

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

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

Кафедра прикладной информатики, математики и естественно-научных  
дисциплин

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Е. Н. Скуратенко  
подпись

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

09.03.03 Прикладная информатика

Создание виртуальной экспозиции из фондов Хакасского краеведческого музея  
с использованием технологии WebGL

Руководитель \_\_\_\_\_ доцент, канд. пед. наук И. В. Янченко  
подпись, дата

Выпускник \_\_\_\_\_ П. А. Кощев  
подпись, дата

Консультанты  
по разделам:

Экономический \_\_\_\_\_ Е. Н. Скуратенко  
подпись, дата

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ В. И. Кокова  
подпись, дата

Абакан 2020

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

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

Кафедра прикладной информатики, математики и естественно-научных  
дисциплин

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Е. Н. Скуратенко  
подпись

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме бакалаврской работы**

Студенту Кощееву Павлу Александровичу

Группа ХБ 16-03

Направление 09.03.03 Прикладная информатика

Тема выпускной квалификационной работы: Создание виртуальной экспозиции из фондов хакасского краеведческого музея с использованием технологии WebGL

Утверждена приказом по университету № 216 от 06.04.2020 г.

Руководитель ВКР: И. В. Янченко, доцент, канд. пед. наук, ХТИ – филиал СФУ

Исходные данные для ВКР: 3D-модели экспонатов Хакасского национального краеведческого музея им. Л.Р. Кызласова.

Перечень разделов ВКР:

1. Анализ предметной области Хакасского национального краеведческого музея им. Л.Р. Кызласова.

2. Описание процесса разработки сайта-галереи 3D-моделей экспонатов Хакасского национального краеведческого музея.

3. Оценка экономической эффективности разработки сайта-галереи для Хакасского национального краеведческого музея.

Перечень графического материала: нет

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_

подпись

И. В. Янченко

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

подпись

П. А. Кощеев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Создание виртуальной экспозиции из фондов Хакасского национального краеведческого музея с использованием технологии WebGL» содержит 55 страниц текстового документа, 6 таблиц, 23 рисунка, 11 использованных источников, 1 приложение.

ИТ-ПРОЕКТ, ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, 3D-МОДЕЛЬ, МУЗЕЙ, IDEF, САЙТ, ТЕХНОЛОГИЯ WEBGL ЗАТРАТЫ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ЭКОНОМИКА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

Объект выпускной квалификационной работы: процесс создания сайта.

Предмет выпускной квалификационной работы: разработка сайта для внедрения 3D-моделей.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка сайта-галереи просмотра 3D-моделей экспонатов Хакасского национального краеведческого музея с использованием технологии WebGL.

Выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии с индивидуальным заданием. В процессе выполнения решены задачи:

1. Проведен анализ деятельности организации-заказчика
2. Сформировано техническое задание на проект информационной системы.
3. Описана технология WebGL и обосновано ее применение.
4. Рассмотрен процесс разработки сайта-галереи на основе методологии IDEF и описан процесс взаимодействия пользователя с системой в методологии IDEF3;
5. Создана модель взаимодействия на основе методологии UML
6. Определена спиральная модель жизненного цикла разработки проекта;
7. Оценена экономическая эффективность проекта методом TCO.
8. Определены риски проекта.

## SUMMARY

The theme of the graduation thesis is "Creating a virtual exposition from the funds of the Khakass Museum of Local Lore using WebGL technology". It contains 55 pages, 6 charts, 23 drawings, 11 reference items, 1 application.

IT-PROJECT, INFORMATION SYSTEM, 3D-MODEL, MUSEUM, IDEF, WEBSITE, ECONOMY, COSTS, OPERATION, EFFICIENCY.

The object of the graduation thesis: the process of creating a site.

The subject of the graduation thesis: development of a site for the introduction of 3D-models.

The aim of this final qualification work is to develop a website gallery viewing 3D-models of exhibits of the Khakass National Museum of Local Lore using WebGL technology.

