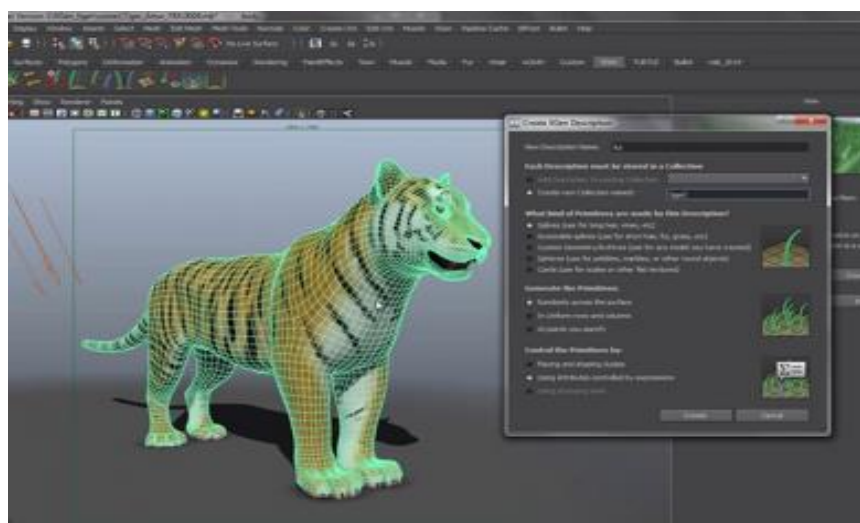


Рисунок 20 – Окно программы Maya

1.2 Изменения в интерфейсе программы

Да, не прошло и пяти лет, как разработчики решили вновь изменить интерфейс. Сейчас вообще модно менять интерфейсы, особенно, когда тренды на минимализм и простоту, а также на плоские элементы и минимум округлостей дошли до своего апогея. Новая версия Autodesk Maya получила кардинально обновленный интерфейс, но при этом, осталась верна своим традициям.

Давайте рассмотрим интерфейс Maya. Maya обладает очень большим функционалом. Поэтому в ее интерфейсе представлено множество разнообразных средств. Но при этом сам интерфейс организован очень продумано. Таким образом, если вы разберетесь в его организации и поймете, где размещены соответствующие опции, вы сможете работать с программой намного эффективнее.

Давайте начнем с верхнего левого угла. Сверху расположена строка меню (основное меню). Она имеет много стандартных пунктов, с которыми вы уже наверняка знакомы. Например, File, позволяющий Вам открывать и закрывать файлы. Пункт меню Edit содержит функции Cut, Copy и Paste. Пункт Create позволяет Вам создавать огромное количество различных типов объектов, пункт меню Select – выбирать объекты и отменять выбор. Есть много других – Modify, Display и Windows. Но после пункта Windows появляются пункты, которые являются более специфичными. Например, Mesh. Мы ее видим, когда у нас активирован режим Modeling.

Здесь же присутствует небольшое выпадающее меню – список режимов работы. Он позволяет нам изменять набор пунктов главного меню. Посмотрите, как изменяются пункты верхнего меню, когда я перехожу в Rigging. Если я перейду на Rendering, то они изменятся снова. Таким образом в меню Maya больше функциональности, чем кажется на первый взгляд. Поэтому, если вы чего-то не видите или не можете совершить нужное вам действие, просто убедитесь, что вы находитесь в правильном режиме меню. Можно создавать свои наборы меню. Но вначале мы просто будем использовать стандартные.

Я вернусь в Modeling. Вторая строка - строка состояния, здесь располо-

жены кнопки для отдельных функций. Есть некоторые общие функции, такие как: создать новую сцену, открыть сцену или сохранить сцену, а также отмена и восстановление. В дополнение к этому есть Selection Masks. Они позволяют нам выбирать объекты согласно их типу. Также есть функции Snap, они позволяют нам очень точно перемещать разные объекты. Здесь расположены и некоторые команды рендеринга. Таким образом, если мы хотим сделать рендеринг сцены, все, что мы должны сделать – нажать на одну из этих кнопок.

Справа расположены кнопки, управляющие некоторыми дополнительными функциями. У нас есть Channel box, и мы можем включить его или выключить. Мы можем включить или выключить настройки Tool. Это способы, которыми мы можем выбирать или перемещать различные типы объектов. Так, какой бы инструмент у вас ни был активен, можно изменить его опции здесь, а еще мы можем включить или выключить его. Там же у нас находится Редактор атрибутов – Attribute Editor. При нажатии на него появляется выпадающая панель. Итак, у нас есть окно диалога Channel box, которое показывает нам позицию наших объектов, их поворот и масштаб. А Attribute Editor позволяет Вам погрузиться в этот процесс еще глубже. У нас сейчас ничего нет на сцене. Мы доберемся до использования этого редактора немного позднее. Наконец, у нас есть окно диалога Modeling toolkit, позволяющий нам подключать некоторые дополнительные функции моделирования. Я отключу его и вернусь к Channel box.

В следующей строке (под строкой состояния) у нас находится то, что называется полки инструментов. Это стандартные списки графических команд. Если Вы хотите, например, создать сферу или куб, то можете сделать это здесь. Таким образом, каждая главная функция пакета имеет свою собственную полку. Это удобный способ быстро добраться до нужных функций. Я использую их довольно часто. Также можно создавать собственные полки. И это действительно отличный способ добавить функциональности пользовательскому интерфейсу.

Вдоль левой стороны панели интерфейса у нас располагается панель ин-

струментов. Там находится инструмент Select, у нас есть стандартный Select, есть и другие – их мы рассмотрим далее. Также есть инструмент Lasso и инструмент Paint Select, стандартные Move, Rotate и Scale. При управлении объектами вы будете использовать их очень часто. Ниже панели инструментов у нас есть панель Layouts (разметка). Позвольте мне показать вам, как это работает. У нас есть стандартная разметка, которая отображает сцену в перспективе. Если мы щелкнем по ней, мы можем изменить ее на какую-нибудь другую. Смотрите, теперь у нас есть четырехоконная разметка. К нашему виду в перспективе добавляются вид сверху, спереди и вид сбоку. Есть у нас и другие разметки. Эта открывает так называемый Outliner с окном проекции в перспективе. А вот эта больше подходит для анимации. Она показывает кривые анимации и т.д. Я вернусь к стандартной разметке. Но вы можете очень легко переключаться между разметками вот здесь.

Вдоль нижней части у нас есть тоже несколько различных панелей. У нас есть ползунок времени Time. Когда вы начнете анимировать, вы будете использовать его для перемотки и смены кадров. Ниже у нас шкала диапазона Range. Она показывает общую продолжительность анимации, а также выбранный участок времени. А манипулятор позволяет перемещаться по всей шкале диапазона. Внешние числа от одного до 200 показывают общую продолжительностью анимации. И внутренние числа – продолжительность выбранного диапазона. Сейчас они меняются от одного до 120. Если я просто щелкну по одному из квадратиков по краям манипулятора, то я могу фактически изменить это значение. То есть, если я щелкну здесь по манипулятору, то я могу изменить видимый диапазон кадров. Вдоль нижней части у нас есть MEL. Это – командная строка, вы можете вводить сюда текстовые команды Maya.

И, наконец, вдоль нижней части у нас есть строка помощи Help. Все, что необходимо сделать, просто навести курсор над любым инструментом, и она скажет вам, что этот инструмент делает. Когда вы начнете работать, она даст вам подсказки, как поступить в конкретной ситуации. Если вы действительно не знаете, как сделать что-либо, просто смотрите на эту нижнюю строку, и она

может дать вам полезную подсказку.

Справа внизу у нас есть несколько кнопок. Эта кнопка называется Animation Preferences. Если мы щелкнем по ней, она отправит нас фактически ко всем настройкам Maya. По умолчанию они называются настройки анимации. Но мы отсюда можем войти во все наши настройки. Мы доберемся до них немного позже. И затем у нас также есть Редактор сценариев, Script editor. Мы не будем рассматривать создание сценариев, но у нас есть курсы для этого. Это действительно отличный способ посмотреть на Maya и ее программы изнутри. Это позволяет создать простые или более сложные команды.

Мы видим, что расположение функций в Maya довольно продуманно. И как только вы начнете работать с программой, то почувствуете, насколько этот интерфейс удобен.

Изначально Maya состояла из трех отдельных версий:

1) Maya Personal Learning Edition. Данный пакет был разработан для целей не предусматривающих получение коммерческой прибыли, и распространяется свободно. Конечно же, как бесплатный пакет, она имела свой ограниченный функционал и ограничения на размер и автоматически помечала готовый результат определенным водным знаком, для идентификации версии программного продукта.

2) Maya Complete представляет собой базовый набор, в котором доступен весь необходимый и достаточный функционал. Однако и в этой версии есть ограничения – отсутствие модулей физических симуляций.

3) Maya Unlimited – это самый укомплектованный комплект, который включает в себя абсолютно весь необходимый инструментарий, функционал, эффекты, и не имеет никаких программных отключенных функций.

Это была общая классификация Maya, далее, в 2010 году на выставке «Siggraph 2009» была представлена следующая, усовершенствованная версия. Autodesk Maya объединила в себе вышеперечисленные пакеты и модули, и на данный момент существует как единый целостный программный продукт. Она предназначена для работы с такими операционными системами: Mac OS,

Windows, Linux.

Выбор операционной системы можно поставить совершенно отдельной проблемой, которую необходимо решать с умом, для достижения поставленных целей, но поскольку этот вопрос очень обширен и потребует большого количество доводов в защиту выбора той или иной операционной системы, в данной работе данная проблематика рассматриваться не будет. Вопрос о выборе той или иной операционной системы, на которой будет устанавливаться выбранный нами программный продукт. Носит, по сути дела вторичный характер, но поскольку должны быть рассмотрены все аспекты, нюансы и проблематика выполнения программной части данной диссертации, то это вопрос нельзя обойти стороной.

Оптимизация операционных систем под ту или иную аппаратную платформу стало трендом в наши дни и широко применяется во всех сферах информационных технологий.

2.2 Предварительный алгоритм решения задачи

Трёхмерная графика (3D (от англ. 3 Dimensions – «3 измерения») Graphics, Три измерения изображения) – раздел компьютерной графики, совокупности приемов и инструментов (как программных, так и аппаратных), предназначенных для изображения объёмных объектов. Трёхмерное изображение на плоскости отличается от двумерного тем, что включает построение геометрической проекции трёхмерной модели сцены на плоскость (например, экран компьютера) с помощью специализированных программ (однако, с созданием и внедрением 3Dдисплеев и 3D-принтеров, трёхмерная графика не обязательно включает в себя проецирование на плоскость) [23]. При этом модель может как соответствовать объектам из реального мира (автомобили, здания), так и быть полностью абстрактной (проекция четырёхмерного фрактала). 3D-моделирование – это процесс создания трёхмерной модели объекта. Задача 3D-моделирования – разработать визуальный объёмный образ желаемого объекта. С помощью трёхмерной графики можно и создать точную копию конкретного предмета, и разработать новое, даже нереальное представление до сего момента не существо-

вавшего объекта.

Трёхмерная графика – вид компьютерной графики, представляющий собой объёмную модель какого-либо объекта. Для создания трёхмерной модели требуются специальные программные и аппаратные средства. К программным принадлежат приложения 3D-визуализации. К аппаратным относят то, с помощью чего создается и отображается модель, в связи с очень быстрым развитием технологии в последние десятилетия это может быть не только изображение на экране монитора, но и устройства воплощающие трёхмерную модель в реальном мире, такие устройства называются – трёхмерные принтеры или 3D-принтеры (компьютер, 3D-мониторы, 3D-принтеры). К таким же устройствам можно отнести станки с ЧПУ управлением.

Процесс создания трёхмерной модели включает три этапа [23]:

- моделирование;
- визуализация;
- вывод модели (печать либо на монитор).

Моделирование – создание модели из ничего, проектирование с помощью программных средств, задание соответствующих размеров, текстур, освещения. Создается, так сказать, каркас объектов, описывается математическими формулами.

Следующим этапом является рендеринг (англ. render – визуализация) – преобразование сырого каркаса в приятную для глаза форму, закругление углов, отображение света, отображение текстур. Осуществляется с помощью программных средств. Вывод на печать, либо на экран монитора полученной визуальной модели – последний этап. Передовые технологии не стоят на месте, ученые изобретают новинки техники, к ним и относятся 3D-мониторы и 3D-принтеры.

Построение трёхмерных моделей – процесс относительно новый, если сравнивать его с картами и планами в аналоговом и цифровом видах. Однако, с начала появления их прошло более двух десятков лет. 3D-модели представляют собой трёхмерные пространственные модели реальных объектов или террито-

рии. Появлению таких новых видов цифровой продукции способствовали достижения трёхмерной машинной графики. В настоящее время создание и использование 3D-моделей местности находят применение в различных областях деятельности: образовании и науке; нефтяной и газовой индустрии; строительстве; городском кадастре; картографии; управлении природными ресурсами; экологическом мониторинге; в туризме. Широко трёхмерное моделирование применяется в формировании данных для кадастровых (землеустроительных, градостроительных) систем. Большую популярность имеют интерактивные цифровые модели городов, с помощью которых решаются задачи городского планирования, управления транспортом, защита от шума и др. [23]

Для правильной оценки выбранного варианта решения поставленной задачи необходимо иметь информацию не только о плановом положении и высоте объектов, но и о точности этих данных, которая зависит от исходных материалов таких как космическая и аэросъемка. Аэрофотосъемка, несмотря на быстрое развитие методов дистанционного зондирования земли, остаётся одним из основных способов создания 3D-моделей, т.к. позволяет построить метрическую, т.е. измеряемую, модель высокой точности.

В трёхмерных моделях характеристики местности или объекта являются функцией трех координат (X , Y , Z). Благодаря этому устраняется неоднозначность и каждой точке модели соответствует набор топографических характеристик только одного объекта. Создание и использование таких моделей сопровождается резким возрастанием объемов обрабатываемой информации. Методы создания трёхмерных сцен позволяют получить изображение существующих и проектируемых объектов, оценить облик объекта из недоступной для наблюдения позиции и решить ряд других аналогичных задач.

Моделирование трёхмерных объектов и сцен (сюжетов) требует учет трёхмерности пространства и предметов, наличия источников освещения и наблюдателя.

Исследования в этой области были направлены на развитие и совершенствование методов аппроксимации и представления сложных поверхностей, ге-

нерирование текстур, рельефа, моделирование условий освещения. Значительное внимание уделялось также улучшению качества синтезированных изображений, повышению уровня их реалистичности, сглаживанию погрешностей результатов аппроксимации геометрической формы реальных объектов и пространственной дискретизации изображения

Процесс создания виртуальной исторической реконструкции можно поделить на несколько этапов [48]:

1) Постановка задач реконструкции.

Этап заключается в постановке задачи исторической реконструкции.

2) Формирование базы источников.

На этом этапе определяется круг доступных графических, изобразительных и описательных источников, на основе которых будет осуществляться построение трехмерной модели.

3) Выбор программного обеспечения.

На этом этапе происходит выбор программного обеспечения, необходимого для осуществления поставленных задач.

4) Верификация источников.

Данный этап заключается в проверке на достоверность собранных данных. На основе верификации формируется база источников, на основе которой будет построена трехмерная модель.

5) Преобразование данных в 3Dформат. Создание трехмерной модели объекта, создание модели ландшафта и построек.

На этом этапе происходит построение трехмерной модели зданий изучаемого объекта историко-культурного наследия на основании описательной, изобразительной и графической информации.

6) Создание интерактивной системы навигации и обеспечение верификации элементов 3D модели.

На последнем этапе происходит построение интерактивной системы навигации пользователя в трехмерном пространстве и обеспечение верификации элементов 3D модели.

Компоновка составных элементов трехмерной модели носит немаловажный характер, т.к. этот этап воссоздания любого утраченного ныне исторического объекта позволяет создать наиболее правдоподобное представление о нем в историческом контексте и позволяет избежать искажения исторических реалий. От того насколько тщательно мы подойдем к выполнению этого вопроса и зависит во многом конечный результат нашей работы.

Абсолютно недопустимо что бы выполнение данного этапа выполнения работы прошло с допущением каких-либо недостоверных источников или источников не признанных академической исторической наукой или не подтвержденный археологическими или иными изысканиями.

2.3 Характеристика выбранного программного обеспечения

2.3.1 Обоснование выбора программного обеспечения Blender

Blender – это бесплатное программное обеспечение для создания и редактирования трехмерной графики. Ввиду кроссплатформенности, открытого исходного кода, доступности и функциональности пакет получил заслуженную известность не только среди новичков, но и среди продвинутых 3D-моделеров. По мере развития программы ее выбирают в качестве рабочего инструмента для все более серьезных проектов, что неудивительно. По сути, это приложение практически не уступает по количеству возможностей и функционалу более продвинутым пакетам 3D графики. И при этом все бесплатно.

Blender включает в себя средства для 3D моделирования, анимации, а также набор опций для создания игр, визуальных эффектов и скульптинга. Отличная альтернатива флагманам 3D анимации. Благодаря поддержке Blender Foundation, программа очень быстро и стабильно развивается.

Программа станет прекрасным подспорьем для знакомства с 3D графикой и функционированием базовых инструментов создания и редактирования 3D объектов, ведь Blender сочетает в себе набор опций, которые по отдельности встречаются в профессиональных трехмерных редакторах. Можно не привирая сказать, что в нем собрано понемногу от каждой известной программы для создания 3D моделей. Но в то же время это полностью самостоятельный, уни-

кальный пакет трехмерной графики, не похожий ни на одно другое приложение.

Blender позиционируется как приложение для создания и редактирования трехмерной графики, визуализации, анимации, создания компьютерных игр и даже скульптинга. Вполне серьезная программа, для которой требуются серьезные ресурсы аппаратного обеспечения, скажете вы. Но первый сюрприз пакет преподносит на этапе скачивания установочных файлов – их вес составляет около 70 Мбайт. Немыслимо для программного обеспечения такого уровня! Тем не менее, разработчики умудрились снабдить программу всеми необходимыми функциями, которые полноценно функционируют и демонстрируют отличную производительность. Производительность аппаратной платформы компьютера во многом зависит от оптимизации как самой операционной системы, так и оптимизации программного продукта, предназначенного для выполнения трехмерного моделирования, так же количества полигонов модели. Дополнительным преимуществом является стабильное и стремительное развитие пакета благодаря профессиональной команде разработчиков.

На сегодняшний день это полноценный 3D редактор, в котором пользователя встречает полностью программируемый интерфейс и уникальная внутренняя файловая система. Оболочка программы на первый взгляд может показаться неудобной и непонятной, но после настройки горячих клавиш работать в Blender становится просто и удобно. В качестве языка программирования приложение использует Python, владея которым вы можете создавать собственный инструменты, редактировать интерфейс и сам принцип работы программы. Приятным бонусом является доступность пакета на различных операционных системах обеих разрядностей: освоить программу смогут владельцы компьютеров с ОС Windows, GNU/Linux и Mac OSX.

Blender обзор возможностей.

Попробуем коротко охватить все возможности этого уникального редактора, не углубляясь в подробности функционирования каждого инструмента. Как и во всех программах, пользователь работает в своего рода сцене, или вью-

порте. Здесь 3D модель непосредственно создается и редактируется, а также вращается, перемещается, масштабируется и т.д. Также здесь отображаются все изменения, связанные с процессами анимации, текстурирования и визуализации.

Функции программы:

1) 3D моделирование. Представлено практически всеми существующими способами создания и работы с объемными моделями. Доступно проектирование объектов на основе примитивов, полигонов, NURBS-кривых, кривых Безье, метасфер, булевых операций, Subdivision Surface и базовых инструментов для скульптинга, в соответствии с рисунком 21. Как и в 3Ds Max, программа предлагает большое количество различных модификаторов, применяемых к модели.

