

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»

институт

Прикладная информатика, математика и естественнонаучные дисциплины
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Е.Н. Скуратенко

подпись инициалы, фамилия

« _____ » июня _____ 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.03 – Прикладная информатика

код – наименование направления

3D моделирование историко-культурного объекта Республики Хакасия
кургана «Барсучий Лог»

тема

Руководитель

подпись, дата

ст. преподаватель

должность, ученая степень

В.И. Кокова

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Р.А. Горбик

инициалы, фамилия

Абакан 2017

Продолжение титульного листа БР по теме «3D моделирование историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог»

Консультанты по разделам:

Аналитический
наименование раздела

подпись, дата

В.И. Кокова
инициалы, фамилия

Проектный
наименование раздела

подпись, дата

В.И. Кокова
инициалы, фамилия

Экономический
наименование раздела

подпись, дата

Е.Н Скуратенко
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

В.И. Кокова
инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО

«Сибирский федеральный университет»

институт

Прикладная информатика, математика и естественнонаучные дисциплины

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Е.Н. Скуратенко

подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации

Студенту Горбик Рудольфу Александровичу

фамилия, имя, отчество

Группа 53-1 (ХБ 13-04) Направление (специальность)

номер

09.03.03

код

«Прикладная информатика»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы 3D моделирование историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог»

Утверждена приказом по университету № 156 от 28.02.2017 г.

Руководитель ВКР В.И. Кокова, старший преподаватель кафедры «Прикладная информатика, математика и естественнонаучные дисциплины», ХТИ – филиал СФУ

инициалы, фамилия, должность и место работы

Исходные данные для ВКР Заказ ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии»

Перечень разделов ВКР:

1. Анализ деятельности ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» и методики моделирования.

2. Моделирование кургана «Барсучий Лог».

3. Оценка экономической эффективности от внедрения 3D модели историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог» и оптимизации методики моделирования.

Перечень графического материала —

Руководитель ВКР

подпись

В.И. Кокова
инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

Р.А. Горбик
инициалы, фамилия

« 28 » февраля 2017 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «3D моделирование историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог» содержит 97 страниц текстового документа, 118 рисунков, 3 таблицы, 4 формулы, 11 использованных источников.

РЕТОПОЛОГИЯ, ТЕКСТУРА, 3D МОДЕЛЬ, ВЫСОКОЛИГОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ, НИЗКОПОЛИГОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ, LUXOLOGY MODO, THE FOUNDRY MARI, AGISOFT PHOTOSCAN, ПОЛИГОН, РАЗВЕРТКА.

Цель работы: разработка трехмерной модели историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог» для внедрения в проект «Сакрос», а также оптимизация методики моделирования, разработанной ГАУ РК «ЦИНТ Хакасии».

Задачи: выполнить фотосъемку моделируемого объекта, построить первичную 3D модель объекта, сделать ретопологию 3D модели с целью экономии вычислительных ресурсов компьютерной техники, внести исправления в геометрию оптимизированной 3D модели, сделать текстурную развертку 3D модели, создать текстуры и наложить их на 3D модель, внедрить 3D модель кургана «Барсучий Лог» в трехмерную среду Unreal Engine, рассчитать экономическую эффективность проекта.

В процессе 3D моделирования объекта было выявлено нерациональное использование одного из программных обеспечений, в связи с чем увеличивались затраты на программное обеспечение.

В итоге была создана трехмерная модель историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог», а также была оптимизирована методика моделирования.

ABSTRACT

The theme of the graduation thesis is "3D modeling of the historical and cultural object of the Republic of Khakassia of the barrow "Barsuchij Log".

The paper contains 97 pages, 118 images, 3 tables, 4 formulas and the list of 11 references.

RETOPOLY, TEXTURE, 3D MODEL, HIGH-POLYGONAL MODEL, LOW-POLYGONAL MODEL, LUXOLOGY MODO, THE FOUNDRY MARI, AGISOFT PHOTOSCAN, POLYGON, UV MAP.

The purpose of the paper is development of a three-dimensional model of the historical and cultural object of the Republic of Khakassia of the barrow "Barsuchij Log" for introduction into the "Sakros" project, as well as optimization of the modeling methodology developed by SAI RH "CINT Khakassia".

Tasks: take photos of the simulated object, build a primary 3D model of the object, make a retopology of the 3D model in order to save computing resources of computer equipment, make corrections to the geometry of the optimized 3D model, create UV map, create textures and superimpose them on a 3D model, Model barrow "Barsuchij Log" in the three-dimensional environment of the Unreal Engine, to calculate the economic efficiency of the project.

In the process of 3D modeling, there was an inefficient use of one of the software, and therefore the costs of the software increased.

As a result, a three-dimensional model of the historical and cultural object of the Republic of Khakassia of the barrow "Barsuchij Log" was created, and the modeling methodology was optimized.

Supervisor in English

signature, date

Nikitina E.A
(surname, name, patronymic)

СОДЕРЖАНИЕ

1 Анализ деятельности ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» и методики моделирования.....	11
1.1 Организационно-экономическая характеристика учреждения ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии»	11
1.2 Структура ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии».....	13
1.3 Проект «Сакрос».....	15
1.4 Историческая справка о кургане «Барсучий Лог»	18
1.5 Постановка целей и задач моделирования.....	22
1.6 Обзор программных средств моделирования	23
1.6.1 Описание программы Agisoft PhotoScan.....	23
1.6.2 Описание программы 3DF Zephyr	24
1.6.3 Описание программы ZBrush.....	25
1.6.4 Описание программы TopoGun	26
1.6.5 Описание программы Luxology MODO.....	26
1.6.6 Описание программы Cinema 4D	27
1.6.7 Описание программы Substance Designer	28
1.6.8 Описание программы The Foundry MARI	28
1.7 Методика моделирования, разработанная ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» .	29
1.8 Выводы по разделу «Анализ деятельности ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» и методики моделирования	30
2 Моделирование кургана «Барсучий Лог».....	30
3 Оценка экономической эффективности от внедрения 3D модели историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог» и оптимизации методики моделирования.....	31
3.1 Оценка затрат на разработку 3D модели историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог»	31
3.1.1 Оценка капитальных (единовременных) затрат на разработку.....	31
3.1.2 Итоги капитальных затрат.....	34

3.1.3 Эксплуатационные затраты.....	35
3.2 Расчет совокупной стоимости владения информационной системы	35
3.3 Оценка эффективности разработки 3D модели историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог» и оптимизации методики моделирования.....	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	39
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	40

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа представляет собой реализацию трехмерной модели кургана «Барсучий Лог»

Актуальность выбранной темы обусловлена новой ступенью развития информационного общества, в котором вопросы имиджа, образа, бренда являются одним из факторов изменения реальности, стимулирующим людей к созидательной деятельности. Опыт решения проблем формирования имиджа в регионах Российской Федерации показывает, что там, где осуществляется целенаправленная систематическая деятельность по созданию такого положительного образа, обязательно повышается и индекс социальной привлекательности территории, растет самооценка населения.

В рамках проекта ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» «Создание виртуального Атласа «Святыни России. Республика Хакасия» запланировано внедрение в него такого историко-культурного объекта, как курган «Барсучий Лог».