The graduation thesis is performed in accordance with an individual task. In the process, the tasks were completed:

1. The analysis of the customer organization;
2. The terms of reference for the design of the information system;
3. The WebGL technology is described and its application is justified;
4. The development process of the gallery site based on the IDEF methodology is considered and the process of user interaction with the system in the IDEF3 methodology is described;
5. An interaction model based on the UML methodology has been created;
6. The spiral model of the project development life cycle is defined;
7. The economic efficiency of the project was estimated using the TCO method;
8. The risks of the project are identified.

English language supervisor

\_\_\_\_\_  
Signature, date

N.V. Chezybaeva

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 Анализ предметной области .....	10
1.1 Характеристика деятельности Хакасского национального краеведческого музея им. Л. Р. Кызласова .....	10
1.2 Описание технологии WebGL .....	12
1.3 Представление проектируемой системы как модели IDEF0 .....	14
1.3.1 Общее описание структуры и функций системы .....	16
1.3.2 Развернутое описание разработки системы .....	17
1.4 Описание взаимодействия пользователя с системой .....	20
1.5 Диаграмма описания вариантов использования информационной системы .....	21
1.6 Выбор жизненного цикла информационной системы .....	22
Выводы по разделу «Анализ предметной области» .....	23
2 Описание процесса разработки сайта-галереи 3D-моделей экспонатов Хакасского краеведческого музея .....	24
2.1 Создание страниц сайта-галереи .....	24
2.2 Внедрение 3D-моделей на страницы сайта .....	34
2.3 Описание работы интерфейса и элементов навигации .....	37
Вывод по разделу «Описание процесса разработки прототипа сайта-галереи 3D-моделей экспонатов Хакасского краеведческого музея» .....	43
3 Оценка экономической эффективности проекта создания сайта-галереи 3D-моделей экспонатов Хакасского краеведческого музея.....	44
3.1 Методика оценки экономической эффективности разработки .....	44
3.2 Расчет показателей экономической эффективности при реализации системы тестирования .....	44
3.2.1 Капитальные затраты.....	44
3.2.2 Эксплуатационные затраты .....	48
3.2.3 Прямые затраты.....	50
3.3 Расчет экономической эффективности проекта .....	51
3.3.1 Анализ рынка продуктов аналогов .....	51

3.3.2 Расчет экономической эффективности проекта .....	52
3.4 Оценка рисков при реализации проекта .....	53
Вывод по разделу «Оценка экономической эффективности проекта создания сайта-галереи 3D-моделей экспонатов Хакасского краеведческого музея» ...	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	57

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие науки, культуры и производства, а так же различные этапы истории оставляют свой след в музеях. Главная суть музеев состоит в том, чтобы дать настоящим и будущим поколениям представление о том, какой раньше была жизнь предков на этой земле. Для этого создаются выставки и условия просмотра в музейном учреждении, но остается огромная потенциальная база зрителей за пределами города.

В 21 веке уже активно происходит цифровизация всех отраслей нашей жизни. Музеи тоже все больше признают необходимость в цифровой трансформации. Огромный толчок к этому дали карантинные меры в связи с коронавирусной инфекцией. Многим музеям пришлось на время закрыться и учиться воздействовать с посетителями в онлайн пространстве. Благо современный человек уже привык получать информацию посредством сети интернет. Сейчас музеи могут заложить огромную базу для своего дальнейшего роста посещаемости. Вопреки своей историчности, музеям необходимо развиваться вслед за временем. Ведь еще никогда в истории человечества музеи не были так открыты и доступны для огромного количества зрителей всего мира. Оцифрованные экспозиции музеев сейчас собирают рекорды по онлайн просмотрам. Это естественное развитие музейной отрасли.

Многие пожилые, маломобильные люди или просто далеко живущие, хотели бы окунуться в историю и искусство, но не у всех имеется такая возможность. Необходимо дать каждому человеку способность прикоснуться к истории, пусть даже и в онлайн формате.

Средство удаленного просмотра 3D-экспонатов Хакасского национального краеведческого музея позволит оценить экспонаты и информацию о них, не присутствуя при этом лично в музее. Виртуальный просмотр 3D-экспонатов способствует большему интересу людей к изучению исторического и культурного наследия.