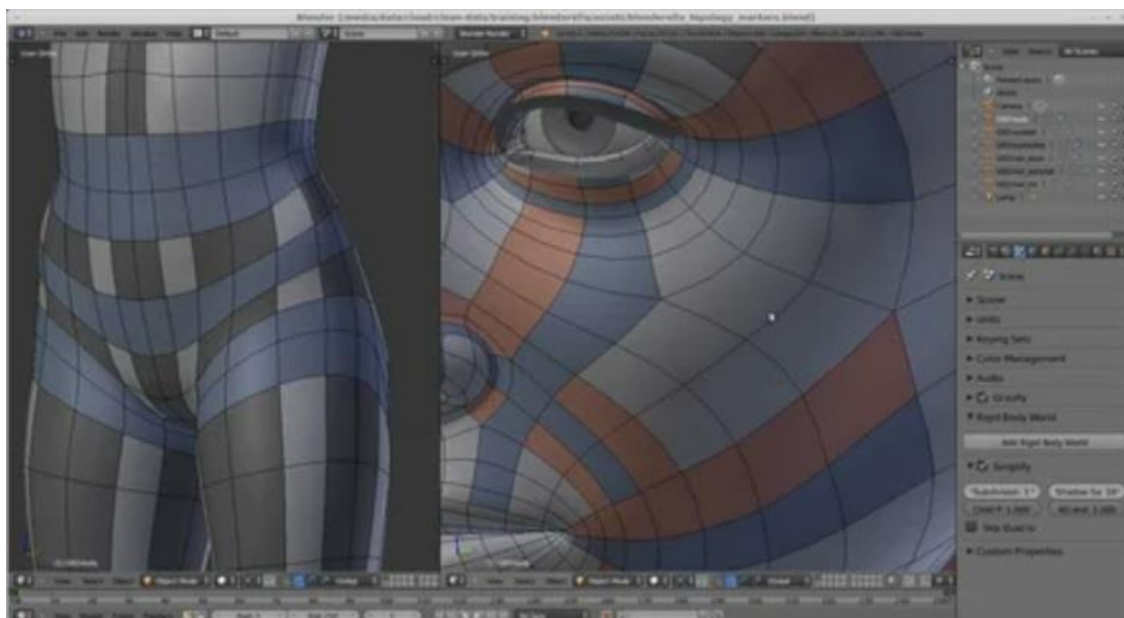


Рисунок 21 – Полигональное моделирование в программе Blender

2) Анимация. Действительно хорошо поставлена в пакете. В распоряжении пользователя такие инструменты, как риггинг (скелетная анимация), инверсная кинематика, сеточная деформация, ограничители, анимация по ключевым кадрам, редактирование весовых коэффициентов вершин и т.д, в соответствии с рисунком 22. Отлично реализована динамика твердых и мягких тел, а также анимация частиц.



Рисунок 22 – Анимация в программе Blander

3) Текстурирование и наборы шейдеров. Программа позволяет накладывать несколько текстур на один объект, и оснащена рядом инструментов для текстурирования, включая UV-маппинг и частичное настраивание текстур, в соответствии с рисунком 23. Ряд настраиваемых шейдеров добавляет гибкости в работе с материалами.

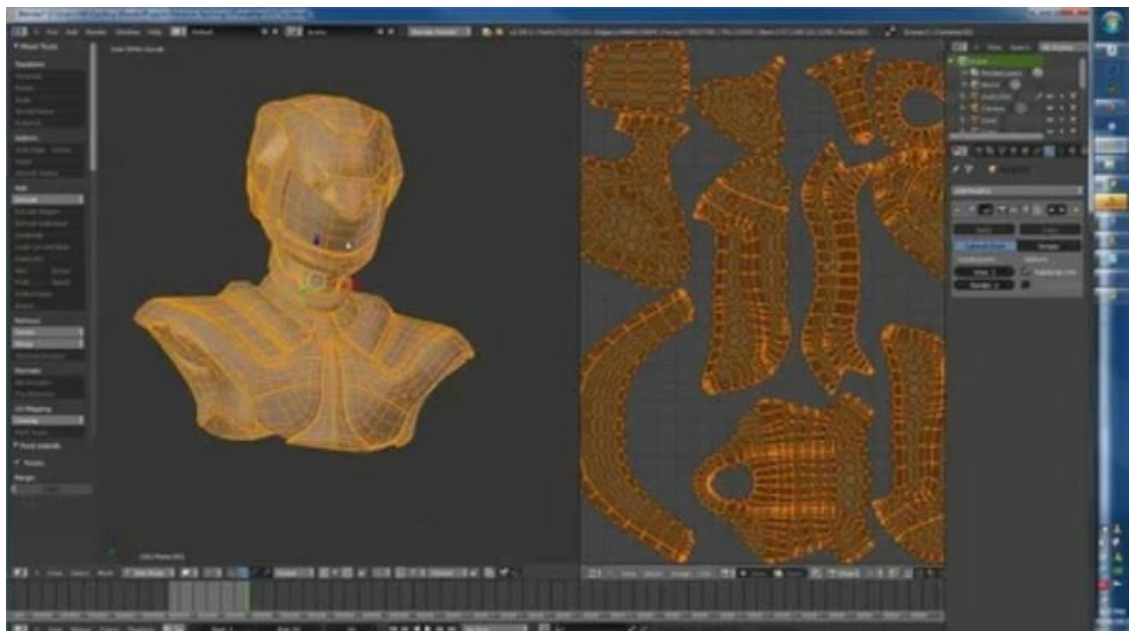


Рисунок 23 – Текстурирование в программе Blander

4) Базовый видеоредактор. Функция, о которой не догадываются даже многие продвинутые пользователи программы. В Blender присутствует встроенный видеоредактор, не настолько мощный, как специализированное ПО для этих целей, но весьма неплохой, в соответствии с рисунком 24.

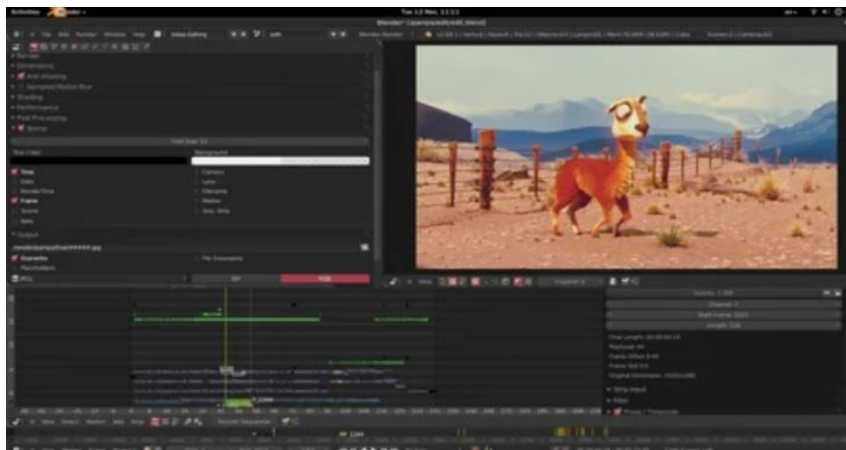


Рисунок 24 – Анимация в программе Blander

На этом базовое описание программы подходит к концу. Конечно, хотелось бы сказать еще несколько слов об инструментах создания и анимации шерсти/волос, о работе с имитацией ткани, симулятором жидкости и частиц, и еще много о чем.

В завершение стоит отметить, что, несмотря на открытый исходный код и полную доступность приложения, Blender является достаточно мощным 3D редактором, который активно развивается. Конечно, пока он не может тягаться с профессиональными программами для 3D моделирования. Однако даже сейчас он представляет собой отличную альтернативу дорогостоящим приложениям и вполне справляется с поставленными задачами.

2.3.2 Общие характеристики среды разработки Unity

Прежде чем приступить к рассмотрению и общей характеристике программного пакета UNITY, следует рассмотреть что такое движок UNITY. UNITY – это среда разработки. В ней с помощью разного программного инструментария и создается компьютерная игра или анимируется какая – либо сцена. UNITY считается одной из самых простых в освоении при это и одной из самых мощных программных пакетов для разработки компьютерных игр. Что бы убе-

даться в этом можно просто посмотреть на игры которые были сделанны с помощью этого программного пакета.

Unity 5 – кросс-платформенный игровой движок для разработки двухмерных и трехмерных приложений и игр под различные платформы. У Unity3d есть две версии: бесплатная и платная. Отличаются они рядом возможностей, которые могут сильно понадобиться при разработке игры. Во-первых, бесплатная версия Unity3d поддерживает только Android, Web Player, PC-платформы. Полная версия позволяет разработчикам выкладывать своё творение под все самые известные платформы, такие как: PC, Linux, Mac, Windows Store, IOS, Android, Windows Phone 10 Store, Blackberry 10, Wii U, PS3, Xbox 360, PS4, Xbox One. Есть возможность делать софт для VR(Virtual Reality), т.е. под очки и шлемы виртуальной реальности: Hololens, Oculus Rift, StarVR и прочие, а также писать программы для Kinect 2.0, LeapMotion. Полную версию Unity 5 можно адаптировать под свои нужды: например, если вас интересует разработка софта под Kinect 2.0, вы можете убрать некоторые элементы меню в интерфейсе и дополнить его своими надстройками, которые реально облегчат разработку. Unity3d имеет очень простой Drag and Drop интерфейс, который человек осваивает за месяц. Весь движок (от и до) только на английском языке. Русификации Unity 5 нет. Unity разбит на несколько окон: Hierarchy, где находятся названия всех объектов на сцене, которые можно группировать и легко переходить по ним, Scene, где можно рассмотреть определенную сцену под нужным вам ракурсом, Inspector, который поможет с настройкой выделенного объекта, Project, где видны все материалы проекта, Toolbar (или меню с инструментами).

Unity 5 поддерживает два языка: C#(наиболее используемый) и Javascript. Разработчику необходимо знать один из языков в совершенстве, а другой на среднем уровне, так как некоторые моменты Unity 5 делает только на одном из двух языков, или это делается намного труднее, чем на другом языке программирования. Предпоследняя версия Unity3d, а именно Unity 4, поддерживала язык программирования Boo(диалект Phython), но его убрали из 5-ой версии, так как им практически никто не пользовался, да и документации, если честно, на

официальном сайте Unity особо не было. Расчеты физики в Unity 5 производит та же NVIDIA PhysX, которая, кстати, отлично с этим справляется. Совсем недавно NVIDIA представила одну интересную вещь – NVIDIA Flex, которую, возможно, в будущем встрают в игровые движки.

Объекты в Unity3d могут быть пустыми, (чтобы объединить несколько объектов в одну группу, т.е. сделать их дочерними GameObject), содержать компоненты, с которыми взаимодействуют скрипты, могут быть названы одним и тем же именем, могут быть присвоены теги, которые служат для того, чтобы скрипт нашел нужный нам объект. К объектам в Unity3d можно присвоить коллайдеры: Box Collider – куб, в который попадает модель объекта, Sphere Collider – сфера, Character Collider – коллайдер, который был специально введен в Unity 5 для использования под персонажей, Mesh Collider – коллайдер, созданный по мешу, то есть повторяющий геометрию объекта, Wheel Collider – коллайдер для колес, Terrain Collider – коллайдер для Terrain – площадки, которую используют для отображения земли.

Unity 5 имеет две очень важные особенности: Occlusion Culling и Level Of Detail. Обе вещи позволяют сильно снизить нагрузку на центральный процессор, благодаря грамотной детализации. Например, в играх жанра 2D и 3D Runner при преодолении определенной дистанции все, что было позади вас, удаляется, а то, что впереди вас, генерируется. Таким образом, при длительной игре ваше устройство не захламляет ненужная информация. Occlusion Culling не визуализирует геометрию и коллайдеры объектов, находящихся не в поле зрения камеры, а Level Of Detail заменяет детализированные объекты, находящиеся далеко от игрока, на менее детализированные, причем разработчик сам настраивает эту систему. То есть скромный проект может позволить выставить огромные значения в Level of Detail, когда AAA-проекты выставляют его на минимум.

Unity 5 обладает огромным количеством преимуществ перед другими игровыми движками. Комьюнити Unity 5 на сегодняшний момент является самым большим в мире. На официальном сайте Unity есть специальный раздел, в

котором можно найти статистику по игровым движкам. По этим данным Unity 5 используют более 50% разработчиков видеоигр. 20% принадлежат Unreal Engine, а остальные игровые движки – 30%. Для разработки 2D или 3D инди-игр Unity 5 подходит по всем параметрам. В Unity 5 очень просто запекать проекты (билдить). Причем можно создать один проект под множество платформ, что очень сильно облегчает процесс для девелоперов. Все скрипты, используемые в Unity 4, можно будет автоматически исправить в Unity 5.

Разработка AAA-проектов в Unity – самый сложный процесс. Во-первых, любой скрипт в Unity сразу влечет за собой кучу ошибок, которую в будущем необходимо исправить, или переписать скрипт заново. Во-вторых, все ещё обладает плохой оптимизацией. Весь контент, который стоит у вас в окне Project, но не стоит у вас на сцене, будет запечен, а значит, что игра будет весить в разы больше, чем предполагалось. А самое главное, что в интернете были вопросы о том, что проекты, в которые не подключены стандартные настройки, при билде все-равно запекались. Unity в ближайшем обновлении пофиксиит этот момент. В движке есть ряд проблем со скроллингом. При приближении к объекту в определенный момент камера приближается медленнее. Если вам нужно максимально близко приблизиться к земле, то иногда это бывает очень сложно сделать. Скорее всего, в ближайших обновлениях скроллинг пофиксиит, либо научат им пользоваться, что тоже хорошо. В Unity 5 есть проблемы с мультиплеером. Но, если у вас прямые руки, то он настраивается очень просто. Например, в The Forest некоторые объекты видел один игрок, а другой – нет, а хороший пример – игра HeartStone.

Быть Unity девелопером сегодня очень престижно. В российском сегменте разработчики Unity сильно ценятся, а зарплата хоть у программистов, хоть у моделлеров высока.

Для установки UNITY, со всеми компонентами потребуется не менее 30 гигабайн на системном жестком диске. UNITY скачивается с официального сайта (Unity.com) при помощи любого браузера. После скачивания установщика (Unity.exe) запускаем программу установки и следуем пользовательским

установкам. Установка проходит довольно быстро, мы не убираем галочку с поля «запустить» и по завершении установки нажимаем программную клавишу «готово». После этого нажимаем кнопку добавить и в появившемся меню выбираем самую последнюю версию программного пакета из представленных в списке. Потом нажимаем клавишу «далее» и с вледующем открывшемся окне предлагается выбрать установку поддерживающих устройств нашего будущего проекта, другими словами платформу на которую будет устанавливаться наш будущий проект. Длительность установки программного пакета UNITY зависит от аппаратной платформы компьютера, чем она мощнее, тем быстрее происходит установка программного пакета, в среднем это занимает от 15 минут и доходит до получаса. В середине установки начинается скачиваться среда программирования, Visual Studio, с помощью этого программного пакета пользователь в дальнейшем будет писать программный код для своих проектов, скрипты движения камер и многое другое. Загрузка данного программного пакета пройдет автоматически. Для перехода в рабочее поле программы и создания нового проекта нажимаем кнопку «проджект», переходим по кнопке «NEW» в скаченную версию UNITY, далее открывается меню наименования проекта и меню выбора пространственной размерности проекта, двумерный или же трехмерный проект, так же на данном шаге установки начальных параметров программы следует выбрать место хранения – папку в котором будет храниться наш проект. Перед первым запуском программы необходимо немного подождать пока программа пропишет все установки в операционной системе компьютера.

После все предворительных действий открывается рабочая область программы. В центре пользовательского интерфейса программы самое центральное место занимает окно «сцена», где мы будем производить все манипуляции с нашим проектом или игровыми моделями. Справа находится окно свойств игровых объектов и моделей, где отображаются характеристики объектов, такие как имя сцены или объекта, свойства, отвечающие за позицию объекта в пространстве или относительно других объектов – этот компонент называется «трансформ». Он включает позиции по осям X, Y, Z, в трехмерной системе ко-

ординат. При помощи кнопки «reset» все значения данного компонента устанавливаются по умолчанию, в условный центр сцены.

Слева находится окно иерархии сцен, в этом окне находится список объектов, которые используются в данной сцене или проекте. Сцена «SampleScene» создается по умолчанию и при первом запуске программы всегда открывается именно она, в окне ниже рабочей области программы можно увидеть файлы и папки текущего проекта. В корневой папке проекта находится папка со сценами, сцены в данном проекте являются «уровнями» в нашей разработке, игре или анимации. По мере продвижения работы над проектом папка со сценами будет дополняться новыми сценами.

Двухмерные объекты и спрайты это то, что составляет двухмерный проект или игру, графика также является основной составляющей любого проекта. Графику в двухмерных играх так же называют – спрайтами. Спрайт – это, по сути дела любой двухмерный объект в 2D-игре. Вся графика любой двухмерной игры – это набор из самых разных спрайтов. Графику игры можно нарисовать самому, если пользователь обладает соответствующими навыками, если таких навыков нет или не достаточно развиты для выполнения поставленной задачи, то можно воспользоваться уже готовыми сборками двухмерной графики, которые имеются в свободном доступе в сети «интернет» и распространяются как в коммерческих, так и в обучающих целях.

Загрузить полученный пак двухмерной графики можно путем «перетаскивания» папки с двухмерной графикой в UNITY, в окно с нашими проектами – окно «проджект». Время импорта спрайтов в реализуемый проект зависит от аппаратной платформы компьютера, чем она мощнее, тем время импорта спрайтов в разрабатываемый проект меньше. На этом рассмотрение установки и первого запуска среды разработки игр UNITY закончено.

И крупные компании, и небольшие студии, разрабатывающие игры, часто применяют в своей работе UNITY. На самом деле это даже не движок, а готовая среда, предназначенная для разработки компьютерных игрушек. В составе этой программной среды собраны различные программные продукты, например, от-

ладчик, компилятор, которые потребуются создания игрушек.

UNITY, может работать под управлением более чем двадцати операционных систем, комфортность использования, все это позволяет игровых дел мастерам создавать приложения для широкого круга ОС и игровых платформ и тем самым расширяя круги игроков.

Во-первых, движок Unity3D обеспечивает возможность разрабатывать игровые программы, не обладая особенными знаниями.

В этой среде использован компонентно-ориентированный подход, с его помощью игрок может создать объект, например, основного героя. Кроме этого, он может добавлять разные элементы. Это может изображение основного героя и методы контроля над ним.

В UNITY3D использован Drag & Drop интерфейс, функционально развитый графический редактор программист может создать карты, расставить объекты, на заранее определенные места и сразу проверять полученный результат.

Во-вторых, одно из неоспоримых достоинств UNITY3D заключено в том, что он оснащен большой библиотекой ассетов и плагинов, позволяющих существенно ускорить ход разработки игровой программы. Программист может их импортировать и экспортировать, встраивать готовые заготовки – уровни, героев, врагов. Какие-то ассеты можно получить бесплатно, какие-то можно приобрести за вполне символическую цену.

В-третьих, Unity 3D поддерживается большим количеством платформ, API и пр. Созданные в этой среде игры можно легко перенести из OS Windows на Linux и игровые консоли типа PlayStation, Xbox, Nintendo. Unity 3D может работать с DirectX и OpenGL.

UNITY3D позволяет формировать сложные анимации. Столкновения между игровыми объектами.

Руководствуясь вышесказанным вполне допустимо сделать простой вывод – UNITY3D оптимальное решение для начинающих разработчиков. С одной стороны их не устраивает функционал более простых пакетов, например, RPG Maker. С другой стороны, они не хотят нести расходы на приобретение

более продвинутых и соответственно дорогих движков.

UNITY3D предоставляет возможность быстрого формирования объектов, установить их по местам, выстроить связи между ними, использовать контент собственной разработки или сторонние элементы.

Начинающие разработчики смогут решить проблему любой сложности используя официальные и неофициальные информационные ресурсы, имеющиеся в мировой сети.

Большие компании найдут в UNITY3D определенные достоинства. Так, потенциал этой среды позволяют создать масштабные продукты, например, Firewatch, Inside, Superhot или сложные браузерные игры.

В любом случае, UNITY3D предоставляет широкий функционал для разработок продуктов высокого качества.