Целью работы является разработка трехмерной модели историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог» для внедрения в проект «Сакрос», а также оптимизация методики моделирования, разработанной ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить фотосъемку моделируемого объекта.
2. Построить первичную 3D модель объекта;
3. Сделать ретопологию 3D модели с целью экономии вычислительных ресурсов компьютерной техники;
4. Внести исправления в геометрию оптимизированной 3D модели;
5. Сделать текстурную развертку 3D модели;
6. Создать текстуры и наложить их на 3D модель;
7. Внедрить 3D модель кургана «Барсучий Лог» в трехмерную среду Unreal Engine

8. Рассчитать экономическую эффективность проекта.

Пояснительная записка ВКР состоит из трех разделов.

В аналитическом разделе проводится анализ деятельности ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» и методики моделирования. Рассматриваются средства разработки трехмерных моделей.

В проектном разделе описываются все этапы методики трехмерного моделирования на примере одного менгира.

В экономическом разделе описывается эффективность оптимизированной методики моделирования.

1 Анализ деятельности ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» и методики моделирования

1.1 Организационно-экономическая характеристика учреждения ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии»

Фирма ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» была зарегистрирована по адресу Республика Хакасия, город Абакан, улица Щетинкина, дом 18. Фирма поставлена на учет 22 июля 2014 года.

Полное наименование – Государственное автономное учреждение Республики Хакасия «Центр информатизации и новых технологий Республики Хакасия». Сокращенное наименование – ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии».

Учреждение создано в целях осуществления предусмотренных законодательством Российской Федерации полномочий органов государственной власти Республики Хакасия в сфере науки, образования, культуры, здравоохранения, социальной защиты, занятости населения, физической культуры и спорта и иных сферах в случаях, предусмотренных федеральными законами.

Предметом деятельности Учреждения является:

- 1) совершенствование системы управления в сфере информатизации и новых технологий;
- 2) обеспечение развития информационного общества Республики Хакасия;
- 3) повышение эффективности использования информационных ресурсов;
- 4) создание единого информационного пространства Республики Хакасия, интегрированного в российское и мировое информационное пространство;

5) обеспечение бесперебойного функционирования инженерно-технических сетей.

Для достижения поставленных целей Учреждение осуществляет следующие основные виды деятельности:

— содействие в проведении единой технической политики в области информатизации в органах государственной власти Республики Хакасия;

— участие в разработке и реализации программ в сфере информатизации;

— участие во внедрении типовых проектных решений в сфере информатизации;

— участие в мероприятиях по созданию, развитию и поддержке электронного правительства в Республике Хакасия;

— участие в организации информационного взаимодействия исполнительных органов государственной власти Республики Хакасия и органов местного самоуправления;

— участие в мероприятиях по совершенствованию процессов информатизации органов государственной власти;

— участие в научных исследованиях, проведение научно-практических конференций, симпозиумов, совещаний, в том числе международных, по проблемам информатизации и новых технологий;

— монтаж, ремонт и техническое обслуживание локальных вычислительных сетей исполнительных органов государственной власти Республики Хакасия;

— обеспечение функционирования программного обеспечения, в том числе рабочих мест системы электронного документооборота, эксплуатируемого на рабочих местах в исполнительных органах государственной власти Республики Хакасия;

— обеспечение исполнительных органов государственной власти Республики Хакасия вычислительной техникой, периферийными устройствами и расходными материалами;

— оказание услуг по информационной и технической поддержке сотрудников в исполнительных органах государственной власти Республики Хакасия;

— проведение технической экспертизы и составление заключений о состоянии электронно-вычислительной и организационной техники, комплектующих и расходных материалов в исполнительных органах государственной власти Республики Хакасия;

— администрирование учетных записей пользователей почтовых служб и служб каталогов, эксплуатируемых в Аппарате Правительства Республики Хакасия;

— консультирование в области компьютерных технологий;

— изготовление экземпляров аудиовизуальных произведений, программ для электронных вычислительных машин, баз данных и фонограмм на любых видах носителей.

ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» является автономным учреждением, поэтому оно может заниматься внебюджетной деятельностью. Одной из таких деятельностей является разработка проекта «Сакрос».

1.2 Структура ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии»

В состав ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» входят 3 отдела (Рисунок 1.2.1):

- 1) Отдел новых технологий.
- 2) Отдел информатизации.
- 3) Администрация ЦИНТ.

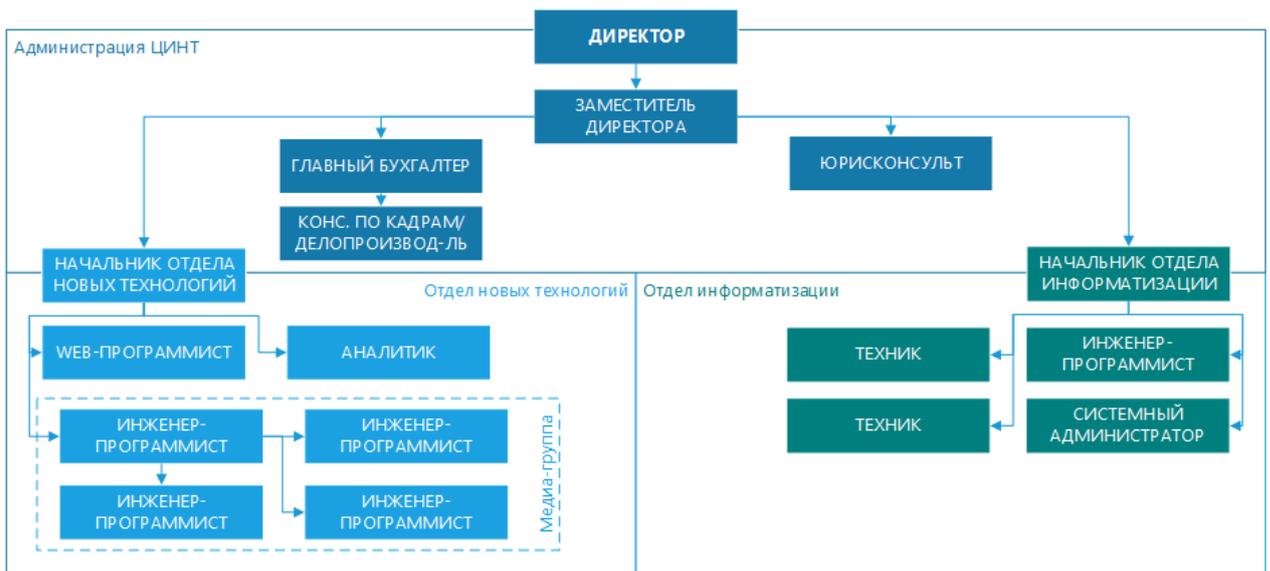


Рисунок 1.2.1 – Структура ГАУ РХ «ЦИИТ Хакасии»

Основная функция отдел информатизации: отвечает за бесперебойную работу автоматизированных рабочих мест сотрудников аппарата правительства РХ и других ОГИБ РХ.

Основная функция отдела новых технологий: внедрение новых аппаратно-программных решений в РХ.

Функции администрации ЦИИТ:

- формулировка целей и задач на предстоящий период;
- разработка стратегий деятельности предприятия (стратегическое планирование);
- составление необходимых планов и программ для их реализации (текущее планирование).
- контроль исполнения, порученных заданий;
- организация документооборота и делопроизводства.

Отделом новых технологий ведется разработка проекта «Сакрос», направленного на популяризацию культурно-исторических богатств Республики Хакасия.

1.3 Проект «Сакрос»

Сохранение и популяризация историко-культурного и природного наследия России является основой для формирования чувства патриотизма, укрепления национальной гордости и развития духовности народов Российской Федерации. Знание и понимание ценности объектов культурного и природного наследия влияет на способность людей создавать устойчивый образ «малой Родины», осознанно заботится о сохранении самобытности и традиций.