Актуальность этой работы состоит в том, что на данный момент в



Хакасском национальном краеведческом музее им. Л. Р. Кызласова отсутствует виртуальный просмотр 3D-моделей экспонатов, который мог бы позволить дальше функционировать музею, во всяком случае, в рамках формата онлайн просмотра.

Объектом выпускной квалификационной работы является процесс проектирования и разработки сайта.

Предметом выпускной квалификационной работы является разработка сайта с использованием технологии WebGL для размещения 3D моделей.

Целью выпускной квалификационной работы является создание сайта-галереи для размещения 3D моделей экспонатов Хакасского национального краеведческого музея им. Л. Р. Кызласова на основе технологии WebGL.

Задачи выпускной квалификационной работы:

- провести анализ сайтов музеев с возможностью просмотра виртуальной экспозиции;
- выбрать и обосновать проектное решение;
- создать сайт-галерею для просмотра 3D моделей экспонатов музея;
- протестировать сайт;
- оценить экономическую эффективность проекта.

Сайт будет разработан на базах HTML и CSS с внедрением в них 3D-моделей экспонатов Хакасского национального краеведческого музея с помощью дополнительной библиотеки Three.js к технологии WebGL (Web-based Graphics Library), написанной на языке JavaScript, и позволяющей внедрять трехмерные модели на пространство сайта.

## **1 Анализ предметной области**

### **1.1 Характеристика деятельности Хакасского национального краеведческого музея им. Л. Р. Кызласова**

Музей – это учреждение, которое хранит предметы истории, искусства или культуры. С течением времени музеи все еще продолжают быть огромной частью культуры и формируют представление человека о мире и обществе. Музеи как хранилище информации о наших предках завоевывает с каждым годом все больше интереса в мире. В любой части света существует огромное множество музеев с различными направлениями для каждого человека. Музеи выполняют воспитательную функцию поднятия уровня патриотизма в обществе и укреплении исторического и культурного интереса.

С развитием компьютерных технологий и появлением интернета повышается спрос на средства просмотра 3D-экспонатов и виртуальные музеи. Во многих популярных мировых музеях уже давно существует практика приложений с дополненной информацией об интересующем экспонате. Например, приложение по просмотру виртуального Лувра всё больше набирает популярность. Люди могут своими глазами оценить знаменитый музей и побродить по экскурсии.

Инициатором создания виртуального просмотра 3D-экспонатов является Хакасский национальный краеведческий музей имени Л. Р. Кызласова – ведущий музей Республики Хакасия.

Заказчиком проекта является Государственное автономное учреждение Республики Хакасия "Центр информатизации и новых технологий Республики Хакасия".

На данный момент Хакасский национальный краеведческий музей имени Л. Р. Кызласова самый крупный и популярный музей Республики Хакасия. В музее собраны археологические коллекции, найденные в раскопках древних курганов, древние каменные плиты с петроглифами, разнообразные шедевры

живописи, а так же быт и религиозные обряды хакасского народа.

Хакасский национальный краеведческий музей им. Л.Р. Кызласова был основан 29 июля 1931 года. Он представляет собой самый большой и современный культурный центр, который содержит в себе главные исторические ценности для жителей региона и страны в целом. В нем существуют как этнографические коллекции хакасских народов, так и животный мир, и полезные ископаемые, характерные древним периодам Хакасии. Музей так же презентует для зрителей объекты и российской истории, такие как: Победа в Великой Отечественной войне, и слияние российской и хакасской культур. Для детских зрителей предусмотрены различные квесты по типу «Юного археолога», мастер классы, а также лекции и уроки истории. Помимо этого Хакасский национальный краеведческий музей участвует в проекте «Русский музей: виртуальный филиал». Жители Хакасии могут виртуально оценить экспонаты государственного русского музея Санкт-Петербурга.