Для получения качественного продукта на UNITY3D последних версий, в частности, 2019.2 потребуются персональный компьютер со следующими свойствами:

Операционная система Windows 7 и старше, в том числе и 64-битные версии.

Всего UNITY3D может быть задействовано для создания приложений более чем в 20 OS, в том числе macOS 10.12+. Надо отметить, версии для эксплуатации на серверах не проверялись.

Процессор должен поддерживать комплект инструкций SSE2.

В компьютере должна быть установлена видеокарта, поддерживающая DX10.

Unity позволяет разрабатывать игры без специальных навыков для этого. Разработчику нужно создать объект, а затем создать средства, в которых он будет существовать. Программа дает возможность создавать и сразу расставлять объекты в реальном времени, при этом можно протестировать результат. У движка есть еще один плюс – огромный список ассетов и плагинов. Они помогут ускорить процесс создания игры. Также есть возможность их экспорта и импорта, добавляя сразу целые уровни. Тут не придется проводить ни каких

действий, касающихся программирования. У вас получится создать собственный контент, загрузить его и возможно даже заработать на разработке уникальных деталей. Третьим плюсом программы – поддержка сразу множества платформ, API. Игры, созданные в программе, подойдут для проектов на разных платформах. Также Unity работает с DirectX и OpenGL. Она прекрасно сочетается с самыми разными системами рендеринга и еще массу различных технологий. При помощи движка можно создать самые разные эффекты. Существует мнение, что этот движок создавался для инди-игр и не может выдать красивую реалистичную картинку не верно. Создатели движка выпустили специально видео, которое показывает на что он способен, и результаты поражают. И что самое главное – программа бесплатная, так что этот факт открывает массу возможностей для независимых разработчиков. Хотя тут есть и некоторые ограничения.

На бесплатной версии перед запуском игрушки будет демонстрироваться логотип движка. Кроме того, проект на бесплатной версии не должен принести разработчику больше чем 100 тыс. долларов в год. Ну, а платная версия стоит всего-то 125 долларов в месяц, так что и этот вариант не станет расточительным даже для начинающих разработчиков.

Этот движок станет идеальным вариантом для новичков, которым в других вариантах мало возможностей. Но и в тоже время они не хотят тратить на более дорогие проекты, которые могут быть просто не по карману им. Благодаря этому можно создавать объекты, связывать их и делать очень интересные сцены. У движка есть огромное число пользователей, найти то, что необходимо в каждом конкретном случае будет не сложно. Знания можно черпать из видеороликов, блогов, полезных статей и т.д. В сети масса полезной информации, позволяющей изучить движок в деталях.

Среда разработки UNITY является наиболее популярной средой для создания не только компьютерных роликов, но и компьютерных игр. UNITY является самостоятельным, интегрированным движком, то есть графической оболочкой, прежде всего для создания игр, которая предоставляет уже встроенные и

готовые к использованию функционала для создания игрового трехмерного контента. Эта графическая оболочка соединена с многофункциональной и сложной системой готовых решений, которые позволяют анимировать даже самый сложный объект или даже целую сцену, смоделированную в сторонне графическом редакторе трехмерных объектов. Анимация играет главную роль в играх практически везде, от простого применения, такого как прямолинейное движение незамысловатого объекта или его перескакивание с места на место, до мимики человеческого лица с полным выражением эмоционального состояния игрового персонажа или даже течения жидкостей и горения пламени, причем подобные эффекты должны быть правдоподобны для более, что способствует более полному погружению игрока в игровой мир. Используя данный концепт в качестве отправной точки можно научиться создавать множество исторических анимации и применять их для виртуальных путешествий по давно исчезнувшим историческим объектам.

История появления UNITY3D.

Первая версия была создана в июне 2005 года тремя людьми: Дэвидом Хелгасоном, Джошом Анте и Николасом Френсисом. Их целью было создание доступного любительского движка с удобным графическим интерфейсом, и первая версия движка имела схожий с Final Cut пользовательский интерфейс, работающий по принципу drag-and-drop (то есть перетягивание элементов между подменю программы). Изначально Unity работал только под macOS, однако разработчики отлично понимали, что доля яблочной ОС на рынке невелика, а уж создателей игр на ней вообще мало. Поэтому первое глобальное добавление, появившееся в августе 2005 в версии 1.1 – это возможность сборки игр под Windows и поддержка плагинов C/C++. Однако на тот момент полноценным игровым движком Unity назвать было трудно – он не поддерживал множество графических эффектов и подходил разве что для создания качественных анимаций. Разработчики исправили это недоразумение в версии 1.2 от декабря 2005 года – добавили эффекты постобработки, рэгдолл, тени, встроенный скрипт управления персонажем, расширили возможности редактора скриптов. После

этого движком стали интересоваться инди-разработчики – поэтому выросло количество ошибок со старыми видеокартами и системных проблем с драйверами, которые создатели движка фиксировали еще год. Последняя версия – 1.6.2 – вышла в мае 2007: да, до CryEngine 2 того же года она не дотягивала, однако создавать простые игры на Unity уже тогда было удобно, да и основные ошибки уже были исправлены.

В октябре 2007 команда разработчиков выпустила вторую версию движка. Основные изменения – добавление полноценной среды разработки под Windows (в версии 2.5, март 2008), а так же улучшенный веб-плеер. Так как macOS использует API OpenGL, а Windows – в основном DirectX, разработчики добавили поддержку последнего в версию для Windows – по их словам, это привело к 30% увеличению скорости работы. Так же была добавлена поддержка веб-стриминга, мягких теней реального времени, Terrain Engine (часть движка, которая отвечает за отрисовку земли), а так же полностью переработали GUI (графический интерфейс пользователя). В Unity 2.6 (октябрь 2009) Indie-версия движка стала бесплатной и появилась версия для Wii.

Движок изначально был нацелен на macOS, и поэтому неудивительно, что с выходом iPhone движок оптимизировали и для него. Он развивался самостоятельно на протяжении 2 лет: с октября 2008 до апреля 2010, после чего был объединен с Unity 3D 3. За два года вышло 8 версий – добавили поддержку .NET 2.1, возможность работы с сетью и поддержку iPad. Движок использовал API OpenGL ES до версии 2.0. Одной из лучших игр на Unity iPhone можно считать шутер Shadowgun – он демонстрировал действительно высокодетализованную картинку и множество красивых эффектов.

Третья версия вышла в сентябре 2010. Изменений много – теперь все элементы редактора можно менять местами как удобно, улучшили карты освещения, добавили: возможность отложенного рендеринга, Umbra occlusion culling (отрисовка только тех объектов, которые видны на экране), низкоуровневую отладку и FMOD аудио фильтры (возможность проигрывать разные аудиоформаты на разных платформах без конвертации). В это же время компания EA за-

интересовалась движком и подписала с Unity Technologies контракт о многолетнем сотрудничестве, а количество зарегистрированных разработчиков превысило 200 000.

В декабре 2011 вышла первая версия Unity 3.5. Основные нововведения – возможность работы с Adobe Flash и публикация игр в формате .swf. Так же добавили новую систему частиц (которая теперь умеет взаимодействовать с тенями и светом), поддержку HDR (расширенного динамического диапазона), LOD (Levels Of Detail – возможность отрисовки далеких объектов с худшей детализацией для экономии ресурсов), а так же мультипоточный рендеринг (использование возможностей многоядерных процессоров). Окно редактора Unity 3.5 с запущенной тестовой игрой-демонстрацией способностей движка AngryBots.

Новая версия вышла в ноябре 2012. Из основных изменений – движок научился работать под Linux. Так же была добавлена поддержка API DirectX 11, улучшена система анимации (добавлен скиннинг на GPU) и освещения. Следующий глобальный релиз, Unity 4.3, вышел через год, в ноябре 2013: введена поддержка 2D-спрайтов и интегрирован физический движок Box2D – если раньше разработчикам приходилось делать «фальшивый» 2D, размещая плоские текстуры на плоскости в пространстве, то теперь есть возможность работать не с пространством, а только с плоскостью. Так же создатели Unity сделали жизнь разработчикам мобильных игр проще – теперь есть возможность собирать игры для iOS в версии движка для Windows. Одной из самых красивых игр на Unity 4 является пошаговая стратегия Endless Space.

Самая новая версия движка, развивается с марта 2014 и по сей день. Количество зарегистрированных разработчиков превышает 3 миллиона – в основном потому, что Indie-версия движка бесплатна. Для тех, кому нужны дополнительные возможности, есть версия Plus и Pro (35 и 120 долларов в месяц), а так же есть возможность собрать редактор самому и договориться с разработчиками о цене.

В Unity 5 добавили и добавляют достаточно много, это пожалуй, крупнейшей релиз за все время существования Unity:

- 1) Новые инструменты графического интерфейса отдельно для 3D и 2D игр.
- 2) Полноценный звуковой редактор (можно в реальном времени объединять различные звуки, добавлять эффекты, связывать их с событиями в игре).
- 3) Поддержка WebGL – игры работают напрямую в браузере без установки веб-плеера.
- 4) Глобальное освещение в реальном времени для консолей нового поколения, ПК и мобильных платформ.
- 5) Отражение света в реальном времени на основе Reflection Probes.
- 6) Физически корректные материалы (к примеру кусок дерева теперь плавает в воде сам, без дополнительных скриптов).
- 7) Новые возможности 2D физики: точечные силы притягивания и отталкивания; тангенциальные силы (силы, направленные по касательной к поверхности объекта); силы, направленные вдоль любых осей; одностороннее столкновение.
- 8) Отслеживание загрузки процессора, видеокарты и памяти на временной шкале в режиме реального времени.
- 9) Добавление полноценного 64х-битного редактора.
- 10) Интеграция Terrain Speedtree.
- 11) Добавление новых API для 2D физики и редактора анимации в Vox2D, обновление 3D физики до nVidia PhysX3.
- 12) Просмотр сцен в HDR-режиме.
- 13) Настройки для рендера сцены с помощью заполняющего (Ambient) света.
- 14) Улучшена работа LOD (теперь нет падения производительности для непропорционально скейлированной геометрии).
- 15) Новые формы для препятствий Nav Mesh и сжатые текстуры для Cubemaps.
- 16) Поддержка джойстика для Windows Store.
- 17) Внутриигровая реклама без сторонних плагинов (к сожалению – труд-

новырезаемая, так как зашта в саму игру в виде текстур и показывается даже без наличия интернета).

18) Повторяющаяся анимация может передвигать персонажа.

В Unity 5.1 в июне 2015 в основном исправили ошибки и сделали поддержку VR (виртуальной реальности) – на первых порах только Oculus Rift. В сентябре того же года вышло минорное обновление 5.2 – добавлены новые возможности для разработчиков приложений под Android, для работы со звуком добавлена поддержка Spatialization API для модулей расширений аудио. В версии 5.3 (декабрь 2015) изменений уже больше:

Новые инструменты: обновленный MonoDevelop, одновременное редактирование нескольких сцен, инструменты для 2D, автоматическое тестирование.

1) Оптимизация графики, включая новое ядро OpenGL, экспериментальная поддержка Metal в OS X и обновленная система частиц.

2) Улучшенная поддержка WebGL и iOS 9.

3) Поддержка интегрированных внутриигровых покупок.

4) Добавлена экспериментальная поддержка DirectX 12.

В август 2016 года улучшили графический рендер, повысивший качество визуальной составной (например, теперь нет шумов в затененных областях). Значительно доработана и улучшена поддержка VR-платформ. Добавлены настраиваемые частицы, новые зеркальные эффекты, улучшен импорт графики. Самым крупным нововведением в последней на данный момент Unity 5.5 (ноябрь 2016) стала поддержка Microsoft HoloLens (очков дополненной реальности от Microsoft).

Игр на Unity 5 вышло много проектов: это красивейший «симулятор леса» The Forest.

И даже всем известный Pokemon Go тоже работает на Unity – количество проектов переваливает за сотню.

На данный момент это один из самых быстроразвивающихся движков, разработчики которого постоянно улучшают его и внедряют новые функции. О

следующем глобальном релизе говорить еще рано, а вот о следующем минорном апдейте – 5.6 уже известно много (он сейчас в бета-версии): поддержка 4K 360 градусов видео, API Metal в редакторе под macOS, а так же множество улучшений по работе с 2D. С учетом того, что в лицензия на движок стоит очень дешево (до 120 долларов в месяц с человека – к примеру, лицензия id Tech на одну игру продавалась за 250 000 долларов) – количество инди-игр на нем огромно и будет постоянно расти, а значит нас ожидает множество качественных игр.

Анимация предметов с помощью системы Mecanim включает в себя набор программных инструментов, позволяющий создавать плавную и реалистичную анимацию, особенно персонажей игр или как в нашем случае исторической компьютерной ретроспективы.

2.4 Выводы по главе

В настоящее время во многих сферах человеческой жизни, в том числе и в образовательной и научно-исследовательской сфере потребность в информации о территории или объектах (в том числе и утраченных) уже не может быть удовлетворена использованием устоявшихся средств в аналоговом и цифровом видах.

Наиболее востребованы 3D-модели городов или отдельных территорий, трехмерная пространственная информация которых используется при решении различного рода задач, в том числе задач исторической науки.

Рассмотренное выше программное обеспечение в полной мере позволяет решить все поставленные в данной работе задачи в полной объеме.

Актуальность поставленной задачи заключается в сохранение объекта историко-культурного наследия с помощью современных 3D-технологий. Так как на сегодняшний день одной из важных социально-культурных задач является сохранение историко-культурного наследия, виртуальная реконструкция исторического процесса стремительно развивается. Это объясняется обновлением методологических принципов исторического познания и тенденцией сохранения историко-культурного наследия.

В процессе исследования данной темы, был выполнен следующий ряд задач:

- рассмотрены теоретические и технологические аспекты создания виртуальных реконструкций;

- проанализированы существующее программное обеспечение, существующее на сегодняшний день, которое позволяет выполнить все поставленные цели и задачи с достижением максимального реализма, что позволит достичь эффекта погружения пользователя в виртуальную реконструкцию, и обосновать его использование при разработке виртуальной реконструкции;

- разработана концепция виртуальной реконструкции;

- созданы 3D-модели составных частей реконструируемого объекта в приложении «Blender».

3 РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

3.1 Острог Никифора Чернигова

3.1.1 Реализация рельефа местности

В течение нескольких следующих глав мы будем создавать сцену с реалистичным ландшафтом с целью создать 3D-модели всех составляющих архитектурных и фортификационных элементов Албазинского острога, за весь период его существования в Blender до уровня комфортной работы. Ниже вы можете увидеть процесс воссоздания 3D-модели ландшафта острога Никифора Черниговского.

Начнем с модификатора «Displacement», далее зайдем в меню «Cycles».

Вызываем контекстное меню нашей сцены и выбираем закладку «Subdivide» и выставляем значение параметра «Number of Cuts» равным 50, в соответствии с рисунком 25.

Данное значение количества полигонов для всех моделируемых объектов в будущем оптимально для выполнения нашей задачи т.к. позволяет не только сцементировать достаточный уровень реализма моделируемой сцены, но и задействовать необходимые и достаточные производительные ресурсы самого компьютера.

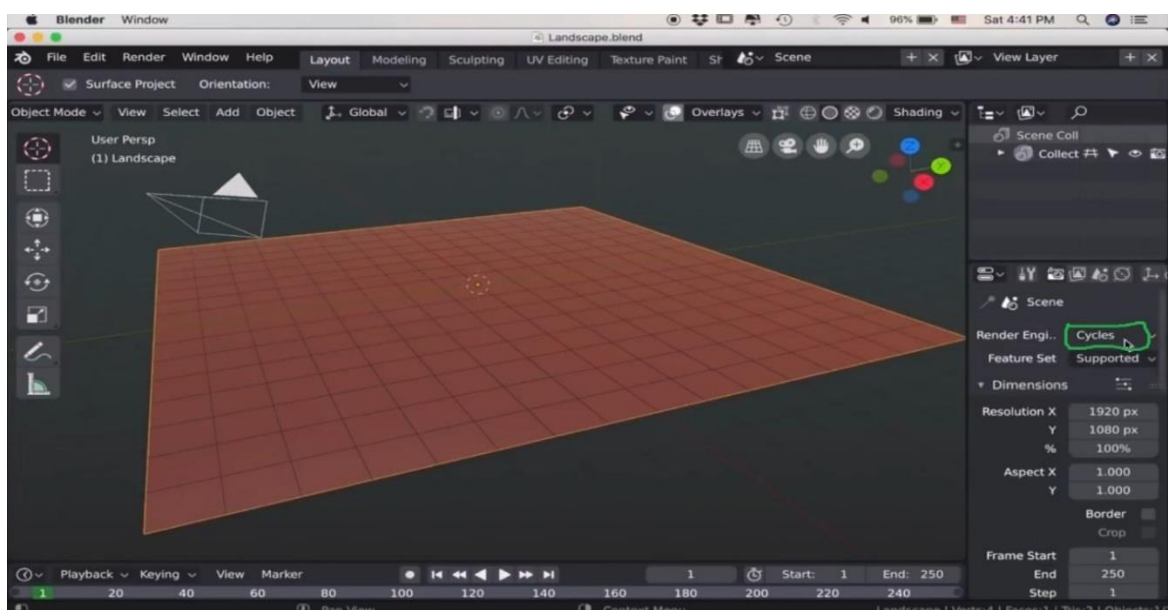


Рисунок 25 – Прimitives «плоскость» в окне программы Blender

Далее переходим в закладку модификаторов – «Add Modifier» и выбираем закладку «Subdivision Surface» (подразделение поверхности). Для окна просмотра поставим значение 4, а для рендера 5.

Модификатор разделяет каждый полигон на 4 части, это и есть первый уровень подразделения, который и указан в параметре View. Если в этом параметре установить уровень 2, то все новые полигоны снова разделятся на 4 части. Параметр View устанавливает уровень подразделения объекта в окне просмотра 3D вида, а параметр Render устанавливает уровень подразделения объекта при визуализации. Это позволяет работать с низкополигональной моделью в окне 3D вида, а при визуализации видеть ту же модель, но с большим количеством полигонов. Низкополигональное моделирование позволяет получать трёхмерные модели, для работы с которыми не требуется больших аппаратных ресурсов компьютера.

В нашей версии программы мы будем добавлять модификаторы «Displacement» немного иначе, чем в предвидящей версии.

Самый распространенный метод – добавление подразделений и модификатора «Displacement» был реализован не оптимально в предыдущей версии программы т.к. приходилось постоянно перемещаться между текстурами моделируемых материалов и их модификаторами, изменяя их настройки до получения желаемого результата. В нашей версии программы мы будем делать наши «Displacement-ы» так называемыми нодами материалов, в соответствии с рисунком 26.

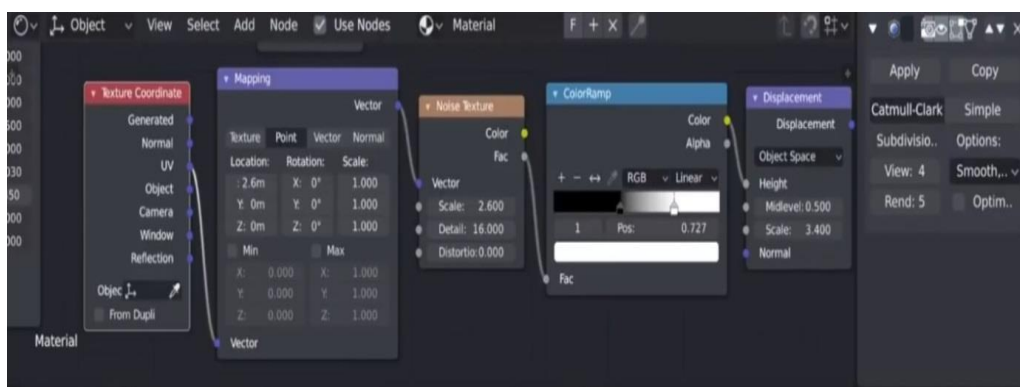


Рисунок 26 – Ноды для работы с настройками текстур и материалов программы Blender

Данными действиями в программе Blander мы смоделировали основу для реализации рельефа местности Острога Никифора черниговского. Дальнейшие манипуляции с моделью рельефа будут производиться в среде Unity.