Актуальность темы проекта обусловлена новой ступенью развития информационного общества, в котором вопросы имиджа, образа, бренда являются одним из факторов изменения реальности, стимулирующим людей к созидательной деятельности. Опыт решения проблем формирования имиджа в регионах Российской Федерации показывает, что там, где осуществляется целенаправленная систематическая деятельность по созданию такого положительного образа, обязательно повышается и индекс социальной привлекательности территории, растет самооценка населения.

При этом следует учитывать, что имидж региона формируется из различных аспектов: состояния культуры, уровня жизни, образования, развитости инфраструктуры экономики, туризма, экологии и т.д. Планомерная работа по улучшению этих аспектов позволяет получить дополнительные ресурсы для развития в регионе науки, образования и культуры.

Государственным автономным учреждением Республики Хакасия «Центр информатизации и новых технологий Республики Хакасия» частично разработан проект комплексной медиа презентации Республики Хакасия «Сакрос» (Рисунок 1.3.1), представляющий собой перечень мероприятий по формированию положительного имиджа региона, прежде всего в сферах культуры, науки и образования, как внутри региона (посредством установки

виртуальных стендов в городах Абакан и Саяногорск), так и вне региона (создание мобильного приложения).



Рисунок 1.3.1– Общий вид Салбыкского кургана в проекте «Сакрос»

Республика Хакасия является уникальной территорией по количеству и качеству памятников археологии, объединенных в культурные ландшафты, общей площадью более 20 000 км². Сотни объектов культурного наследия Хакасии, по признанию специалистов, обладают особой ценностью для человечества, как неповторимые шедевры мировой культуры (Рисунок 1.3.2).



Рисунок 1.3.2 – Фрагмент проекта «Сакрос»

Проект «Сакрос» направлен на популяризацию культурных богатств региона через разработку игрового программного обеспечения.

Идея проекта заключается в презентации наиболее ярких и значимых для истории Хакасии объектов культурного наследия, объединенных в общий сюжет, связанный с темой хакасского шаманизма, как системы религиозно-философских представлений, бытовавшей в момент создания большинства памятников археологии (Рисунок 1.3.3).

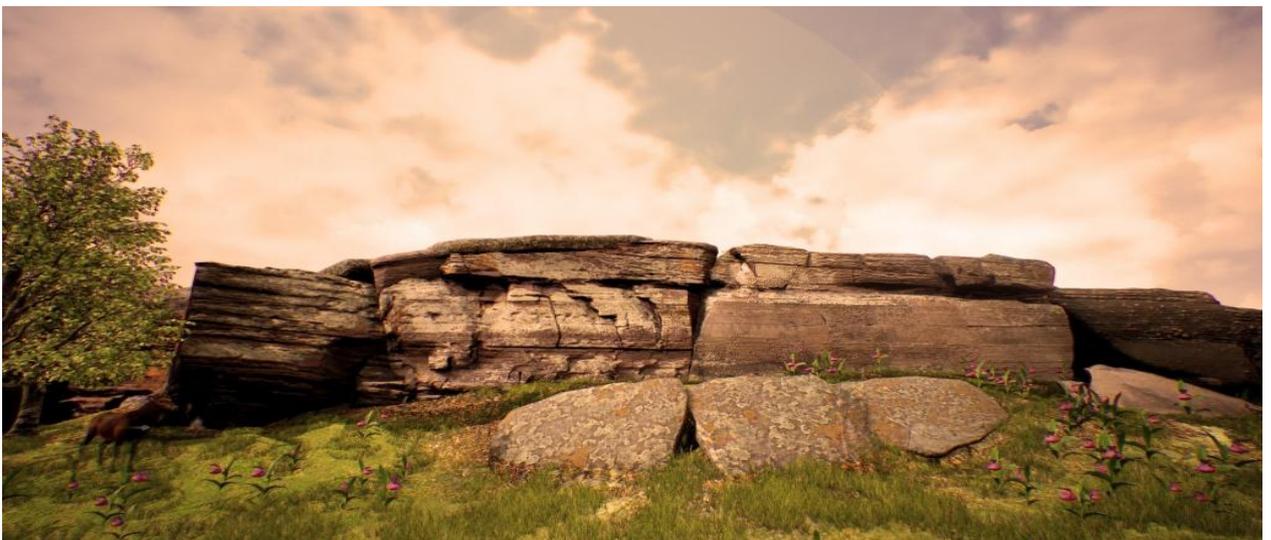


Рисунок 1.3.3 – Фрагмент проекта «Сакрос»

Особенностью продукта является его интерактивность: через участие в компьютерной игре или при перемещении по маршрутам 3D-путешествий любой пользователь получает возможность наглядно и динамично ознакомиться с природным и культурным наследием Хакасии, «поучаствовать» в обрядах и глубже окунуться в мир хакасского фольклора и мифологии. В игровом приложении будет реализована технология дополненной реальности, пользователь мобильного устройства, попав на объект историко-культурного значения, сможет узнать дополнительную информацию об объекте (увидеть как эта территория выглядела тысячи лет назад, реконструкцию, выслушать виртуального экскурсовода, и получить дополнительные бонусы). Подобный прием позволит привить у пользователей желание путешествовать и узнавать Республику Хакасия. В рамках вышеупомянутого проекта «Создание виртуального Атласа «Святыни России. Республика Хакасия» запланировано внедрение в него такого историко-культурного объекта, как курган «Барсучий Лог».

1.4 Историческая справка о кургане «Барсучий Лог»

Это один из крупнейших курганов Хакасии. Он был сооружён примерно в V веке до н.э. Российские ученые относят его к закату тагарской культуры – так называемому тесинскому периоду (II-I вв. до Р.Х.).

Курган был раскопан в 2004-2006 годах совместной археологической экспедицией Хакасского государственного университета и Немецкого археологического института (Рисунки 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3).



Рисунок 1.4.1– Вид кургана до проведения раскопок



Рисунок 1.4.2 – Вид кургана во время проведения раскопок



Рисунок 1.4.3 – Вид кургана после проведения раскопок

По мнению археологов, он служил усыпальницей для троих тагарских вождей и одной царицы. Курган был разграблен еще до раскопок, в погребальной камере осталось только 52 фрагмента золотой фольги (Рисунок 1.4.4).



Рисунок 1.4.4 – Фрагменты золотой фольги

Каменные плиты разных размеров, положенные друг на друга, составляют ограду захоронения площадью почти в 300 квадратных метров, ограждение скрыто земляной насыпью. Стены усыпальницы сложены из вековых стволов лиственницы, доставленных волоком из тайги за много километров. Конструкция из глины, дёрна и бревен простояла более 2 тысяч лет, не утратив первоначальной формы.

По мнению ученых, курган был возведен скифами (Рисунок 1.4.5), которые только в хакасских степях оставили 100 тысяч курганов с захоронениями знатных людей.



Рисунок 1.4.5 – Скифы

В настоящее время курган «Барсучий Лог» входит в состав муниципального музея под открытым небом "Древние курганы Салбыкской степи", он охраняется государством, поскольку является одним из значимых объектов культурного наследия Республики Хакасия, формирующих положительный имидж региона. Целенаправленная систематическая деятельность по созданию такого положительного образа, обязательно повышает и индекс инвестиционной привлекательности территории и улучшения финансово-экономического климата.

1.5 Постановка целей и задач моделирования

Главной целью выпускной квалификационной работы, поставленной ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии», является разработка трехмерной модели историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог»

для внедрения в проект «Сакрос», а также оптимизация методики моделирования, разработанной ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии».

Для достижения поставленной цели нужно решить следующие задачи:

1. Выполнить фотосъемку моделируемого объекта.
2. Построить первичную 3D модель объекта.
3. Сделать ретопологию 3D модели с целью экономии вычислительных ресурсов компьютерной техники.
4. Внести исправления в геометрию оптимизированной 3D модели.
5. Сделать текстурную развертку 3D модели.
6. Создать текстуры и наложить их на 3D модель.
7. Внедрить 3D модель кургана «Барсучий Лог» в трехмерную среду Unreal Engine.
8. Рассчитать экономическую эффективность проекта.

1.6 Обзор программных средств моделирования

Исходя из вышеперечисленных целей и задач, в данном разделе рассмотрены программные средства, способные реализовать проект.

1.6.1 Описание программы Agisoft PhotoScan

Agisoft PhotoScan – программа, предназначенная для обработки материалов фотосъемки и получения ортофотопланов и цифровых моделей местности. При работе с PhotoScan необходимо иметь общее представление о базовых геодезических и фотограмметрических понятиях – таких как система координат, типы проекций, точность привязки и т.п. (Рисунок 1.6.1).

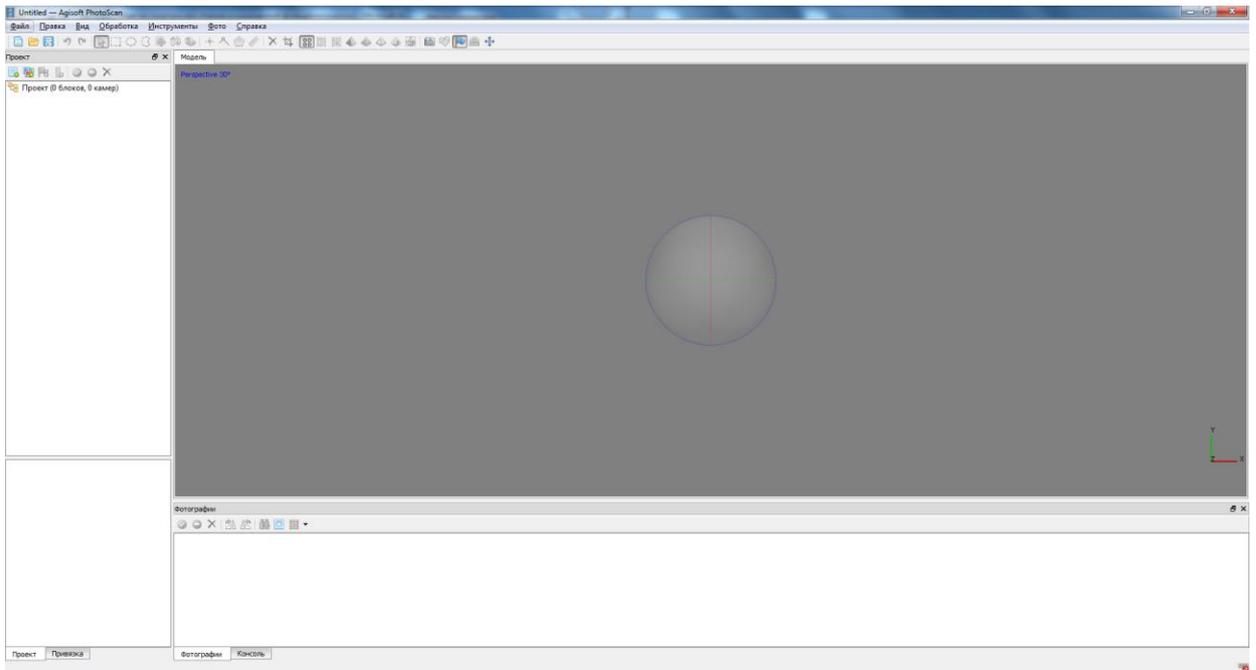


Рисунок 1.6.1 – Главное меню программы Agisoft PhotoScan

1.6.2 Описание программы 3DF Zephyr

3DF Zephyr – программа позволяющая автоматически создавать трехмерные модели из фотографий. Данный процесс полностью автоматизирован и не требуют навыков программирования, редактирования вручную или специализированного оборудования (Рисунок 1.6.2).

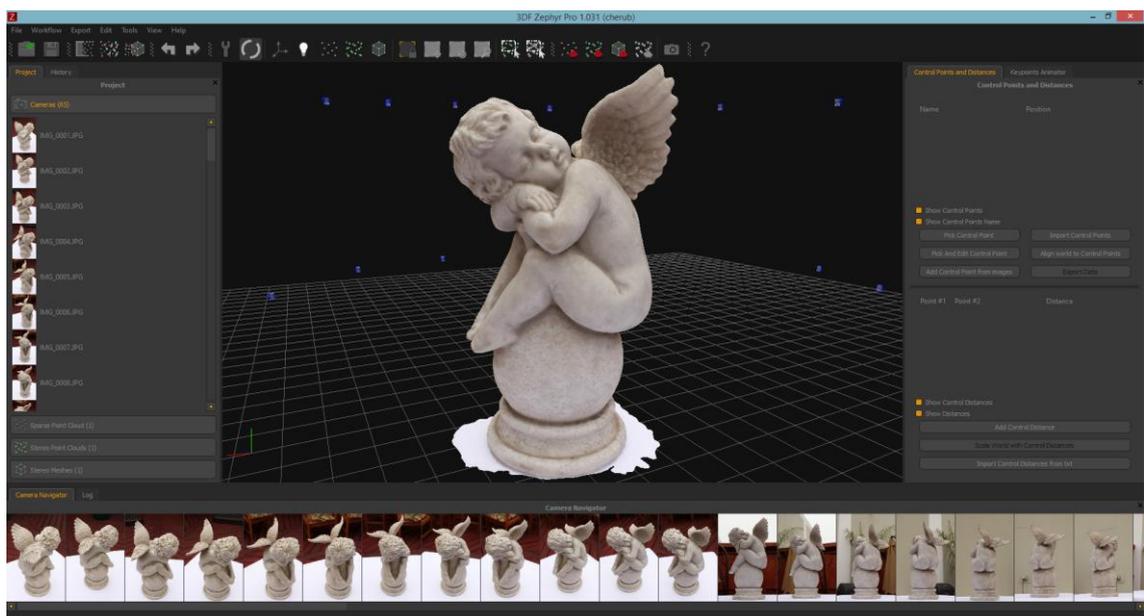


Рисунок 1.6.2 – Главное меню программы 3DF Zephyr

ToroGun – программа имеет ретопологии, предназначена для построения низко полигональной модели по поверхности. Позволяет создавать новую сетку путем добавления вершин, либо методом рисования при помощи специального инструмента.

1.6.3 Описание программы ZBrush

ZBrush – программа для 3D моделирования, созданная компанией Pixologic. Отличительной особенностью данного программного обеспечения является имитация процесса «лепки» трёхмерной скульптуры, усиленного движком трёхмерного рендеринга в реальном времени, что существенно упрощает процедуру создания требуемого трёхмерного объекта (Рисунок 1.6.3).