3.1.2 Реализация 3D-модели

При построении сцены необходимы 3D модели, которыми она будет наполнена. Для этого воспользуемся 3D редактором Blender 3D. В нем необходимо будет создать модели, из которых позже будет составлена полная сцена. Объекты, которые нужно создать:

- проездная башня с воротами;
- угловые башни;
- частокол.

Создание проездной башни с воротами.

В плане он был четырехугольным, по форме близким к ромбу, имевшему длинные стороны примерно по 39 метров и короткие по 28 метров (здесь и далее размеры указаны приблизительно, так как древние русские меры длины, приведенные в документах («сажень» и «аршин»), имеют некоторую вариативность при пересчете в современные меры длины). Расположение острога учитывало природные особенности местности. Южная стена шла вдоль обрывистого берега небольшой реки, впадающей в Амур, а восточная – по краю крутого обрыва к реке Амур, что давало острогу дополнительную защиту.

Проездная башня (башня с воротами), имела караульный чердак, покрытый крышей из досок. В этой башне располагалась администрация острога. Размер ее неизвестен, обычно башни в русских острогах, имеющие ворота были больше, чем угловые и караульные.

Стены острога были образованы рядом вертикально установленных деревянных заостренных столбов, плотно подогнанных друг к другу (русское обозначение такого типа стены – «тын»). Эти стены по всей длине имели «нагородню» с крышей из досок – конструкцию, усиливающую их оборонительные возможности, однако пока мы не имеем точного описания, позволяющего ее реконструировать.

Со стороны Амура крепость имела 2 небольшие деревянные башни из бревен, имевшие 4-скатные крыши, покрытые досками. Высота башен составляла около 6,4 метра (обычно конструкция башен такого типа имела форму близкую к кубу). У башен были бойницы для стрельбы из ручного огнестрельного оружия. Также они использовались как жилые помещения.

В противоположной стене была башня с воротами («проезжая башня»), она имела караульный чердак, также покрытый крышей из досок. В этой башне располагалась администрация острога. Размер ее неизвестен, обычно в русских острогах башни, имеющие ворота были больше, чем угловые караульные.

Моделировать острог Никифора Черниговского будем путем «клонирования» фигурных примитивов, входящих, в функционал программы и наложения на них соответствующих текстур.

Для получения примитива «Цилиндр» (Cylinder) и зададим примитиву заданные параметры.

Путём «клонирования» примитива, нажатием сочетанием клавиш Cntr+ЛКМ (левая клавиша мыши), создаём нужное количество примитивов и комбинируем из них нижнее основание проездной башни острога Никифора Черниговского. Путем функции клонирования примитивов и составных элементов мы поэтапно выстраиваем стену проездной башни, Бревна составляем таким образом что бы они «пересекались» друг с другом по продольным поверхностям. Этот прием в моделировании старинных построек позволяет эмитировать правдоподобность и реалистичность трехмерных моделей, полученных на конечном этапе проектирования составных частей Албазинского острога.

Со стороны Амура острог имел две небольшие деревянные башни из бревен, имевшие четырехскатные крыши, покрытые досками. Высота башен составляла около 6,4 метров. У башен были бойницы, позволяющие вести стрельбу из ручного огнестрельного оружия, так же они использовались как жилые помещения.

Моделировать угловые башни будем по такому же алгоритму, как и про-

ездная башня, за исключение верхней смотровой площадки, которая отсутствовала на угловых башнях. Создадим примитив «Цилиндр» (Cylinder), используя панель генерации примитивов, в пользовательском интерфейсе программы. Далее при помощи задания нужных нам линейных размеров полученного примитива мы придадим полученному цилиндру нужные линейные размеры. Стоит отметить что функционал программы позволяет программно выставлять линейные размеры проектируемых трехмерных моделей полностью идентичные реальным, в соответствующем масштабе. После клонирования необходимого количества объектов, которые теперь составляют одну из башен малой башни Албазинского острога, мы «объединяем» это множество объектов в один «объект», с помощью соответствующего программного функционала, для того чтобы программа воспринимала это множество объектов как один объект. Такой подход позволит нам применять различные манипуляции и деформации ко всем составным частям объединённого объекта, а не изменять каждую его часть отдельно для достижения нужного нам результата, этот алгоритм позволит существенно сократить временные затраты на изготовление всех трехмерных модели Албазинского острога за все историю его существования.

Далее моделируем внутренние постройки острога, которые так же использовались как жилые и складские помещения. Внутренние помещения острога моделируете по вышеуказанному алгоритму только с применением других примитивов и деформеров программы.

Создав нужное количество примитивов достраиваем остальные элементы проездной башни. Проездная башня отличается от двух других башен не только своим размером, но и конструкцией. Проездная башня не только служила главным пропускным пунктом в внутрь острога Никифора черниговского, так же служила наблюдательным пунктом и для этой цели имела смотровую площадку на своей вершине, в соответствии с рисунком 27.

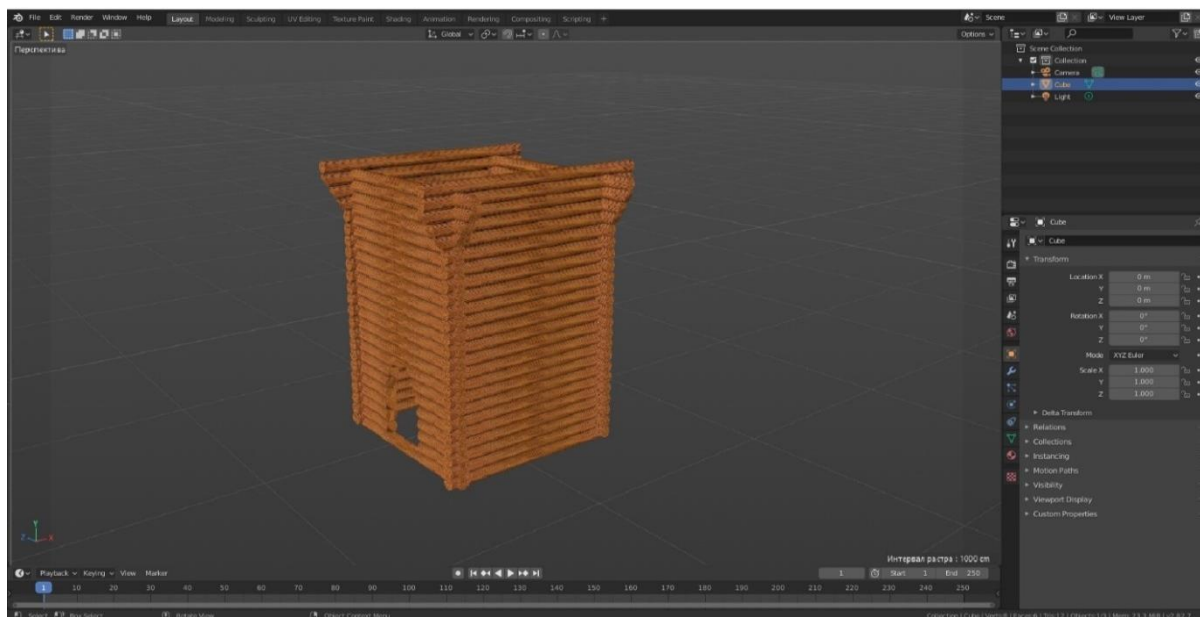


Рисунок 27 – Нижнее основание Проездной башни с воротами

С помощью инструмента «Булев», который позволяет делать вырезы нужной нам или/и установленной технической заданием или руководителем проекта формы, путем действий, приведенных в руководстве пользователя программы, делаем сквозной проезд по центру в нижней части проездной башни. Полученные вырезы являются имитацией проездного прохода в башню острога.

Для построения верхней части (караульного чердака) башни будем использовать тот же алгоритм. В первую очередь создадим платформу для размещения смотрового чердака, далее из примитивов – геометрических фигур, создадим пол и для наблюдателя и перила. При помощи примитивов «ЦИЛИНДР», опять же создадим основу для крепления перил. На готовый спроектированный пол смотровой башни наложим текстуру дощатого пола, а на перила и цилиндры для крепления перил наложим текстуры струганного дерева. Далее создадим модель крыши смотровой площадки, опять же применяя программный функционал построение трехмерных моделей.

Создав нужное количество примитивов достраиваем остальные элементы проездной башни.

Проездная башня была оснащена смотровой площадкой, располагающей-

ся на пике крыше, была оборудована навесом для защиты личного остова от погодных осадков.

Центральный проезд башни оборудован мостками для более удобного заезда гужевого транспорта с провизией и боеприпасами.

В верхней части основания делаем расширение – аблан, для надстройки верхней смотровой площадки. Выдавливаем верхнюю часть и увеличиваем ее. Клонировем еще раз, чтобы не начинать моделинг каждой составной части с начала, для экономии времени на создание типовых и повторяющихся составных частей проездной башни и последующих элементов. Клонировем цилиндры, которые будет брёвнами, поддерживающими аблан смотровой площадки, в соответствии с рисунком 28.

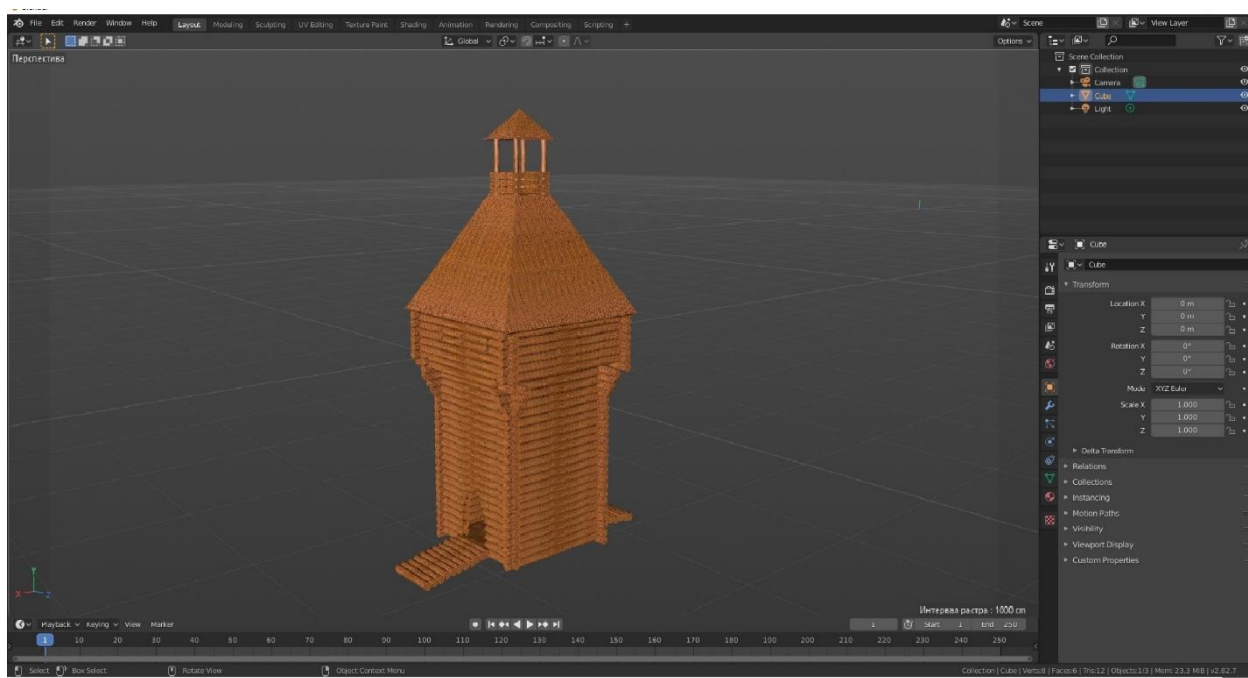


Рисунок 28 – Готовая проездная башня Черниговского острога

Стены острога были образованы рядом вертикально установленных, заостренных столбов, плотно подогнанных столбов (русское обозначение такого типа укрепления – «тын»). Тын так же моделируется из примитивов «цилиндр», заострение верхней части цилиндра достигается путем использования инструментов «сжатие». Получив нужное количество примитивов и наложив на них текстуру дерева, выставляем их по периметру исторического острога.

Со стороны Амура острог имел две небольшие деревянные башни из бревен, имевшие четырехскатные крыши, покрытые досками. Высота башен составляла около 6,4 метров. У башен были бойницы, позволяющие вести стрельбу из ручного огнестрельного оружия, так же они использовались как жилые помещения.

Моделировать угловые башни будем по такому же алгоритму, как и проездная башня, за исключение верхней смотровой площадки, которая отсутствовала на угловых башнях.

Далее моделируем внутренние постройки острога, которые так же использовались как жилые и складские помещения.

Составляя все составляющие Черниговского острога в нужном порядке, согласно историческим и археологическим изысканиям получаем 3D-модель острога Никифора Черниговского, в соответствии с рисунком 29.

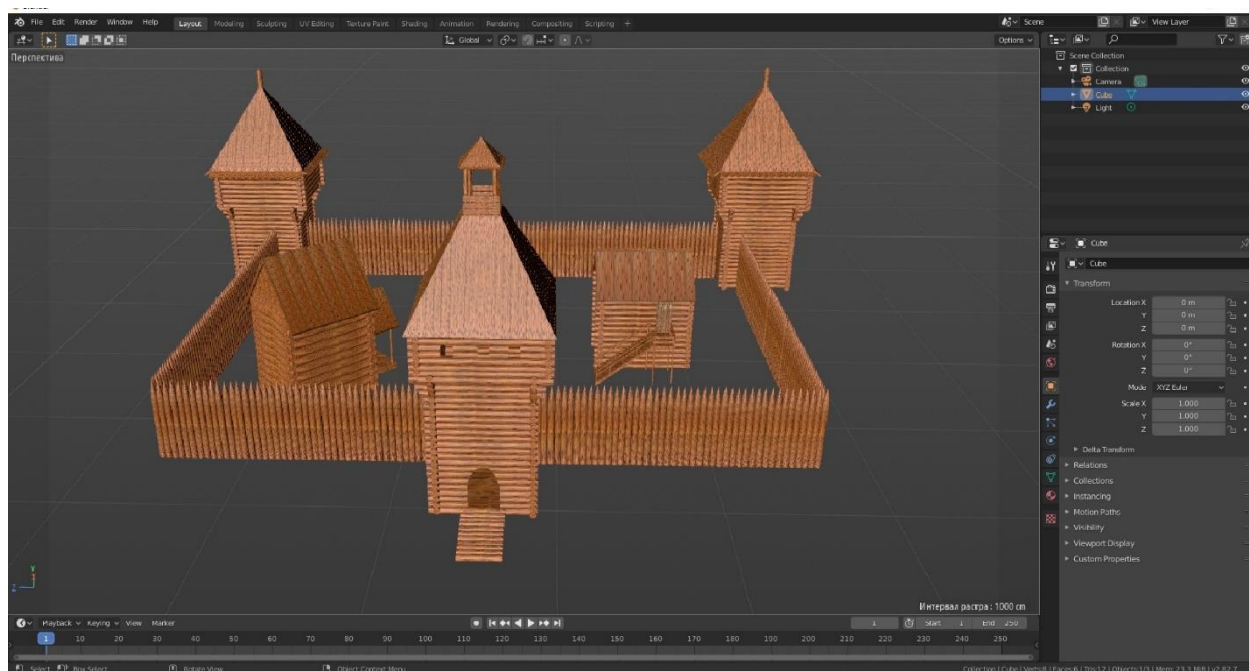


Рисунок 29 – 3D-модель Острога Никифора Черниговского

3.3.3 Имитация природных эффектов

Следующим шагом будет моделирование реалистичных деревьев в программе Vlander. Природные эффекты в программной ретроспективе развития Албазинского острога тоже носят не маловажных характер, природные эффекты

позволяют придать красочность и в значительной мере повысить мультимедийный эффект полученной ретроспективы Албазинского острога. Эффекты реалистичной имитации растений, природных водоемов и природного ландшафта придают компьютерным играм и сценам в них гораздо большую зрелищность нежели их имитация при помощи примитивных геометрических фигур или двухмерных картинок.

В пустом пространстве и вернём курсору 3D вид. Нажмите Shift+A > Mesh > Icosphere, чтобы добавить в сцену сферу. Нажмём символ точка (.) на цифровой клавиатуре, чтобы расположить сферу по центру, и 3 на цифровой же клавиатуре, чтобы перейти в проекцию. Нажмаем Shift+A > Mesh > Cylinder, чтобы создать цилиндр. Нажмаем T, чтобы вызвать полку инструмента (Tool Shelf) и снизьте число вертексов до 6. Нажмаем TAB, чтобы перейти в режим Edit. Выбираем все вертексы, зажав A, и нажав S, чтобы отмасштабировать их, чтобы они напоминали ствол дерева. Затем снимаем выделение со всех вертексов и выделим только верхние, затем перемещаем их по оси Z. Отмасштабируем верхний ряд вертексов, чтобы придать стволу дерева более реалистичный вид, в соответствии с рисунком 30. Можете для удобства переключить в режим отображения материалов.

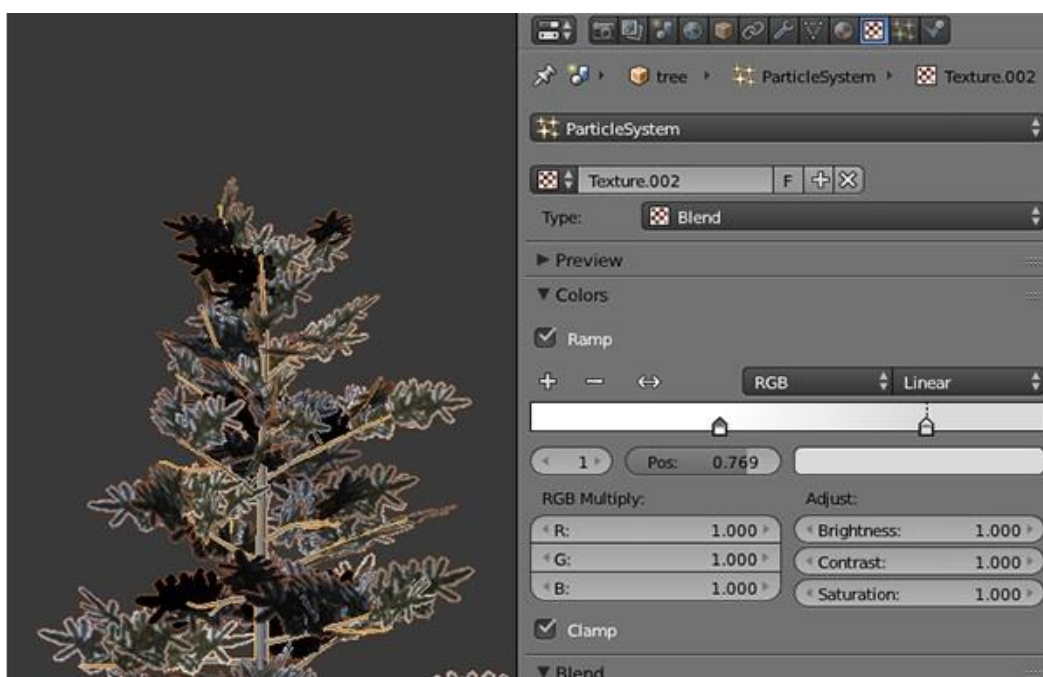


Рисунок 30 – Создание дерева для сцены в программе Blander

Выделите все ветки, проэкструдируйте их вверх по оси Z, W – Smooth (6 раз). Переключите внизу Pivot Point – Individual Origins, затем уменьшите с помощью Scale. E,Z,G, тоже немного уменьшить, W – Smooth (примерно 5 раз). Переключимся в режим weight paint. Маленьких деревьев должно быть больше у реки, а больших дальше. Далее предстоит так же проклонировать полученные модели деревьев и высадить соответственно природному ландшафту того времени, в соответствии с рисунком 31.