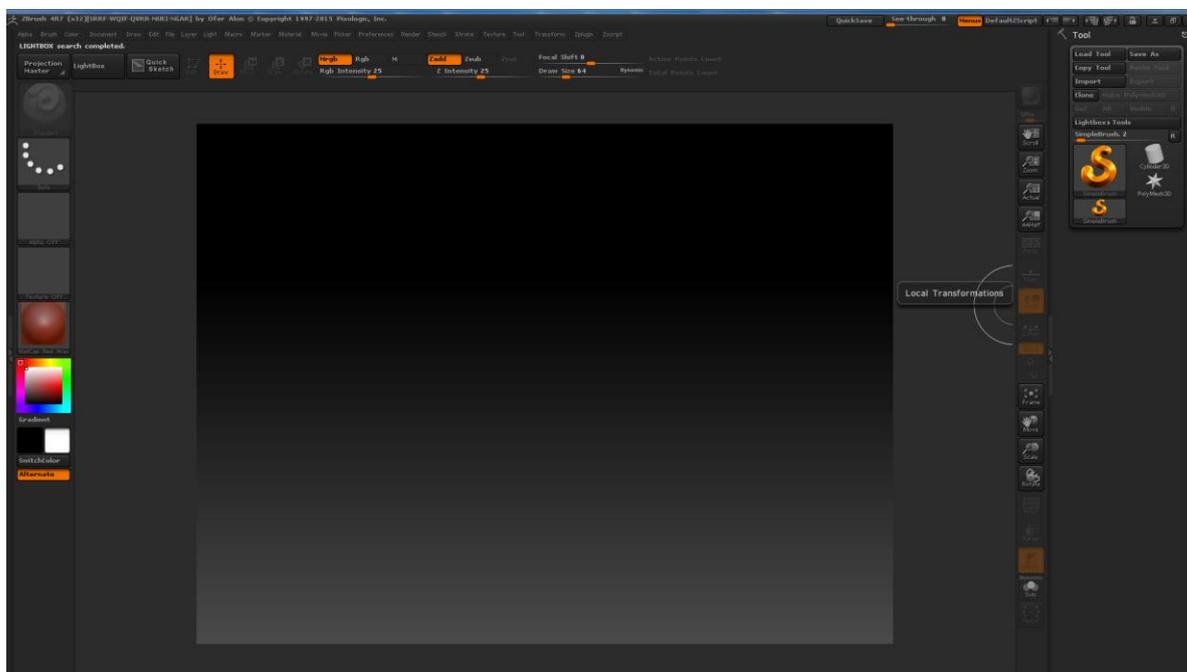


Рисунок 1.6.3 –Главное меню программы ZBrush

1.6.4 Описание программы TороGun

TороGun – программа для 3D моделирования предназначенная для создания трехмерной скульптуры при помощи специализированных кистей, а также для выпекания текстур. Имеет гибкую настройку ретопологии трехмерных моделей (Рисунок 1.6.4).

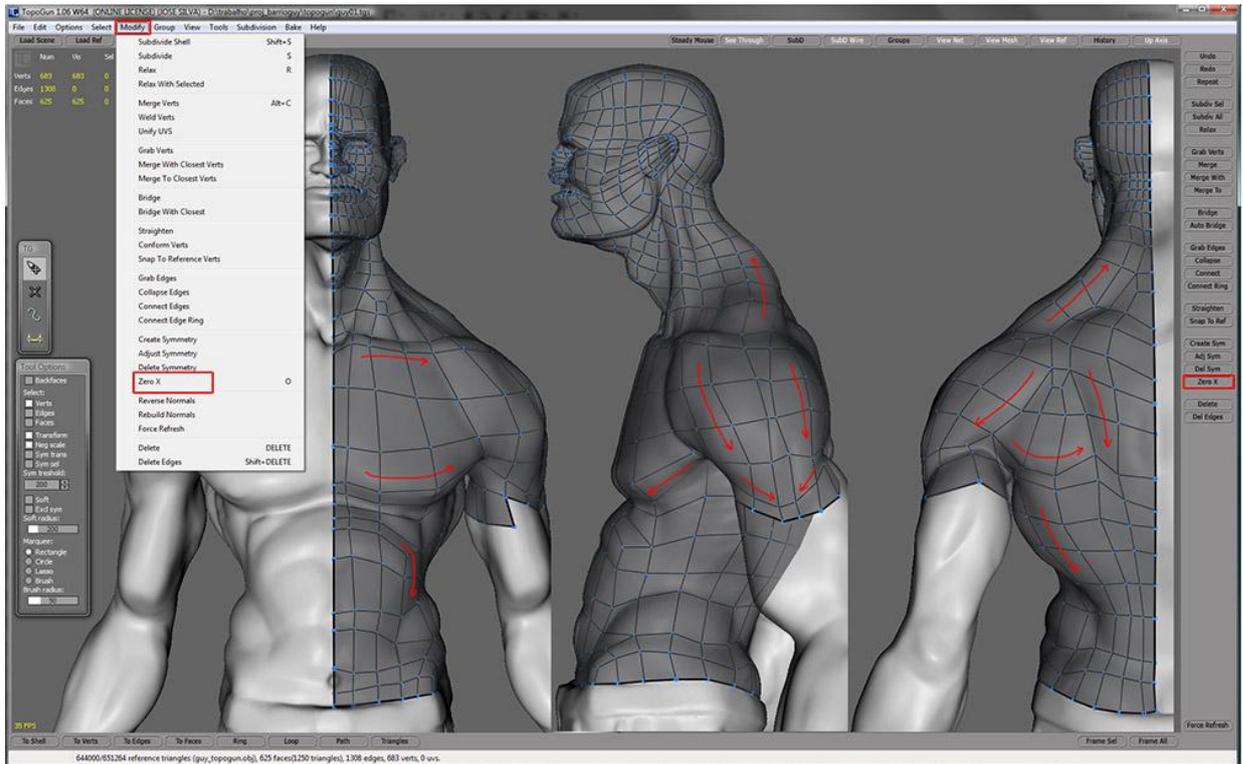


Рисунок 1.6.4 – Главное меню программы TороGun

1.6.5 Описание программы Luxology MODO

Luxology MODO – программное обеспечение, предназначенное для 3D моделирования, рисования и рендеринга в единой рабочей среде. Особенностью программы является мощный, но при этом интуитивно понятный инструментарий для конструирования сложных геометрических форм (Рисунок 1.6.5).

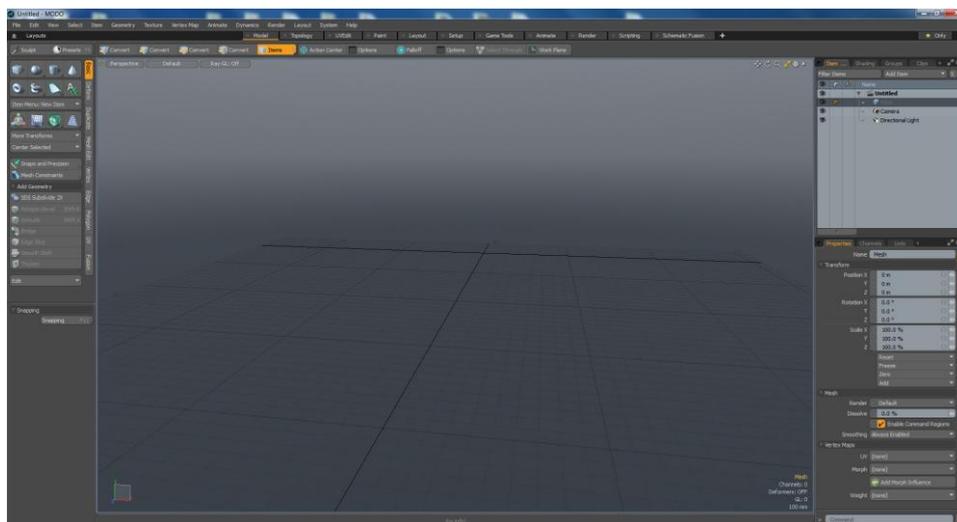


Рисунок 1.6.5 – Главное меню программы MODO

1.6.6 Описание программы Cinema 4D

Cinema 4D – программа для 3D моделирования является универсальным комплексным решением для создания и редактирования трехмерных эффектов и объектов. Имеет поддержку анимации и высококачественного рендеринга. Отличается более простым интерфейсом, чем у аналогов, и встроенной поддержкой русского языка, что делает её популярной среди русскоязычной аудитории (Рисунок 1.6.6).