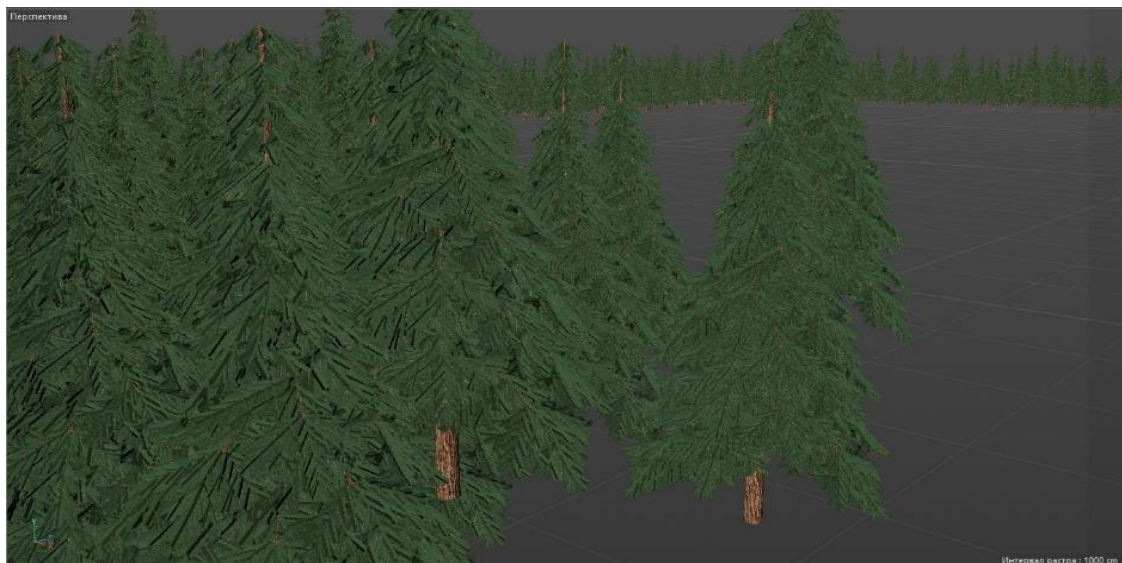


Рисунок 31 – Деревья для сцены в программе Blander

3.2 Государственный Албазинский острог

3.2.1 Реализация 3D-модели

Площадь нового острога увеличилась в три раза. Длина западной стены, расположенной вдоль обрыва к реке Амур, составила около 95 метров, а параллельной ей восточной стены – 85-86 метров. Южная стена, идущая вдоль впадающей в Амур реки, имела длину 76-77 метров, а параллельная ей северная стена – 86-87 метров. Высота стены была около 5 метров.

Государственный Албазинский острог является самым большим сооружением за всю историю Албазинского острога. Он был не только самым большим, но и имел наибольшее число составных элементов. Для удобства и ускорения моделинга Государственного Албазинского острога разобьем его на составляющие элементы и так же, как и в случае с острогом Никифора Чернигов-

ского, будем клонировать повторяющиеся элементы.

В новой Албазинской крепости было построено 6 деревянных башен. Четыре на углах острога и две с воротами.

Угловые башни имели высоту (без крыши) около 8 метров и ширину основания около 6,5 метров. На каждой из башен была специальная надстройка в виде сруба бóльшего размера, чем основной сруб башни (в русской терминологии эта надстройка называлась «облам»). «Облам» позволял защитникам сверху поражать врагов, подошедших вплотную к стенам башни. В стенах башен и в «обламе» были проделаны бойницы. Высота «розвала», благодаря которой формировался «облам», на этих башнях составляла 1,5 метра. Так же как и у стены, у всех башен были крыши из двойного слоя досок с зубцами. Внутренним перекрытием башни разделялись на 2 этажа.

Итак, Государственный Албазинский острог состоял из следующих элементов:

- центральная проездная башня с воротами;
- большая проездная восьмиугольная башня;
- воеводин домик;
- воровской острог, со всеми его составляющими;
- постройки внешнего периметра;
- церковь;
- внутренне постройки;
- мостки для преодоления рва.

Центральная проездная башня с воротами Государственного Албазинского острога проектируется аналогично проездной башни Воровского острога Никифора Черниговского, хотя и имеет конструктивные отличия, в соответствии с рисунком 32.

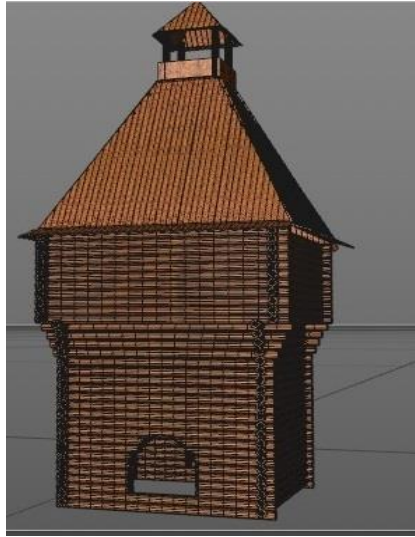


Рисунок 32 – Предварительная 3D-модель центральной проездной башни
Государственного Албазинского острога

Большая проездная восьмиугольная башня имеет свою последовательность изготовления 3D-модели. Поскольку основой для изготовления 3D-моделей Албазинского острога являются физический макет, расположенный в музее города Албазино, основой для изготовления 3D-модели будет служить фотография 8-угольной башни макета.

Общая высота башни – около 19-20 метров (высота стены примерно 8-9 метров и 10-11 метров высота кровли). Ширина сторон ее четырехугольного основания составляла 8-9 метров. Внутри башни были 2 перекрытия, делившие ее на 3 этажа. Сверху башни имелся караульный чердак. Стена до первого перекрытия была двойная, выше второго перекрытия располагался «облам» и четыре окна. Кровля была покрыта досками с зубцами, на ее вершине был установлен двуглавый орел, обитый белым железом – символ Российского государства.

Южная «круглая» башня с воротами получила название «круглая», так как ее сруб был сделан в виде восьмиугольника. Стены были сложены из двух рядов бревен, в соответствии с рисунком 33.

Кроме оборонительной функции «круглая» башня имела и религиозное предназначение. Над основным срубом, имевшим высоту около 8-9 метров, бы-

ла выстроена колокольня такой же высоты. Высота кровли составляла 10-11 метров. Таким образом, общая высота башни – около 30 метров, внутри имелось 3 внутренних перекрытия, деливших ее на 4 этажа. И основной сруб башни, и колокольня были выполнены с «розвалом» (специальным уширением стены), сделанным из брусьев высотой около 1,5 метров. У «розвала» башни были перила из досок с окнами и кровля из двойного слоя досок с зубцами. На «розвале» колокольни были нарублены 16 поддерживающих кровлю башни столбов в виде шатра, а увенчана она куполом с крестом. Возможно, также она была соединена специальным переходом от колокольни к стоящему рядом храму внутри крепости, что подтверждается картографическим рисунком «Luosha», в соответствии с рисунком 34.



Рисунок 33 – Фотография 8-угольной башни макета Государственного острога
в г. Албазино



Рисунок 34 – Предварительный макет 8-угольной башни из примитивов

Для изготовления трехмерной модели восьмиугольной проездной башни мы будем использовать тот же, ранее выработанный алгоритм последовательного составления конечной модели из ранее изготовленных более простых трехмерных моделей. Так же будет использован инструментарий клонирования и наложения текстур на уже готовые модели. Выбрав примитив «Цилиндр» мы установим нужное нам количества граней этого цилиндра, выставив число граней равным шести мы получаем правильный шестиугольник, который будет использован в данной модели как в качестве основания башни. Поскольку восьмиугольная башня являлась проездной и служила вторым пропускным пунктом внутрь острога она имела так же проездные ворота, но поскольку мы создаем опорную модель из геометрических примитивов, которая будет служить нам оперной моделью для построения более структурированно и детализированной модели, данный аспект двухмерной картинке восьмиугольной башни мы опустим и не будем принимать во внимание. Получив основание восьмиугольной башни мы приступаем к моделированию составных частей находя-

щихся выше основания. Это малая смотровая площадка с перилами. Так же как и в случае проектирования опорной модели основания восьмиугольной башни, будем проектировании верхнее основание башни из примитива «цилиндр». Опять же выберем этот примитив из программной панели примитивов в интерфейсе программы и при помощи манипуляций с линейными размерами придадим примитиву нужную высоту, такую как на двухмерной фотографии восьмиугольной башни макета, находящимся в музее города Албазино (это основной физический макет по аналогии с которым ведется проектирование трёхмерной модели Албазинской государственной крепости). Задав нужное количество граней цилиндра при помощи соответствующего программного функционала получаем цифровую опорную модель верхнего основания восьмиугольной башни. Верхнее основание восьмиугольной башни имеет смотровые окошки, для ведения наблюдения за окружающей обстановкой, а так же для освещения внутреннего пространства башни, но как и в случае с опорной моделью нижнего основания данный элемент опорной модели не несёт смысловой нагрузки и эмитироваться не будет, Этот элемент будет воссоздан на более структурированной и реалистичной модели, которая в последствии и будет внедрён в конечный цифровой макет Албазинской государственной крепости. Путем сочленения двух элементов, нижнего и верхнего основания, мы получили пространства нижней смотровой площадки. На физическом макете нижняя смотровая площадка огорожена перилами, для изготовления этого ограждения дополним опорную модель 1составляющими перила элементами. Для этого выберем элемент цилиндр, при помощи соответствующего программного функционала придадим цилиндру соответствующие линейные размеры, так что бы полученные с последствии путем клонирования примитивов цилиндры смогли выступать в роли основания для крепления моделей перил. Когда цилиндр нужных линейных размеров получен, применив инструмент «клонер» клонируем цилиндр в количестве шести рал, так как верхнее и нижнее основание башни представляет собой правильный шестиугольник. Выставим каждый цилиндр на вершине нижнего основания восьмиугольной башни и соединим цилиндры мо-

делями перил, которые представляют собой примитивы «куб», соответствующим образом деформированы, для получения нужной формы. Далее смотровую площадку следует «накрыть» моделью крыши. Алгоритм проектирования крыши крыши несколько отличается от алгоритма изготовления нижних оснований восьмиугольной башни. Для получения трехмерной модели крыши над нижней смотровой площадки выберем примитив цилиндр, с помощью программного функционала придадим примитиву необходимые линейные размеры, сопоставимые с размерами на фотографии макета. Проводя необходимые манипуляции при помощи программного инструментария программы приводим примитив «конус» к нужному виду и помещаем его в рабочее поле программы так, чтобы он занял место крыши над нижней смотровой площадкой восьмиугольной башни Албазинской государственной крепости. На протяжении всего процесса изготовления составных частей опорных моделей мы постоянно сверяемся с фотографией восьмиугольной башни макета острога, это необходимо для сохранения не только верных размеров все составных частей опорной модели, но и для размещения этих элементов на правильных расстояниях друг от друга, что позволит нам со сути от цифровать фотографию макета с наибольшей точностью. Далее приступаем к моделированию верхней смотровой площадки, которое будет происходить по такому же алгоритму как и предыдущие элементы. Выбираем примитив «цилиндр», придаем ему необходимые линейные размеры при помощи соответствующего функционала программы. Далее так же выставляем полученные цилиндры по вершинам правильного шестиугольника, которым является верхнее основание ранее спроектированной опорной модели, так же придаем нужную форму примитиву «куб» форму вытянутых прямоугольников и вставляем их на место перил верхней смотровой площадки. Теперь нужно создать модель ската крыши под верхней смотровой площадкой, для этого мы выберем примитив «цилиндр» и с помощью инструмента «ножницы», который позволяет удалять части трехмерной модели не задействованные в проектировании объектов, отрежем верхнюю часть цилиндра оставив нижнюю часть, в необходимом нам размере. Перевернув полученную

модель на 180 градусов по оси Y, переместим конус так как это изображено на фотографии макета. Поскольку скат крыши изготовлен на реальном макете без граней, то и примитив конус не нудается в задании параметра «количество граней». Далее приступаем к изготовлению крыши опорной модели и флакштока на вершине крыши. Для изготовления конусообразной крыши опорной модели выбираем примитив «пирамида» и задаем примитиву нужное количество граней. Флакшток проектируется при помощи деформеров «растянуть-сжать» и применяется в отношении примитива «цилиндр». Данная опорная модель путем совмещения с фотографией восьмиугольной башни на физическом макете, подгоняет под «правильные» пропорции и размеры. Далее на основе опорной модели путем более детального и структурированно моделирования проектируем более реалистичную модель так же сохраняя пропорции в соответствии с опорной трехмерной моделью. После чего накладываем текстуры дерева на полученные модели. В итоге, применяя данный алгоритм для изготовления всех составных частей Албазинской государственной крепости мы добьемся наибольшей схожести полученной цифровой модели Албазинской государственной крепости с ее реальным макетом, находящемся в городском музее города Албазино. Не смотря на то, что макет Албазинской государственной крепости не имеет макет природного ландшафта, в нашей ретроспективе развития Албазинского острога будет природный ландшафт соответствующего исторического периода будет реализован, для придания нашей разработке более реалистичной и мультимедийной зрелищности. Данное дополнение цифровой копии макета как же позволит воссоздать фортификационные укрепления Албазинской крепости того времени, что сделает нашу ретроспективу еще более достоверной и зрелищной.

Итак выстроив 3D-модель 8-угольной башни из программных примитивов, отмасштабируем получившуюся модель соответственно пропорциям фотографии башни, в соответствии с рисунком 35. Далее на основе полученной модели 8-угольной из примитивов строим полноценную высоко полигональную модель с наложением текстур дерева.

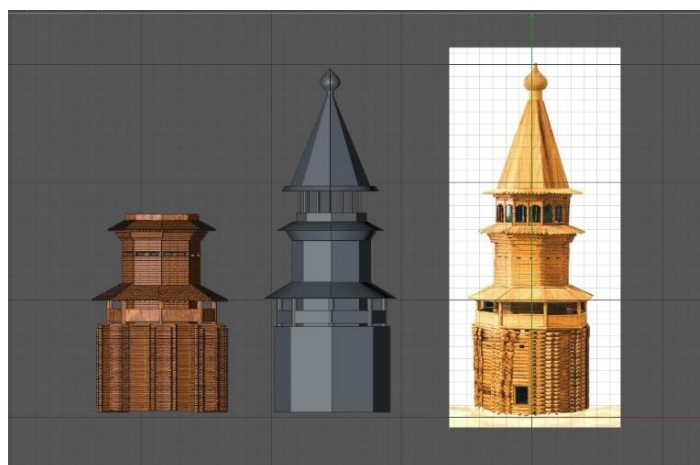


Рисунок 35 – Изготовление 3D-модели 8-угольной башни
на основе фотографии

Для моделирования пола моста, создаем куб и растягиваем его в длину. Для перил моста точно так же создаем несколько кубов, один из них следует также растянуть в длину, а несколько других в высоту, но не сильно – это будут столбики перил. Так же необходимо создать несколько тонких цилиндров в одной плоскости. Половину из них повернуть на 45 градусов, а другую половину на -45 и скрестить их между собой, чтобы получилась сетка. Так как этот элемент довольно маленький и его копий будет много, желательно уменьшить количество полигонов у цилиндров. Это делается в меню слева внизу.

Для создания верхней части перил следует поработать над вытянутым кубом. Делаем несколько разрезов в нижней части куба сочетанием клавиш «Ctrl+R». Данные разрезы делят полигоны в указанных местах по всему периметру объекта. Далее изменяем ширину этих разрезов, добиваясь необходимой формы.

Далее нужно скопировать элемент стенки необходимое количество раз и расставить объекты на нижней части моста, то есть на полу, в соответствии с рисунком 36. После этого остается сгладить углы и наложить текстуры.

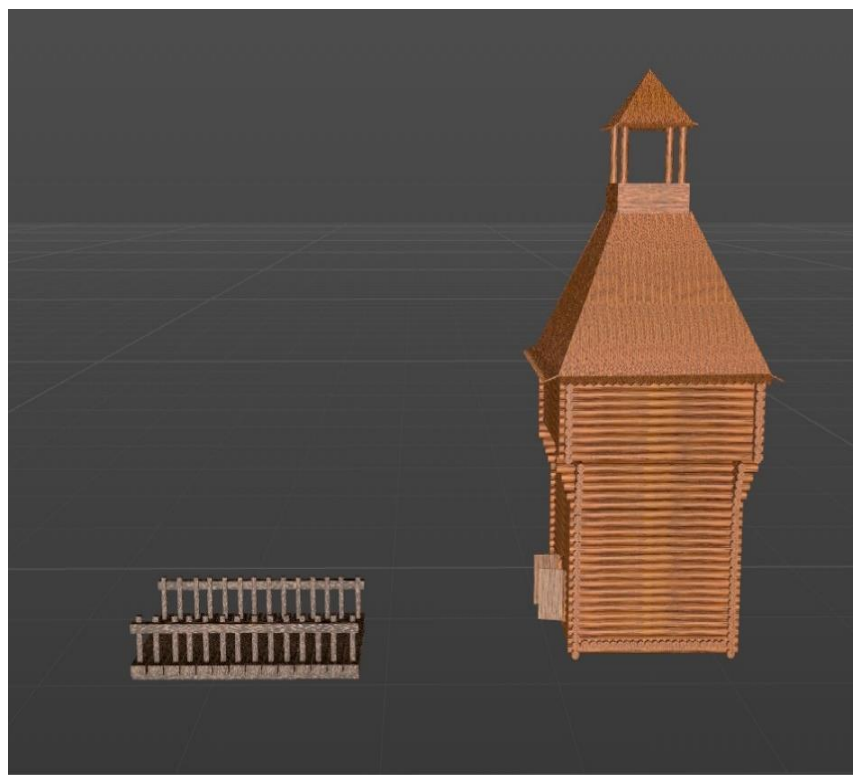


Рисунок 36 – 3D-модель мостика и центральной проездной башни

Угловые башни имели высоту (без крыши) около 8 метров и ширину основания около 6,5 метров. На каждой из башен была специальная надстройка в виде сруба бóльшего размера, чем основной сруб башни (в русской терминологии эта надстройка называлась «облам»). «Облам» позволял защитникам сверху поражать врагов, подошедших вплотную к стенам башни. В стенах башен и в «обламе» были проделаны бойницы. Высота «розвала», благодаря которой формировался «облам», на этих башнях составляла 1,5 метра. Так же как и у стены, у всех башен были крыши из двойного слоя досок с зубцами. Внутренним перекрытием башни разделялись на 2 этажа, в соответствии с рисунком 37.

Смоделировав все составные части Албазинского острога, приступаем к сбору 3D-модели макета острога, в соответствии с макетом Н.П. Крадина.

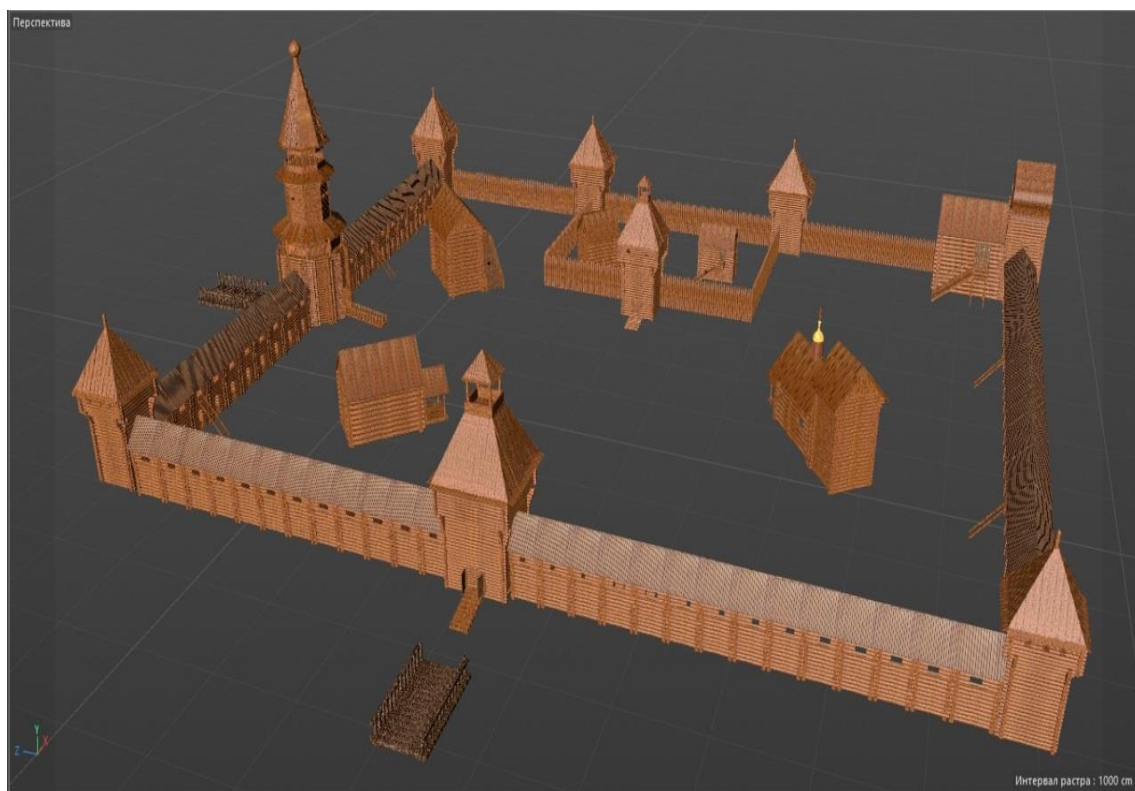


Рисунок 37 – 3D-модель макета Государственного Албазинского острога

Не смотря на то, что за основу ретроспективы развития Абазинского острога взяты цифровые модели именно макета, находящийся в Албазинском краеведческом музее (г. Албазино), 3D-модели элементов и составных частей макета Государственного Абазинского острога составлены относительно друг друга в соответствии с археологическими и историческими изысканиями, для придачи исторической ретроспективе Абазинского острога наибольшей реалистичности в историческом контексте, в соответствии с рисунком 38. Макет был создал Крадиным Николаем Петровичем, историком архитектуры, доктором архитектуры, преподавателя Тихоокеанского государственного университета. Николай Петрович не только изготовил макет, но и является автором росписи Абазинского острога 1684 года.

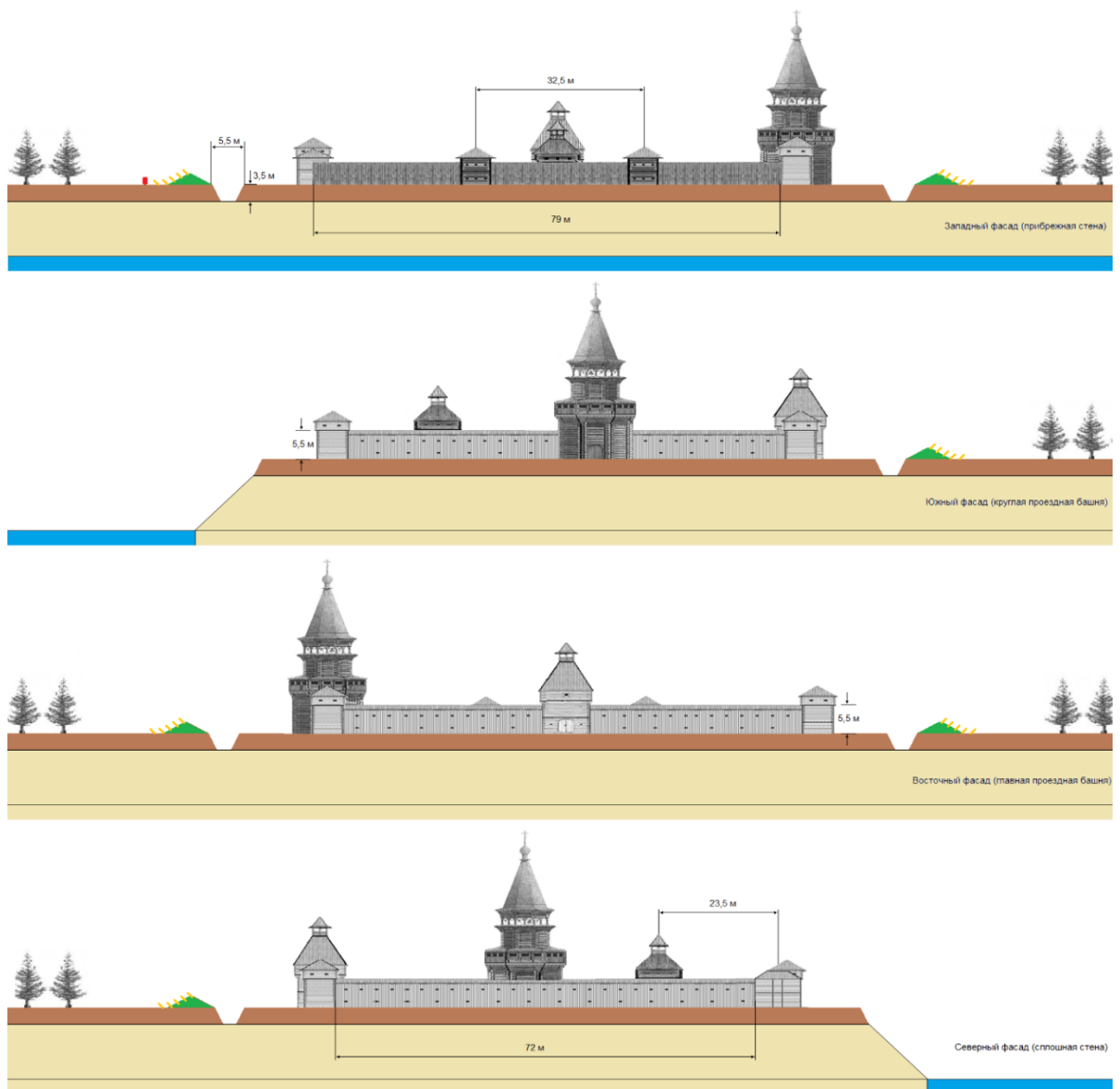


Рисунок 38 – Схема расположения элементов Государственного Албазинского острога

3.2.2 Имитация фортификационных укреплений

По периметру острога был выкопан ров шириною около 6 метров и глубиною около 3 метров, а вдоль него в землю вбиты небольшие острые колья из лиственницы («частик»). Позже ров был дополнен валом (предположительно с внешней стороны).

Фортификационные укрепления в виде рва, прокопанному по всему периметру и земляной насыпи (вала) будем создавать с помощью работы над примитивом «плоскость», разбитие её на полигоны и отдельной работы с каж-

ДЫМ ПОЛИГОНОМ.

Несмотря на отсутствие данных фортификационных сооружений на макете Н.П. Крадина данные элементы были добавлены для улучшения мультимедийной составляющей и как было сказано выше предания ретроспективе исторической достоверности, в соответствии с рисунком 39.

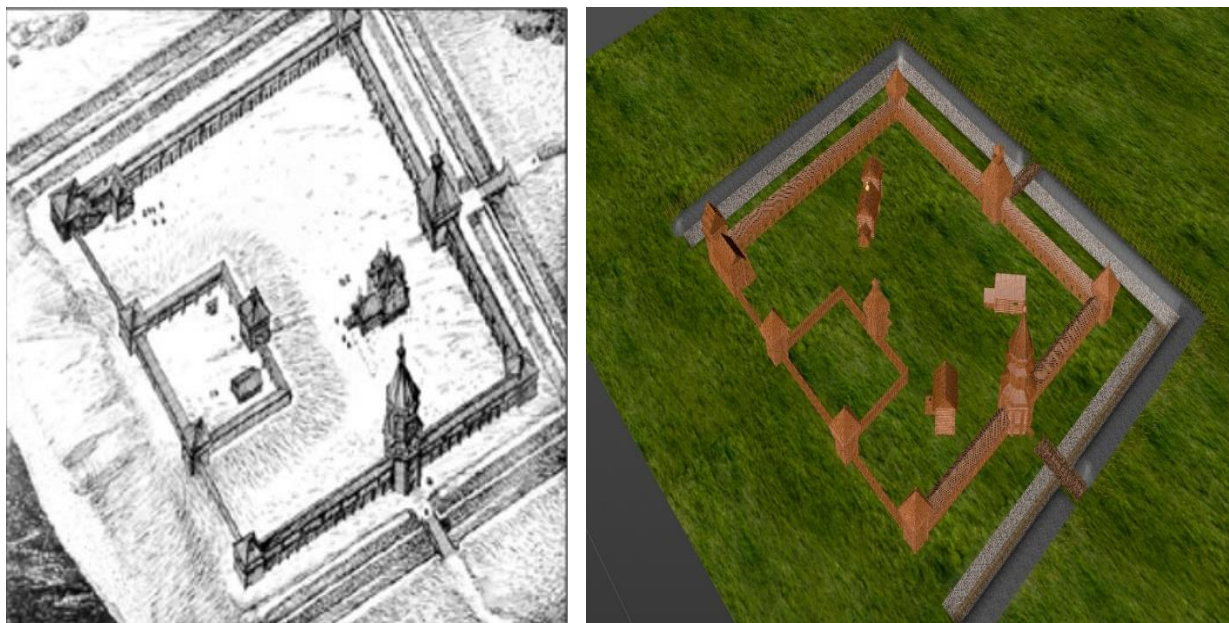


Рисунок 39 – 3D-модель Государственного Албазинского острога

Создание фортификационного рельефа является одной из важных составляющих любой военной реконструкции, так как без этих укреплений, представленных в данной реконструкции в виде рвов и вала (земляных насыпей), в то время, по всем канонам военной науки было не возможно вести эффективные боевые действия.

3.3 Албазинская пограничная крепость

3.3.1 Фортификационное изменение рельефа

После падения Албазинской крепости, воевода Толбузин и оставшиеся защитники пришли в Нерчинский острог, центр Нерчинского воеводства, расположенного в Забайкалье. Защитники Албазина, возглавляемые Алексеем Толбузиным, вместе с полком, пришедшим на помощь из Сибири под командованием Афанасия Бейтона, возвратились на место сожжённого острога и построили на нем новую крепость.

Следуя рисунку Витсена, почти вплотную к земляной насыпи образующей стены, был устроен вал с кольями и ров. Между валом и рвом поставлены ряды заостренных деревянных кольев, направленных в сторону противника.

Всё моделирование ландшафта и рельефа для обороны Албазинской пограничной крепости производится аналогично моделированию ландшафта Государственного Албазинского острога, в соответствии с рисунком 40. Ниже приведем конечный результат моделирования ландшафта.

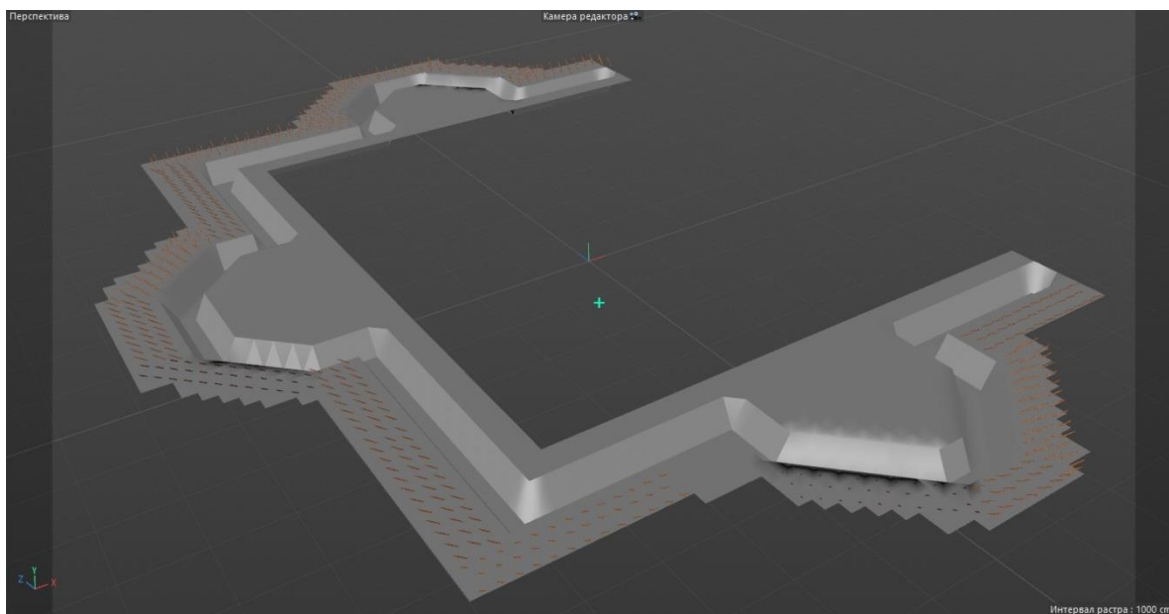


Рисунок 40 – Фортификационный ландшафт Албазинской пограничной крепости

В Албазин пришли не менее 713 человек военных и 155 крестьян и людей, занимающихся различными промыслами (всего 886 чел.). На момент, когда маньчжуры осадили Албазин, в нем было 82650 человек, способных участвовать в обороне. Как показывают материалы археологических раскопок, вместе с мужчинами в крепости укрылись женщины и дети. Кроме ружей гарнизон располагал восемью пушками (одна стреляла 1-фунтовыми ядрами, остальные не менее чем 2-фунтовыми), тремя «затинными пищалями» (гаковницами), одной мортирой, стрелявшей гранатами по 16 кг, к ней имелось 30 гранат, а также у них было 140 ручных гранат, 5 ядер «духовых» (начиненных специальным составом, который после выстрела превращался в едкий удушливый дым), около

1808 кг пороха и 976 кг свинца. Не менее 425 человек кроме ружей имели также на вооружении «бердыши» (традиционное холодное оружие русской пехоты – большой топор в виде полумесяца с острием на конце и длинным древком). У офицеров на вооружении имелись сабли, пистолеты и карабины.

Для лучшего обстрела с укреплений их линия была сделана ломаной, с выступами «бастеями» (бастионами). По одной версии, идея подобных укреплений принадлежала заместителю воеводы Толбузина Афанасию Бейтону (принявшему православие немецкому офицеру), знакомому с западноевропейской фортификацией. Однако русские казаки применяли земляные укрепления против оснащенного тяжелой артиллерией противника еще с начала XVII в. (например, при осаде Кром в 1605 году); деревянно-земляные укрепления ранее использовались и на Амуре в боях с маньчжурами при обороне Кумарского острога.

Албазин был оснащен мощной по сибирским меркам артиллерией – тяжелая мортира, стрелявшая пудовыми ядрами, восемь медных пушек и три легких затинных пищали. Артиллерией руководили два опытных московских пушкаря. Имелось достаточное количество боеприпасов – 112 пудов пороха и 60 пудов свинца. Благодаря тому, что удалось собрать богатый урожай 1685 года, продовольствия в крепости должно было хватить на 2 года защитникам города из более 800 чел., в состав которых входили как служилые казаки, так и промысловые люди и крестьяне.

3.3.2 Реализация 3D-модели

Новая крепость, кардинально отличалась от деревянных укреплений предыдущего острога, которые не смогли противостоять артиллерии маньчжуров. Летом 1685 – осенью 1686 гг. был построен «земляной город» – крепость, стены которой были сформированы из грунта.

Письменные документы сообщают некоторые данные об этой крепости. Высота насыпи стен была около 3 метров, а ширина в основании – около 8 метров. На насыпи были установлены два ряда стен из бревен, обмазанных глиной, внутреннее пространство между которыми было заполнено грунтом. Три дере-

вянные башни усиливали защиту южной, северной и восточной стен. Стены башен были двойные, с бойницами, промежутки между стенами засыпаны землей, кровли на башнях не было, т.к. их не успели возвести. Также руководству крепости было предписано усилить и западную стену, построив там башню.

Уточнить конструкцию укреплений «земляной крепости» помогают сохранившиеся графические источники и данные археологического изучения Албазинской крепости:

1) на рисунке карты «Чертеж реки Амура 1699 года» мы видим фронтальный вид города, где земляной город Албазина изображен в виде насыпи с возвышающимся над ней бревенчатым бруствером;

2) изображение Албазинской крепости на карте «Чертеж земли Нерчинского города» из «Служебной чертежной книги» Семена Ремезова представляет собой вид сверху, где крепость изображена в виде четырехугольника с перемычками внутри крепостной стены;

3) изображение Албазинской крепости на карте «Свидетельство Даурского полковника Офонася Иванова сына Байдона» также представляет вид Албазинской крепости сверху. Данная карта была составлена при непосредственном участии строителя и руководителя обороны Албазина – Афанасия Бейтона. На схематическом плане крепости видно, что на углах и в середине ее сторон есть вынесенные за линию четырехугольные уширения бастионы;

4) изображение Албазинской крепости на гравюре из книги Витсена показывает ее укрепления в виде четырехугольника с двумя четырехугольными бастионами в середине южной и северной стен, шестиугольным бастионом на восточной стене и прямоугольным выступом на западной стене;

5) скругленные уширения на углах вала Албазинской крепости, которые могут соответствовать расположению бастионов, были обнаружены во время археологических раскопок Албазина В. Сухих в 1974-1976 гг.

Таким образом, суммируя все имеющиеся сведения, можно попытаться реконструировать ее внешний вид.

Стены представляют собой земляную насыпь с бруствером из бревен с

перемычками, соединяющими внешнюю и внутреннюю стены. Два четырехугольных бастиона на углах крепости со стороны Амура, и два шестиугольных бастиона на противоположной стороне. В середине южной и северной стены деревянные башни с двойными стенами, имевшие предположительно восьмиугольный сруб, в центре восточной стены такая же башня с воротами. Как уже было отмечено, первоначально на западной стене строительство каких-либо усиливающих ее укреплений не планировалось. Заметив этот просчет, нерчинский воевода рекомендовал руководству крепости усилить западную стену башней. А. Толбузин и А. Бейтон согласились с его доводами, но к этому времени западная стена, видимо, уже была возведена и строительство башни оказалось невозможно.

Вместо башни был устроен бастионоподобный выступ. Его размеры определялись обрывистым берегом Амура. Из-за этого он получил трапециевидную или прямоугольную форму, незначительно выступающую за линию крепостной стены, в соответствии с рисунком 41.

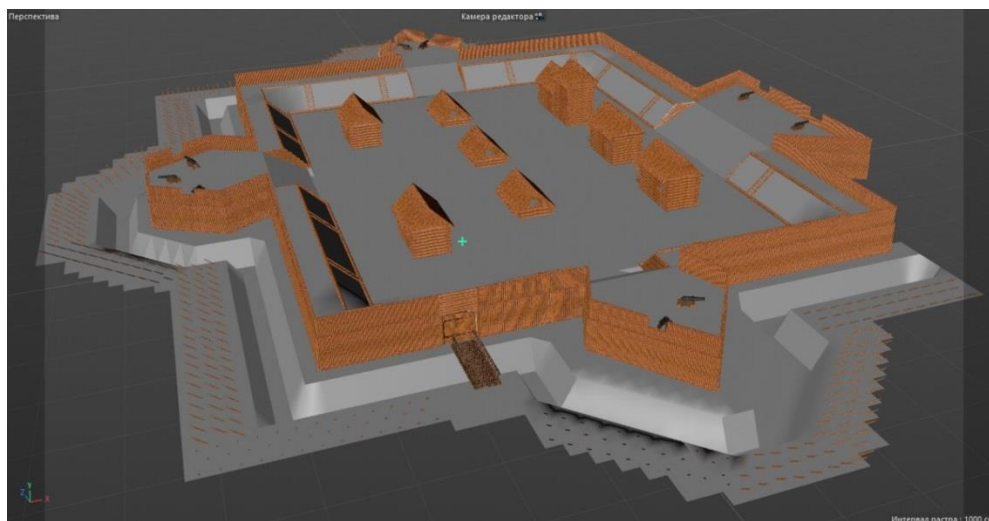


Рисунок 41 – 3D-модель Албазинской пограничной крепости

3.3.3 Построение виртуальной трехмерной сцены в приложения Unity

Движок Unity не понимает исходные файлы «.blend» программы Blender, поэтому все созданные ранее объекты необходимо экспортировать в формат «.fbx». После чего перенести их в панель активов программы Unity, также нужно перенести и все использованные текстуры. Панель активов, называемая

«assets», находится внизу рабочего экрана, в соответствии с рисунком 42.