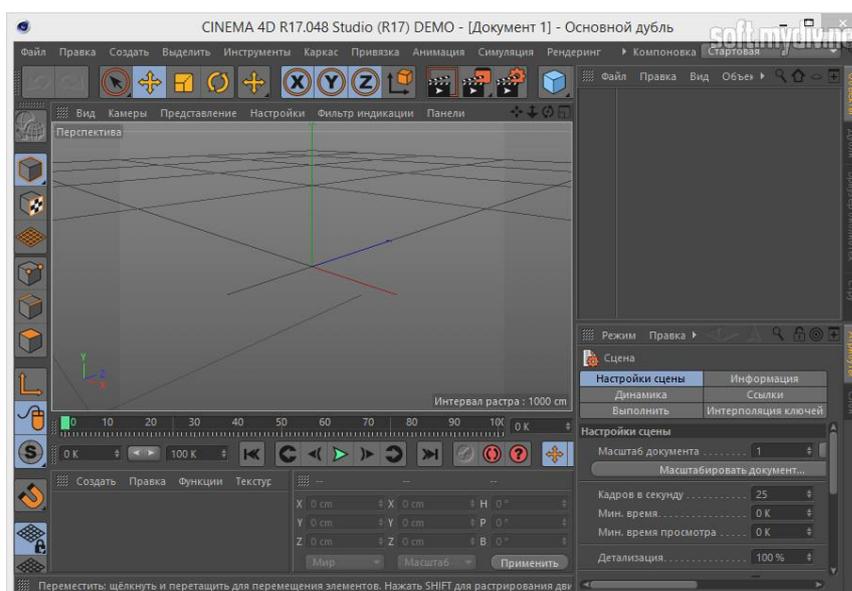


Рисунок 1.6.6 – Главное меню программы Cinema 4D

1.6.7 Описание программы Substance Designer

Substance Designer – программное обеспечение для быстрого и профессионального текстурирования. Программа содержит обширную библиотеку инструментов, материалов и процедурных эффектов, которые помогут достичь поставленных целей (Рисунок 1.6.7).

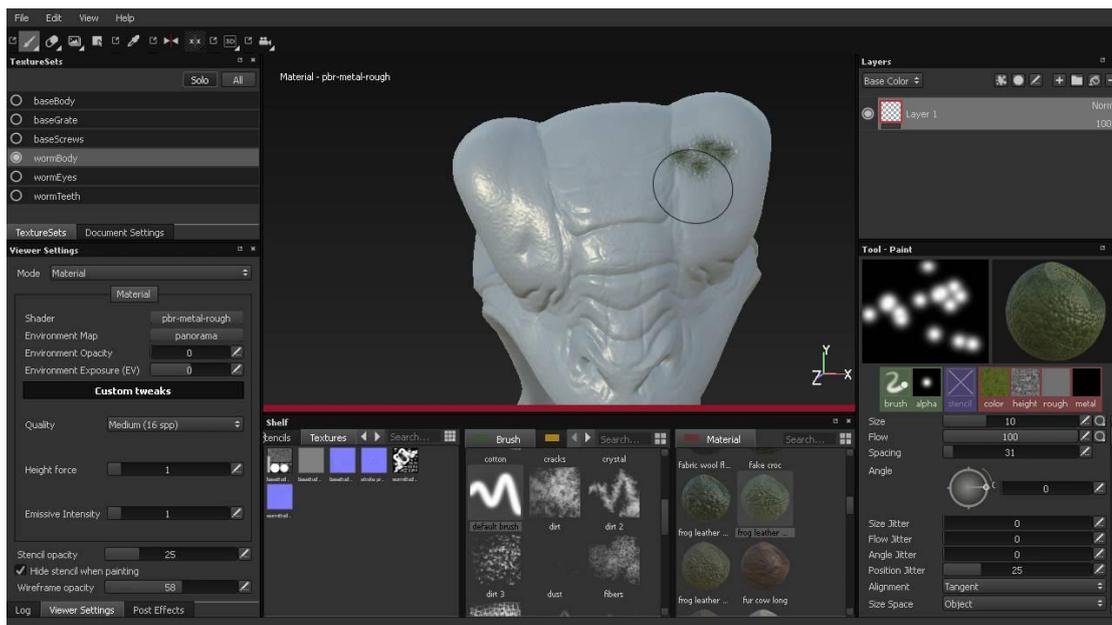


Рисунок 1.6.7 – Главное меню программы Substance Designer

1.6.8 Описание программы The Foundry MARI

The Foundry MARI – программное обеспечение для быстрого и профессионального текстурирования 3D моделей, которое может обрабатывать экстремальные проекты, и использоваться для работы с текстурами высокого разрешения. Программа имеет гибкий пользовательский интерфейс. Набор инструментов MARI, оставляет далеко позади многие автономные 2D системы, поскольку позволяет рисовать прямо на модели и просматривать результаты сразу (Рисунок 1.6.8).

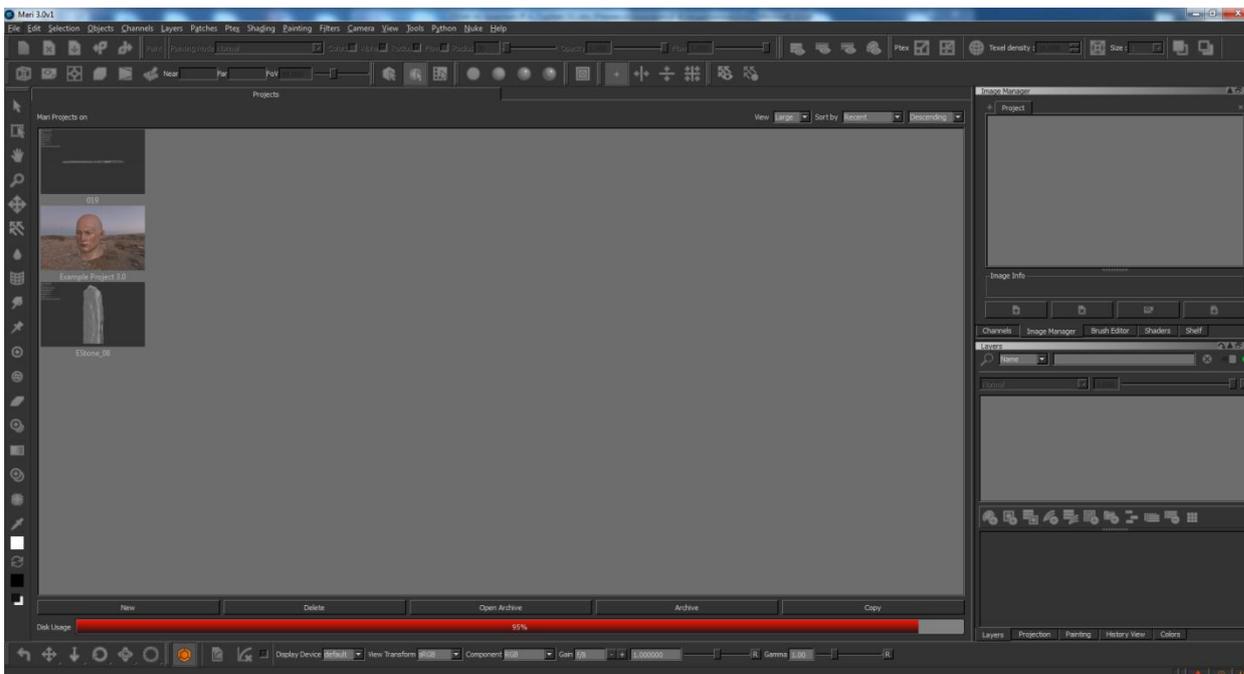


Рисунок 1.6.8 –Главное меню программы MARI

1.7 Методика моделирования, разработанная ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии»