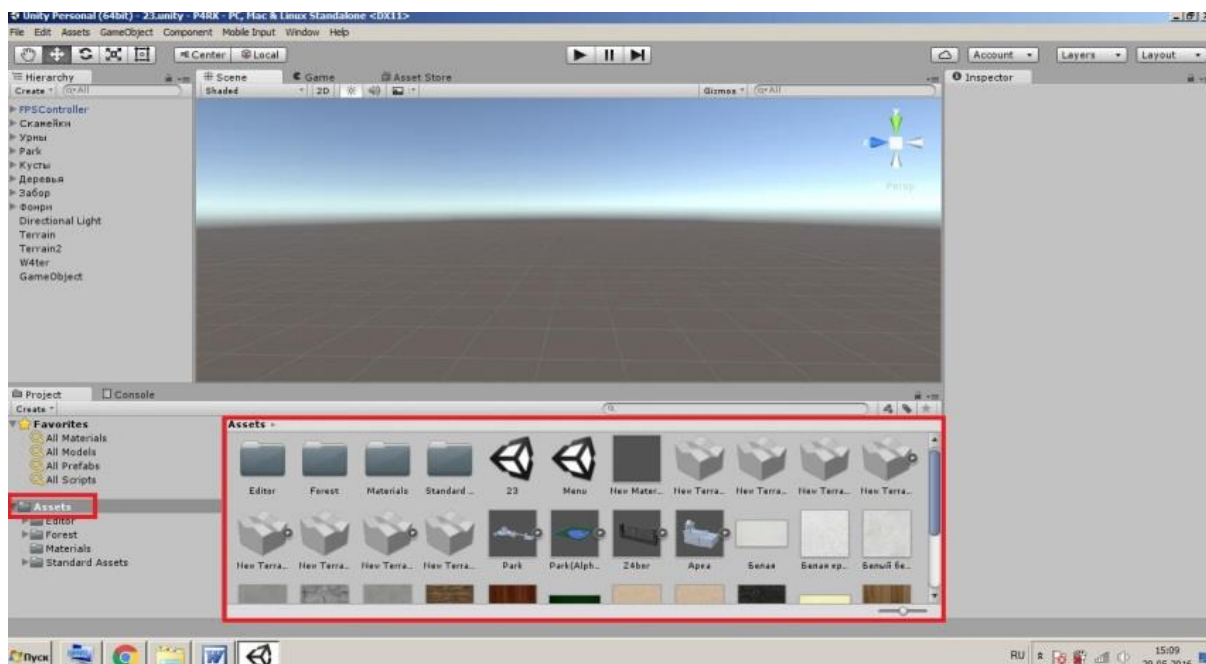


Рисунок 42 – Начальный полигон для построения сцены Воровского острога

Чтобы объекты сцены не находились в пустоте, необходимо создать землю. Для этого во вкладке «GameObject» выбираем пункт «3D object», в котором нажимаем «Terrain». Создается белая поверхность, которая выполняет роль земли. С помощью инструментов, применимых только к объекту типа «Terrain», можно видоизменять данную поверхность, в соответствии с рисунком 43.

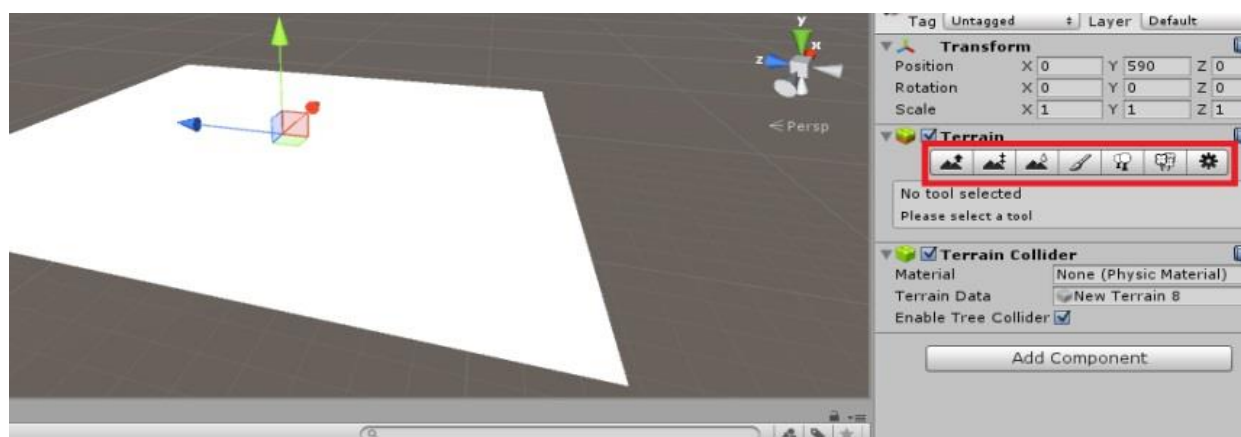



Рисунок 43 – Создание земли в программе Unity

Существует 6 инструментов для изменения «Terrain»:

- позволяет поднимать необходимые части поверхности, делать рельеф;
- выравнивает поверхность на заданную высоту;
- сглаживает поверхность;
- красит поверхность текстурами;
- заполняет поверхность деревьями, кустами;
- заполняет поверхность мелкой растительностью;
- настройки поверхности.

В первую очередь необходимо раскрасить поверхность текстурой. Для этого нажимаем на , откроется меню раскраски, где доступны различные кисти и настройки для них, а также панель текстур. Изначально панель с текстурами пустая и нужно добавить новую текстуру. Для этого нажимаем «Edit Textures» и выбираем «Add texture». Открывается новая панель на которой нажимаем «Select» и выбираем текстуру травы, также в окне «Add Terrain Texture» можно изменить отблеск, сглаженность и размер текстуры, в соответствии с рисунком 44.

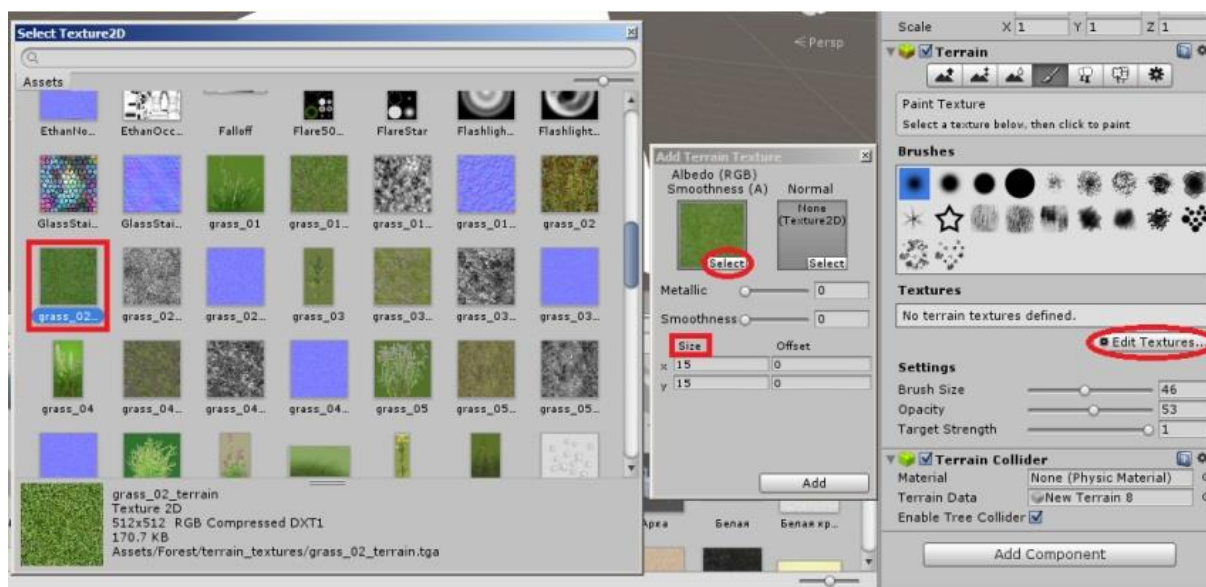


Рисунок 44 – Наложение текстур в программе Unity

Вся панель окрашивается в выбранную текстуру, так как до этого она вообще не имела текстур. При добавлении новой текстуры, поверхность не окрасится в нее. Дальнейшая покраска «Terrain» осуществляется с помощью кистей.



Инструментом  нужно сделать форму пруда и двух островов, после чего сгладить их края при помощи , в соответствии с рисунком 45.



Рисунок 45 – Моделирование ландшафта и рельефа первой сцены – Воровского острога

Далее необходимо создать воду в пруде. Так как изначально вода не доступна в активах Unity, придется ее загрузить из стандартных библиотек, которые поставляются вместе с движком. Для этого во вкладке «Assets» выбираем «Import Package» и «Environment», откроется окно, в котором нужно нажать «ОК». Путь к «Water» указан вверху окна активов.

В папке «Models» выносим на сцену модель воды, настраиваем ее размеры и положение на сцене, после чего выносим текстуру из папки «Textures» в настройки объекта «Water», которые находятся справа, в соответствии с рисунком 46.

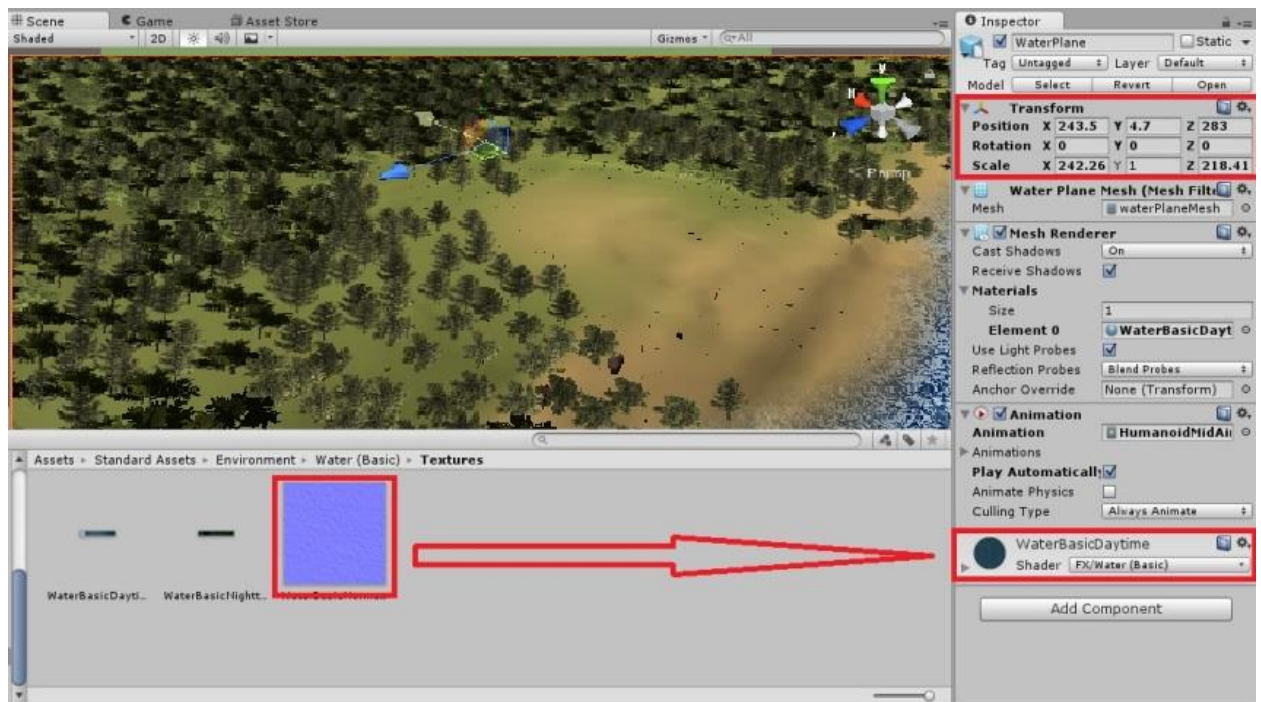


Рисунок 46 – Моделирование текстур в программе Unity

Основа сцены готова и теперь нужно заполнять ее объектами. Чтобы заполнить сцену, потребуются созданные в Blender модели. Для добавления моделей, их достаточно просто перетащить из окна активов на сцену. Далее модели нужно составить в единую композицию, двигая их друг к другу.

Для удобства в каталоге объектов, который находится справа рабочего окна Unity, можно создать папку со всеми объектами. Нужно в любом месте щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать пункт «Create Empty»

В окне появится «GameObject», этот объект не имеет никаких параметров, поэтому и называется пустым. Теперь нужно выделить модели и перетащить их в «GameObject», после чего можно его переименовать, например в «Park».

Эту папку можно свернуть, чтобы скрыть отображение всех объектов в каталоге объектов. Чтобы иметь возможность пройтись по сделанной сцене, нужно создать объект «FPSController», в соответствии с рисунком 47. Он находится в «Standard Assets» в папке «Characters».



Рисунок 47 – Первая сцена – Воровской острог

После запуска сцены, мы можем управлять этим контроллером как собой. «FPSController» имеет следующие настройки:

- «W» – ходьба вперед;
- «S» – ходьба назад;
- «A» – шаг влево;
- «D» – шаг вправо;
- «Space» – прыжок;
- «Mouse» – управление обзором.

При запуске все настройки затемняются, и нам дается управление контроллером. Мы видим сцену с точки зрения созданного контроллера.

Объекты на сцене отображаются без текстур, а также мы можем проходить сквозь них. Накладывать текстуры в Unity очень просто, достаточно перетащить их из окна активов в окно с настройками объекта. Текстуры накладываются правильно, так как формат «.fbx» сохраняет карту текстуры, созданную в Blender. Данную операцию нужно провести со всеми объектами по отдельности, в соответствии с рисунком 48.

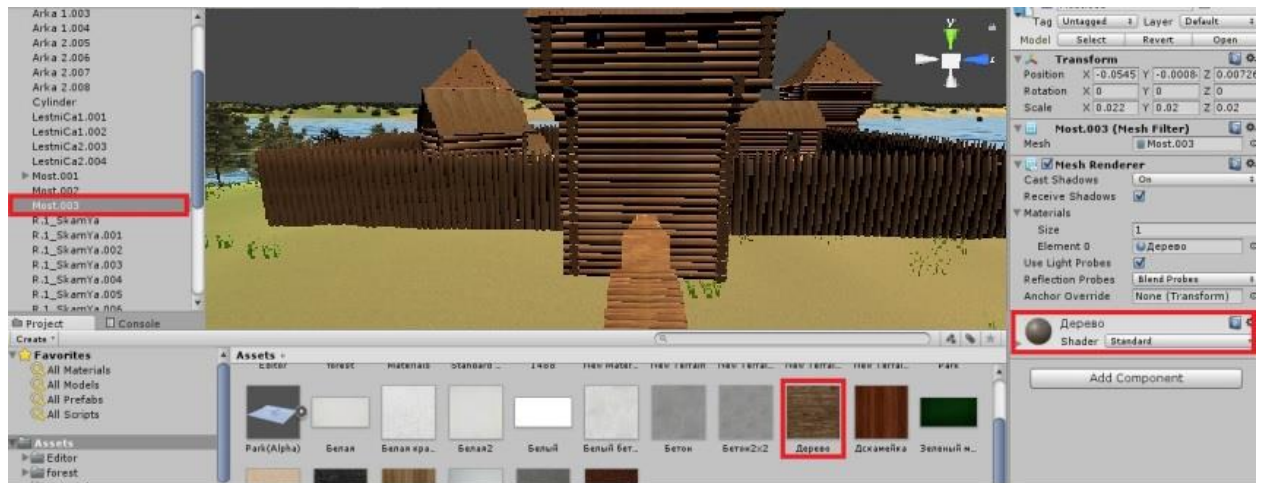


Рисунок 48 – Наложение текстур на модели в программе Unity

После текстурирования нужно сделать объекты твердыми, для этого требуется каждому объекту добавить свойство «Collider». В окне свойств объекта необходимо нажать на кнопку «Add Component».

Откроется меню, в котором выбираем пункт «Physics», а в нем «Mesh Collider». Теперь можно ходить по объектам, не проваливаясь сквозь них.

Настала очередь покрасить землю в нужные текстуры в нужных местах, в соответствии с рисунком 49. Для этого выбираем объект «Terrain» и в настройках покраски создаем еще две текстуры. Одна из этих текстур будет песком на берегу, а другая дорогой вокруг пруда. Нужно только выбрать подходящую кисть и нарисовать необходимые элементы.



Рисунок 49 – Сцена – Государственный Албазинский острог в программе Unity

Далее нужно создать траву на всей территории сцены. Для этого переходим во вкладку в настройках «Terrain», нажимаем «Edit Details», выбираем «Add Grass Texture» и выбираем траву.

Траву по желанию можно настроить: изменить цвета, максимальную и минимальную высоту и ширину. Для этого нужно выделить траву и нажать «Edit», после чего откроется меню настройки травы.

С деревьями процесс выглядит так же. Заходим во вкладку, нажимаем «Edit Trees» и выбираем нужное дерево. После чего красим поверхность кистью, в соответствии с рисунком 50.

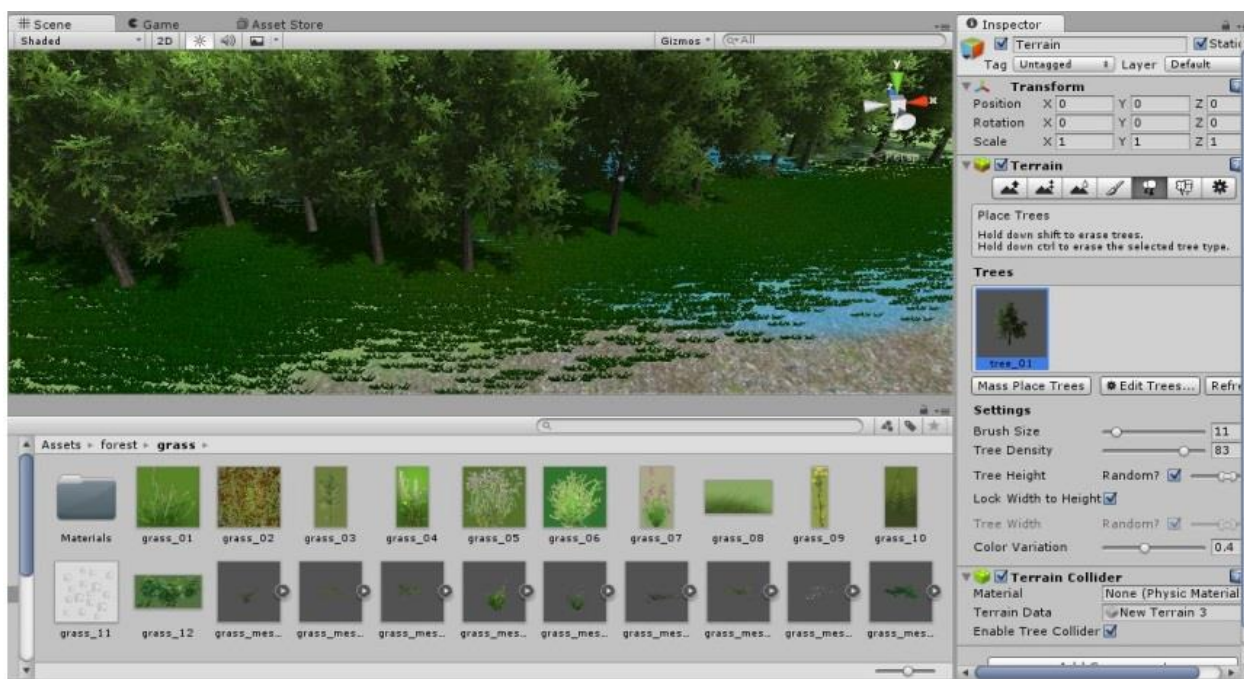


Рисунок 50 – Создание ландшафта с деревьями в программе Unity

Добавляем несколько разных деревьев и красим нужные участки. Кусты добавляются в этой же вкладке, нужно вместо модели дерева выбрать модель куста.