Методика моделирования, разработанная ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии», предполагает использование таких программных обеспечений, как:

- Agisoft PhotoScan с целью создания первичной высокодетализированной трехмерной модели моделируемого объекта.
- Pixologic ZBrush с целью проведения ретопологии первичной трехмерной модели моделируемого объекта.
- Luxology MODO с целью обработки трехмерной модели моделируемого объекта.
- The Foundry MARI с целью текстурирования трехмерной модели моделируемого объекта.

1.8 Выводы по разделу «Анализ деятельности ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» и методики моделирования

В ходе 3D моделирования было выявлено, что методика моделирования, разработанная ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии», не является оптимизированной, поскольку использование программы Pixologic ZBrush только с целью ретопологии не является рациональным, так как данная функция в полном объеме уже присутствует в программе Luxology MODO. Поэтому, было принято решение убрать из методики такое программное обеспечение, как Pixologic ZBrush, в связи с чем список программ принял следующий вид:

— Agisoft PhotoScan с целью создания первичной высокодетализированной трехмерной модели моделируемого объекта.

— Luxology MODO с целью проведения ретопологии первичной трехмерной модели моделируемого объекта и последующей ее обработке.

— The Foundry MARI с целью текстурирования трехмерной модели моделируемого объекта.

2 Моделирование кургана «Барсучий Лог»

В первую очередь была проведена фотосъемка моделируемого объекта, поскольку курган имеет довольно большой размер 55х54 метров, а также большое число мелких деталей, в ходе фотосъемки было создано 1516 фотоснимков. При помощи программы Agisoft PhotoScan, выполняется фотограмметрическая обработка фотографий с последующей генерацией трехмерных пространственных данных, то есть после преобразования первичную высокодетализированную 3D модель. Поскольку первичная модель, на текущем этапе, имеет ряд ошибок, экспортируем полученный результат для дальнейшего редактирования в трехмерном редакторе Luxology MODO. В данном программном обеспечении выполняем

корректировку размеров и положения модели, проводим ретопологию модели с целью экономии вычислительных ресурсов аппаратного обеспечения, выполняем исправление геометрии модели, создаем текстурную развертку и запекаем текстуры. Далее проводим текстурирование модели в The Foundry MARI. После проделанных действий импортируем модели кургана «Барсучий Лог» в трехмерную среду Unreal Engine (Рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Общий вид кургана «Барсучий Лог» в среде Unreal Engine

3 Оценка экономической эффективности от внедрения 3D модели историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог» и оптимизации методики моделирования

3.1 Оценка затрат на разработку 3D модели историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог»

3.1.1 Оценка капитальных (единовременных) затрат на разработку

Капитальные (единовременные) затраты на ИС носят разовый характер. Свою стоимость они переносят на продукцию по частям за счет амортизационных отчислений. Капитальными их называют потому, что они не утрачиваются, а воспроизводятся.

Затраты данного вида рассчитываются по следующей формуле:

$$K = K_{\text{пр}} + K_{\text{тс}} + K_{\text{лс}} + K_{\text{по}} + K_{\text{ио}} + K_{\text{об}} + K_{\text{оэ}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{пр}}$ – затраты на проектирование ИС;

$K_{\text{тс}}$ – затраты на технические средства управления;

$K_{\text{лс}}$ – затраты на создание линий связи локальных сетей;

$K_{\text{по}}$ – затраты на программные средства;

$K_{\text{ио}}$ – затраты на формирование информационной базы;

$K_{\text{об}}$ – затраты на обучение персонала;

$K_{\text{оэ}}$ – затраты на опытную эксплуатацию;

Структура единовременных затрат – это не только их составляющие, но и удельный вес отдельных статей затрат. Наибольший удельный вес имеют затраты на технические и программные средства и проектирование.

Затраты на проектирование рассчитываются по следующей формуле:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{зп}} + K_{\text{ипс}} + K_{\text{свт}} + K_{\text{проч}}, \quad (2)$$

где $K_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату проектировщиков;

$K_{\text{ипс}}$ – затраты на инструментальные программные средства для проектирования;

$K_{\text{свт}}$ – затраты на средства вычислительной техники для проектирования;

$K_{\text{проч}}$ – прочие затраты на проектирование.

Затраты на заработную плату сотрудника, проектирующего данную систему, составляют 180 руб. в час, рабочий день – 8 часов, рабочая неделя – 5 дней. Время на проектирование системы заняло 4 недели.

$$K_{зп} = 180 \text{ руб/час} * 8 \text{ часов} * 5 \text{ дней} * 4 \text{ недели} = 28\,800 \text{ руб.}$$

Затраты на инструментальные программные средства:

— Agisoft PhotoScan – 196089 руб.

— Luxology MODO – 114829 руб.

— The Foundry Mari – 100818 руб.

— Unreal Engine – 0 руб.

$$K_{ипс} = 196\,089 + 114\,829 + 100\,818 + 0 = 411\,736 \text{ руб.}$$

Затраты на средства вычислительной техники для проектирования:

$$K_{свт} = (70\,000 * 0,2 * 30) / 365 = 1151 \text{ руб.}$$

Прочие затраты на проектирование:

$$K_{проч} = (28\,800 + 411\,736 + 1\,151) * 0,03 = 13\,251 \text{ руб.}$$

Затраты на технические средства управления не требуются, в виду отсутствия в проекте.

Затраты на создание линий связи локальных сетей не требуются, так как в проекте данные технологии отсутствуют.

Затраты на программные средства не требуются, в виду отсутствия в проекте.

Затраты на формирование информационной базы не требуются, так как в проекте данные технологии отсутствуют.

Затраты на обучение персонала не требуются, в виду отсутствия в проекте.

Затраты на опытную эксплуатацию не требуются, в виду отсутствия в проекте.

Итого сумма капитальных затрат составляет:

$$K = 22\ 880 + 411\ 736 + 1\ 151 + 13\ 251 = 449\ 018 \text{ руб.}$$

3.1.2 Итоги капитальных затрат

Таблица 3.1.1 – Итоги капитальных затрат

Капитальные (единовременные) затраты		
Статьи затрат	Состав затрат	Планируемая сумма
затраты на проектирование ИС	затраты на заработную плату проектировщиков;	22 880 руб.
	затраты на инструментальные программные средства для проектирования	411 736 руб.
	затраты на средства вычислительной техники для проектирования	1 151 руб.
	прочие затраты на проектирование	13 251 руб.
Итого		449 018 руб.

Соотношение статей Капитальных (единовременных) затрат (Рисунок 3.1.1).

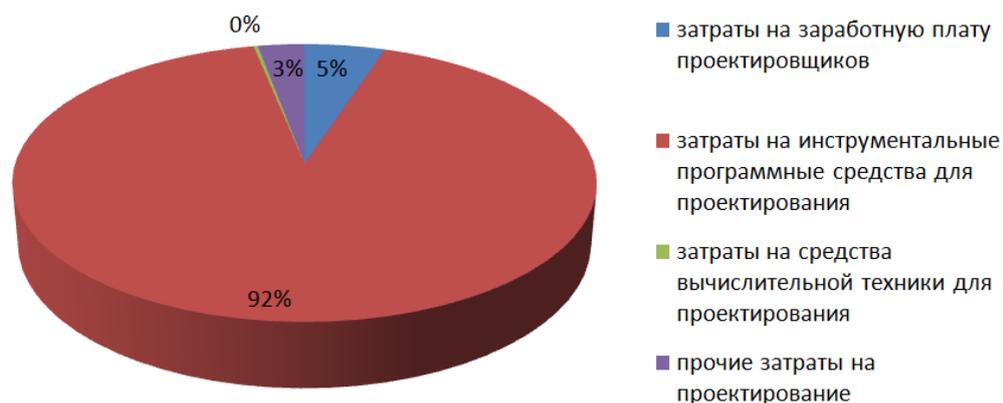


Рисунок 3.1.1 – Диаграмма соотношения капитальных затрат

3.1.3 Эксплуатационные затраты

Эксплуатационные затраты не рассчитываются, так как выполненная 3D модель историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог» будет использоваться в готовом виде в проекте «Сакрос».

3.2 Расчет совокупной стоимости владения информационной системы

Показатель совокупной стоимости владения ИС рассчитывается по формуле:

$$TCO = DE + IC, \tag{3}$$

где DE (direct expenses) – прямые расходы;

IC (indirect costs) – косвенные расходы.

При этом:

$$DE = DE_1 + DE_2 + DE_3 + DE_4 + DE_5 + DE_6 + DE_7 + DE_8, \quad (4)$$

где DE_1 - капитальные затраты;

DE_2 - расходы на управление ИТ;

DE_3 - расходы на техническую поддержку АО и ПО;

DE_4 - расходы на разработку прикладного ПО внутренними силами;

DE_5 - расходы на аутсорсинг;

DE_6 - командировочные расходы;

DE_7 - расходы на услуги связи;

DE_8 - другие группы расходов.

Капитальные затраты (DE_1), рассчитанные ранее, составляют 449 018 руб.

Расходы на управление ИТ (DE_2) не требуются, в виду отсутствия в проекте.

Расходы на техническую поддержку АО и ПО (DE_3) не требуются, в виду отсутствия в проекте.

Расходы на разработку прикладного ПО внутренними силами (DE_4) не требуются, в виду отсутствия в проекте.

Расходы на аутсорсинг (DE_5) не требуются, в виду отсутствия в проекте.

Командировочные расходы (DE_6) включают в себя затраты на бензин.

Таблица 3.2.1 – Данные для подсчета затрат на бензин

Стоимость 1 литра бензина	34,50 Руб.
Коэффициент расхода бензина	0,1
Расстояние Курагино - Абакан	100 Км
Абакан - Курган "Барсучий Лог"	50 Км
Количество поездок	3

Общие командировочные расходы:

$$34,50 * 0,1 * ((100 + 50) * 2) * 3 = 3\ 105 \text{ руб.}$$

Расходы на услуги связи исключаются, так как данная статья расходов не относится к проекту.

Другие группы расходов (DE_8) включают в себя затраты на фотографа и составляют 3 000 руб.

Таким образом, сумма прямых расходов составляет:

$$DE = 449\ 018 + 3\ 105 + 3\ 000 = 455\ 123 \text{ руб.}$$

Косвенные "Непрямые" затраты (IC).

Изменение рассчитанных капитальных затрат DE_1 не заложено в расчет, поскольку данный риск очень мал.

Итого, совокупная стоимость владения информационной системой составляет:

$$TCO = 455\ 123 + 0 = 455\ 123 \text{ руб.}$$

3.3 Оценка эффективности разработки 3D модели историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог» и оптимизации методики моделирования

Экономическая эффективность разработки 3D модели историко-культурного объекта Республики Хакасия кургана «Барсучий Лог» и оптимизации методики моделирования основана на сравнении совокупной стоимости владения информационной системой базовой модели и созданной.

Данные сравнения приведены в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 – Сравнение ТСО

Статьи ТСО		Базовый проект	Оптимизированный проект
затраты на заработную плату проектировщиков;		28 800 руб.	28 800 руб.
затраты на инструментальные программные средства для проектирования	Agisoft Photoscan	196 089 руб.	196 089 руб.
	ZBrush	44 553 руб.	0 руб.
	Luxology Modo	114 829 руб.	114 829 руб.
	The Foundry Mari	100 818 руб.	100 818 руб.
затраты на средства вычислительной техники для проектирования		1 151 руб.	1 151 руб.
прочие затраты на проектирование		13 125 руб.	13 125 руб.
Итого:		499 365 руб.	454 812 руб.

Очевидно что оптимизированная методика моделирования является более выгодной по сравнению с базовой методикой, экономический эффект составит 44 552,79 рублей. Важно отметить что качество 3D осталось неизменным и требуемым.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В разделе «Анализ деятельности ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» и методики моделирования» была описана деятельность ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии». Одной из работ ГАУ РХ «ЦИНТ Хакасии» является проект «Сакрос», являющийся основой постановки задач ВКР.

Изучена методика трехмерного моделирования, разработанная ГАУ РХ ЦИНТ Хакасии, в которой было нерациональное использование дорогостоящего программного продукта, в ходе работ была выполнена оптимизация данной методики, без потерь качества.

Разработана трехмерная модель кургана "Барсучий Лог". По окончании 3D моделирования было сделано 13 моделей менгиров, 1 модель ограды и 1 модель усыпальницы. Время, требуемое на создание 3D модели одного менгира, в среднем составляло от 2 до 2,5 часов в зависимости от качества распознанной первичной модели.

Оптимизированная методика моделирования является более выгодной по сравнению с базовой методикой, экономический эффект составит 44 552,79 рублей. Важно отметить что качество 3D осталось неизменным и требуемым.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 09.03.03 – Прикладная информатика : методические указания / П. В. Минеев. – Абакан : ХТИ – филиал СФУ, 2014. – 41 с.
- 2) Официальный сайт Республики Хакасии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: r-19.ru
- 3) Agisoft PhotoScan [Электронный ресурс]. – Режим доступа: agisoft.com
- 4) ZBrush [Электронный ресурс]. – Режим доступа: pixologic.com
- 5) MODO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: foundry.com/products/modo/
- 6) MARI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: foundry.com/products/mari
- 7) Unreal Engine 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: unrealengine.com
- 8) 3DF Zephyr [Электронный ресурс]. – Режим доступа: 3dflow.net/3df-zephyr-pro-3d-models-from-photos/
- 9) TopoGun [Электронный ресурс]. – Режим доступа: topogun.com
- 10) Cinema 4D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: maxon.net/ru/
- 11) Статья о Luxology MODO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: habrahabr.ru/post/76390/

Выпускная квалификационная работа выполнена мной самостоятельно.
Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в одном экземпляре.

Библиография _____ наименований.

Один экземпляр сдан на кафедру.

« _____ » _____ 2017 г.
(дата)

(подпись)

Горбик Рудольф Александрович
(ФИО)