Если была случайно покрашена ненужная область, то все деревья и кусты можно убрать, если осуществлять покраску через клавишу «Shift». Это справедливо и для покраски травой.

Теперь нужно разместить на сцене скамейки, урны, фонари и забор. Точно также как и другие объекты, их нужно вынести их на сцену из окна активов,

наложить текстуры и добавить «Mesh Collider».

Данных элементов на сцене должно присутствовать много, поэтому их нужно копировать. Это осуществляется в окне иерархии объектов нажатием правой кнопки мыши и выбрав пункт «copy» и тут же «paste», после чего можно поместить копию в нужное место. После размещения всех объектов нужно создать границы, за которые нельзя пройти.

Теперь для создания преград нажимаем «Add Component» и добавляем «Box Collider». У пустого объекта появится невидимые, для контроллера, границы. Нужно изменить размер коллайдера так, чтобы он выглядел как стена, скопировать и расставить по всей сцене, в местах недоступных для пребывания. Можно добавить фоновые звуки. Для этого создаем объект «Audio Source». В свойства этого объекта нужно поместить звуковой файл и настроить громкость. Также следует поместить объект в FPSController, чтобы он всегда сопровождал движение контроллера.

Для завершения проекта и сохранения его как готового продукта, нужно нажать «Build Settings» во вкладку «File» и выбрать платформу, для которой этот проект создавался. В персональной версии доступны только два варианта: для браузера и для персональных компьютеров под управлением Windows.



Рисунок 51 – Сцена – Албазинская пограничная крепость

При нажатии кнопки «Build» Unity конвертирует весь проект в готовую сборку для запуска в браузерах или в ОС Windows, в соответствии с рисунком 52.

| Имя | Дата изменения | Тип | Размер |
|----------------------|------------------|-----------------|------------|
| Парк_Data | 28.05.2016 13:27 | Папка с файлами | |
| player_win_x64.pdb | 23.01.2016 1:09 | Файл "PDB" | 118 699 КБ |
| player_win_x64_s.pdb | 23.01.2016 1:09 | Файл "PDB" | 14 867 КБ |
| Парк.exe | 23.01.2016 1:09 | Приложение | 20 326 КБ |

Рисунок 52 – Компиляция файла запуска сцен Албазинского острога

Файл «AlbazinoGroup.exe» запускает проект.

UNITY, может работать под управлением более чем двадцати операционных систем, комфортность использования, все это позволяет игровых дел мастерам создавать приложения для широкого круга ОС и игровых платформ и тем самым расширяя круги игроков.

Во-первых, движок Unity3D обеспечивает возможность разрабатывать игровые программы, не обладая особенными знаниями.

В этой среде использован компонентно-ориентированный подход, с его помощью игродел может создать объект, например, основного героя. Кроме этого, он может добавлять разные элементы. Это может изображение основного героя и методы контроля над ним.

В UNITY3D использован Drag & Drop интерфейс, функционально развитый графический редактор программист может создать карты, расставить объекты, на заранее определенные места и сразу проверять полученный результат.

3.4 Выводы по главе

Актуальность данной работы представляет собой сохранение объекта историко-культурного наследия с помощью современных 3D-технологий. Так как на сегодняшний день одной из важных социально-культурных задач является сохранение историко-культурного наследия, виртуальная реконструкция исторического процесса стремительно развивается. Это объясняется обновлением методологических принципов исторического познания и тенденцией сохранения историко-культурного наследия.

В процессе исследования данной темы, был выполнен следующий ряд задач:

- 1) рассмотрены теоретические и технологические аспекты создания вир-

туальных реконструкций;

2) проанализированы существующее программное обеспечение и обосновать его использование при разработке виртуальной реконструкции;

3) разработана концепция виртуальной реконструкции.

Созданы 3D-модели составных частей реконструируемого объекта в приложении «Blender».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время во многих сферах человеческой жизни потребность в информации о территории или объектах уже не может быть удовлетворена использованием устоявшихся средств в аналоговом и цифровом видах. В последние годы появилась наиболее наглядная форма представления информации, получившая название 3D-модели.

Трёхмерное моделирование быстро развивается с одной стороны в связи с тем, что техника позволяет обрабатывать всё большие и большие объёмы информации, с другой – психологический фактор: человеку намного привычнее воспринимать местность в трёхмерном виде. Наиболее востребованы 3D-модели городов или отдельных территорий, трёхмерная пространственная информация которых используется при решении различного рода задач.

Туристический бизнес в свою очередь тоже тесно связан с 3D-моделированием и 3D-технологиями в целом. Он довольно активно внедряет и применяет виртуальные технологии в организацию своей деятельности. Связано это с тем, что необходимо быть конкурентоспособным, а 3D-технологии выглядят чем-то новым для большинства людей, а также с помощью них можно получить более конкретную информацию о месте, в которое хочет отправиться пользователь.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен анализ актуальности 3D-технологий, что показало, что 3D популярно и используется в самых различных областях. Также был проведен обзор программ, позволяющих работать с 3D, созданы трёхмерные объекты и построена 3D-сцена, которая представляет собой историческую ретроспективу развития Албазинского острога.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Артемьев, А. Р. Города и остроги Забайкалья и Приамурья во второй половине XVII-XVIII вв. / А. Р. Артемьев. – Владивосток : Ин-т истории, археологии и этнографии народов Дал. Востока, 1999. – 335 с.
- 2) Базовые CSS-стили различных элементов UML [Электронный ресурс] // Habr.com : офиц. сайт. URL: <https://habr.com/ru/post/155875/>. (дата обращения: 24.04.2020).
- 3) Бартенев, Ю. П. Герои Албазина и Даурской земли / Ю. П. Бартенев // Русский архив. – 1899. – Кн. 1. – № 2. – С. 323-326.
- 4) Берлянт, А. М. Картографический словарь / А. М. Берлянт. – М. : Научный мир, 2005. – 424 с.
- 5) Бондаренко, С. В. 3ds Max 2008 : библиотека пользователя / С. В. Бондаренко, М. Ю. Бондаренко. – М. : Диалектика, 2012. – 560 с.
- 6) Бондаренко, С. В. Blender : краткое руководство / С. В. Бондаренко, М. Ю. Бондаренко. – М. : Диалектика, 2015. – 144 с.
- 7) Бондаренко, С. В. Трехмерное моделирование : легкий старт / С. В. Бондаренко, М. Ю. Бондаренко. – СПб. : Питер, 2012. – 128 с.
- 8) Бородкин, Л. И. Виртуальная реконструкция историко-культурного наследия в форматах научно-культурного наследия в форматах научного исследования и образования [Электронный ресурс] : сб. науч. статей / Л. И. Бородкин. – Красноярск : Библиотечно-издательский комплекс Сибирского федерального Университета, 2012. URL: http://window.edu.ru/resource/895/79895/files/VR_SFU_AIK.pdf. (дата обращения: 15.04.2020).
- 9) Бурлаков, М. В. Autodesk 3ds Max 2008 : самоучитель Blender с электронным справочником / М. В. Бурлаков. – М. : Диалектика, 2014. – 512 с.
- 10) Вклад Юнеско в сохранение всемирного культурного наследия [Электронный ресурс] // Teoria-practica.ru : офиц. сайт. URL: http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2013/11/kulturologiya/sokolova.pdf. (дата обращения: 10.04.2020).

11) Воробьев, П. И. К истории русско-китайских отношений в XVII в. / П. И. Воробьев. – М. : Государственная публичная историческая библиотека, 1936. – 198 с.

12) Геоинформационные системы в 3D-реконструкции [Электронный ресурс] // Kleio.asu.ru : офиц. сайт. URL: http://kleio.asu.ru/2012/2/hcsj-22012_49-63.pdf. (дата обращения: 15.05.2020).

13) ГОСТ Р 52055-2003. Геоинформационное картографирование. Пространственные модели местности. Общие требования. – Введен 2004-01-01. – М. : Госстандарт России, 2003. – 4 с.

14) Грамотная клиент-серверная архитектура: как правильно проектировать и разрабатывать web API [Электронный ресурс] // Tproger.ru : офиц. сайт. URL: <https://tproger.ru/articles/web-api/>. (дата обращения: 07.04.2020).

15) Демин, Э. В. Жили-служили «Ивашко да Пашко» (Как селенгинские казаки спасали легендарный Албазин на Амуре) / Э. В. Демин // Байкал. – 2012. – № 5-6. – С. 15-28.

16) Диаграмма вариантов использования (use case diagram) [Электронный ресурс] // Nnre.ru : офиц. сайт. URL: http://www.nnre.ru/kompyutery_i_internet/samouchitel_uml/p4.php. (дата обращения: 18.03.2020).

17) Диаграммы классов UML [Электронный ресурс] // Pro-prof.com : офиц. сайт. URL: <https://pro-prof.com/archives/3212>. (дата обращения: 07.04.2020).

18) Жизненный цикл тестирования ПО [Электронный ресурс] // Ru.qatestlab.com : офиц. сайт. URL: <http://ru.qatestlab.com/knowledge-center/qa-testing-materials/5-distinctions-between-a-client-server-and-web-application/>. (дата обращения: 12.05.2020).

19) Журкин, И. Г. Цифровое моделирование измерительных трёхмерных видеосцен : моногр. / И. Г. Журкин, Т. А. Хлебникова. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 246 с.

20) Зал Поля Сезанна во Втором отделении ГМНЗИ (1923-1926) [Электронный ресурс] // Newstmuseum.ru : офиц. сайт. URL: <http://www.newstmuseum.ru>

um.ru/history/virtual/1920/hall-2/index.php. (дата обращения: 20.05.2020).

21) Знакомство с нотацией IDEF0 и пример использования [Электронный ресурс] // Habr.com : офиц. сайт. URL: <https://habr.com/ru/company/trinion/blog/322832/>. (дата обращения: 28.02.2020).

22) Зуев, А. С. Забытый герой: штрихи к биографии Афанасия Ивановича Бейтона / А. С. Зуев. – М. : Мысль, 1982. – 95 с.

23) Иванов, В. П. Трёхмерная компьютерная графика / В. П. Иванов, А. С. Батраков. – М. : Радио и связь, 1995. – 224 с.

24) Информатика. 9-11 класс. Базовый курс. Практикум-задачник по моделированию / под ред. Н. В. Макаровой. – СПб. : Питер, 2014. – 176 с.

25) Информатика: учеб. пособие / под ред. А. Г. Гейн, А. И. Сенокосова, Н. А. Юнермана. – 4-е изд. – М. : Просвещение, 2013. – 225 с.

26) Информационные ресурсы, технологии и модели реконструкции исторических процессов и явлений специальный выпуск материалы XII конференции ассоциации история и компьютер [Электронный ресурс] // Aik-sng.ru : офиц. сайт. URL: <http://aik-sng.ru/text/bullet/36/bull36.pdf>. (дата обращения: 15.05.2020).

27) Информационные технологии в сохранении культурного наследия. [Электронный ресурс] // Cyberleninka.ru : офиц. сайт. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-tehnologii-v-sohranении-kulturnogo-naslediya>. (дата обращения: 10.05.2020).

28) Информационный центр рекреационного туризма [Электронный ресурс] : офиц. сайт. URL: http://az-kozin.narod.ru/zentr_turizma.html. (дата обращения: 14.04.2020).

29) Искусство трехмерной анимации / ред. Ким Ли. – М. : Диасофт-ЮП, 2014. – 887 с.

30) Историко-культурное наследие и информационно-коммуникационные технологии : сохранение и исследование [Электронный ресурс] : матер. научн. конф.; Пермь, 13-14 ноября 2009 г. / под ред. С. И. Корниенко. – Пермь : Перм. гос. ун-т, 2009. URL: <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/381/78-381/59245>. (дата

обращения: 10.04.2020).

31) История развития интерфейсов [Электронный ресурс] // Studfiles.ru : офиц. сайт. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/1938111/page:2/>. (дата обращения: 07.03.2020).

32) Калинина, И. Казанский кафедральный собор / И. Калинина // Проект Байкал : Архитектура. Дизайн. Градостроительство. Технология. – 2011. – № 29/30. – С. 76-81.

33) Калинина, И. Церкви : архитектура и легенды / И. Калинина // Земля Иркутская. – 2014. – № 4. – С. 11-12.

34) Калиновский, К. М. Виртуальный туризм : научно-популярная книга / К. М. Калиновский. – К. : Буковина LTD, 2006. – 107 с.

35) Калиновский, К. М. Информационные технологии в туризме : моногр. / К. М. Калиновский. – К. : Донбасс, 2006. – 198 с.

36) Каскадные таблицы стилей CSS [Электронный ресурс] // Htmlweb.ru : офиц. сайт. URL: <https://htmlweb.ru/css/styles.php>. (дата обращения: 26.05.2020).

37) Кафедральный собор во имя иконы Казанской Божией Матери в Иркутске : к 100-летию со дня освещения / сост. И. В. Калинин. – Иркутск : Сибирь, 1995. – 47 с.

38) Кизим, А. В. Информационные технологии в туризме / А. В. Кизим. – Астрахань : Астраханский университет, 2011. – 146 с.

39) Кифяк, В. Ф. Инновационное направление развития туристической отрасли / В. Ф. Кифяк, О. О. Миграян. – К. : Туристическая деятельность, 2004. – С. 114-115.

40) Клейнберг, Д. Алгоритмы. Разработка и применение. Классика Computers Science / Д. Клейнберг, Е. Тардос. – СПб. : Питер, 2016. – 800 с.

41) Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия [Электронный ресурс] : Генеральная конференция Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры. – Париж, 1972 г. URL: <http://whc.unesco.org/archive/convention-ru.pdf>. (дата обращения: 17.05.2020).

42) Коробов, Д. С. Основы геоинформатики в археологии : учеб. пособ. /

Д. С. Коробов. – СПб. : Питер, 2015. – 127 с.

43) Красноштанов, Г. Б. Возвращение чёрного попа Ермогена в Киренск / Г. Б. Красноштанов // Известия Архитектурно-этнографического музея «Тальцы» / отв. ред. Ю. П. Лыхин. – Иркутск : Репроцентр А1, 2005. – С. 7-24.

44) Лапин, П. А. «Русская рота» в Пекине. К истокам русской православной диаспоры в Китае (конец XVII – начало XX в.) / П. А. Лапин. – М. : Государственная публичная историческая библиотека, 2014. – 172 с.

45) Маров, М. Н. 3ds max: материалы, освещение и визуализация / М. Н. Маров. – СПб. : Питер, 2015. – 480 с.

46) Маров, М. Н. Моделирование трехмерных сцен / М. Н. Маров. – СПб. : Питер, 2015. – 560 с.

47) Мортье, Ш. Моделирование для «чайников» / Ш. Мортье. – М. : Вильямс, 2006. – 368 с.

48) Опыт виртуальной реконструкции и компьютерной анимации утраченных храмов – памятников [Электронный ресурс] // Marhi.ru : офиц. сайт. URL: <https://www.marhi.ru/AMIT/2013/4kvart13/sergeev/sergeev.pdf>. (дата обращения: 15.04.2020).

49) Особенности проектирования интерфейсов информационных систем [Электронный ресурс] // Revolution.allbest.ru : офиц. сайт. URL: https://revolution.allbest.ru/programming/00781099_0.html. (дата обращения: 05.04.2020).

50) Попов, И. М. Россия и Китай : 300 лет на грани войны / И. М. Попов. – М. : Астрель, 2004. – 112 с.

51) Пратт, Т. Языки программирования. Разработка и реализация / Т. Пратт, М. Зелковиц. – СПб. : Питер, 2002. – 690 с.

52) Проектирование баз данных программ [Электронный ресурс] // Helpiks.org : офиц. сайт. URL: <https://helpiks.org/5-40515.html>. (дата обращения: 22.04.2020).

53) Проектирование информационной системы [Электронный ресурс] // Finswin.com : офиц. сайт. URL: <https://finswin.com/projects/proekti-rovanie/informacionnyh-sistem.html>. (дата обращения: 15.04.2020).

54) Проектирование программного обеспечения [Электронный ресурс] // Habr.com : офиц. сайт. URL: <https://habr.com/ru/company/edi-son/blog/267569/>. (дата обращения: 30.04.2020).

55) Российский фонд культуры [Электронный ресурс] : офиц. сайт. URL: <http://fond.culture.ru/ru>. (дата обращения: 20.04.2020).

56) Рябцев, Д. В. Дизайн помещений и интерьеров в 3d / Д. В. Рябцева. – СПб. : Питер, 2013. – 272 с.

57) Садыков, А. Трагедия Казанского кафедрального собора в Иркутске / А. Садыков // Иркутск. Век XX : научно-практическая конференция учителей и школьников Мой город / сост. В. П. Шахеров. – Иркутск, 2001. – С. 81-86.

58) Соколов, И. А. Геоинформационные технологии : учеб. пособ. / И. А. Соколов, А. И. Мартыненко, О. В. Тагунова. – М. : МИРЭА, 2005. – 76 с.

59) Сохранение культурного наследия с помощью информационных технологий [Электронный ресурс] // Cyberleninka.ru : офиц. сайт. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sohranenie-kulturnogo-naslediya-s-pomoschyu-in-formatsionnyh-tehnologiy>. (дата обращения: 14.05.2020).

60) Структура архитектурного пространства [Электронный ресурс] // Marhi.ru : офиц. сайт. URL: <http://marhi.ru/referats/files/shuben-kov.pdf>. (дата обращения: 15.05.2020).

61) Титаренко, Е. В. Цифровая фотограмметрия: лабораторный практикум / Е. В. Титаренко, Г. П. Хремли, Я. В. Луканина. – Екатеринбург : УрФУ, 2013. – 155 с.

62) Цели и задачи проектирования [Электронный ресурс] // Msd.com.ua : офиц. сайт. URL: <http://msd.com.ua/chelovecheskij-faktor/celi-i-zada-chi-proektirovaniya/>. (дата обращения: 12.04.2020).

63) Чеченов, А. А. О применении информационных технологий в социальной сфере [Электронный ресурс] // Federalbook.ru : офиц. сайт. URL: <http://federalbook.ru/files/SVAYZ/saderzhanie/Tom%2010/VI/Cheche-nov.pdf>. – (дата обращения: 10.05.2020).

64) Чубукова, О. Ю. Информационный сервис в туризме : научно-

популярная книга / О. Ю. Чубукова. – К. : Слобожанщина LMT, 2011. – 208 с.

65) Щербин, В. Забвению не подлежит. О судьбе Казанского кафедрального собора в Иркутске / В. Щербин // Сибирь. – 2001. – № 4. – С. 63-72.

66) 3DOM. 3D Optical Metrology – 3DOM, Fondazione Bruno Kessler [Электронный ресурс] : офиц. сайт. URL: // <http://3dom.fbk.eu>. (дата обращения: 20.05.2020).

67) Enter Netica. 3D-Web галерея [Электронный ресурс] // Enternetica.com : офиц. сайт. URL: <http://enternetica.com/rus/3d-web-gallery.html>. (дата обращения: 20.05.2020).

68) SILK-интерфейс [Электронный ресурс] // Kinnet.ru : офиц. сайт. URL: http://www.kinnet.ru/cterra/493/26987_2.html. (дата обращения: 20.05.2020).

69) UML – быстрый старт [Электронный ресурс] // Michaelsmirnov.blogspot.com : офиц. сайт. URL: <http://michaelsmir-nov.blogspot.com/2011/03/uml.html>. (дата обращения: 01.04.2020).

70) University of Arkansas. Center for Advanced Spatial Technologies. Machu Picchu 3DData [Электронный ресурс] // Cast.uark.edu : офиц. сайт. URL: <http://cast.uark.edu/home/research/archaeology-andhistoric-preservation/archaeological-informatics/internet-virtual-metrology-lab-invirmet1/invirmet-data-repository/machu-picchu-3d-data.html>. (дата обращения: 14.04.2020).