Основные постоянные выставки музея [1]:

1. «Древнее искусство Хакасии» – зал каменных изваяний.
2. «Древняя история Хакасии» – знакомство с историей и археологией Хакасии с периода палеолита до тагарской культуры.
3. «Природные богатства Хакасии» – природные зоны, растительный и животный мир нашей республики.
4. «Недра Хакасии» – экспозиция полезных ископаемых.
5. «Дворянское гнездо» – коллекция предметов художественной мебели и произведений искусства XVII-XIX вв. петербургских антикваров И.Н. Карачаковой – Картиной и Г.И. Козаченко.
6. «Хакасия на рубеже эпох» – знакомство с историей Хакасии, начиная с I в. н.э. и до присоединения Хакасии к России. Этнографическая часть экспозиции представлена предметами быта и искусства традиционной хакасской культуры.
7. Детский музейный центр – площадка для занимательного досуга детей.

К 2019 году активно развивалась компьютеризация фондовых коллекций музея. Более 56,8% экспонатов музея было внесено в электронную базу, а так же появилась фотофиксация коллекций. В связи с этим активно рассматривается и виртуализация музея для удаленного просмотра.

У Хакасского национального краеведческого музея уже есть опыт работы с виртуальным проектом «Русский музей: виртуальный филиал». Этот проект позволял рассмотреть крупнейший Русский музей за пределами Санкт-Петербурга.

Таким же, но уже собственным проектом заинтересовался Хакасский национальный краеведческий музей. Для его реализации был выбран формат веб-сайта, на который осуществляется переход с сайта музея на сайт-галерею с 3D-моделями экспонатов музея. Для реализации такого проекта лучше всего подходит технология WebGL, а в частности ее библиотека Three.js, так как она предоставляет возможности внедрять 3D модели на страницы сайта.

## **1.2 Описание технологии WebGL**

WebGL – это технология, предназначенная для отрисовки двухмерной и трехмерной графики в браузерах. Работа веб-приложений с использованием WebGL базируется на коде языка JavaScript. Через HTML элемент «Canvas», можно получить WebGL контекст, который обеспечивает приложению двухмерную и трехмерную графику без использования плагинов для браузера.

В отличие от таких аналогов как Adobe Flash или Microsoft Silverlight технология WebGL внедрена в браузер вместе с обновлением, а не работает сторонним плагином для браузера какими являются Adobe Flash и Microsoft Silverlight. Благодаря WebGL браузеры могут так же воспользоваться аппаратным ускорением, что существенно ускоряется отрисовку графики.

Главной особенностью технологии WebGL является ее работа непосредственно в браузере, что делает доступным просмотр 3D-графики в сети интернет вне зависимости от используемой платформы на компьютере и

без установки специальных графических программ. Ее работу поддерживают последние версии всех ведущих браузеров, такие как:

- Google Chrome – WebGL поддерживается по умолчанию во всех версиях, начиная с 9;
- Mozilla Firefox – WebGL технология подключена начиная с версии 4.0;
- Opera – WebGL был реализован в версии Opera 12;
- Safari – изначально поддерживает технологию WebGL;
- Internet Explorer – поддержка WebGL добавлена в Internet Explorer 11;
- Браузер Яндекс – поддерживает технологию WebGL всеми версиями.

Старые версии некоторых браузеров могут не поддерживать данную технологию, из-за чего рекомендуется провести обновление своих программных средств до актуального уровня.

В процессе рисования графики необходимо описать массив чисел точек осей X, Y и Z. По этим осям координат так же выставляется камера.

Для работы была выбрана библиотека Three.js для WebGL. Она работает дополнением к WebGL технологии и позволяет загружать стороннюю модель на страницу сайта. Также ее особенностями являются новые настройки источников света, камер и анимации.

Примером работ Three.js является сайт «threejs.org» (рисунок 1) [5]. На нем есть множество примеров графических работ на основе этой технологии.



Рисунок 1 – Фрагмент сайта threejs.org

Отличным примером работы WebGL является «Google Maps Cube» (рисунок 2) [6]. Мини игра по перемещению шарика посредством переворачивания куба.

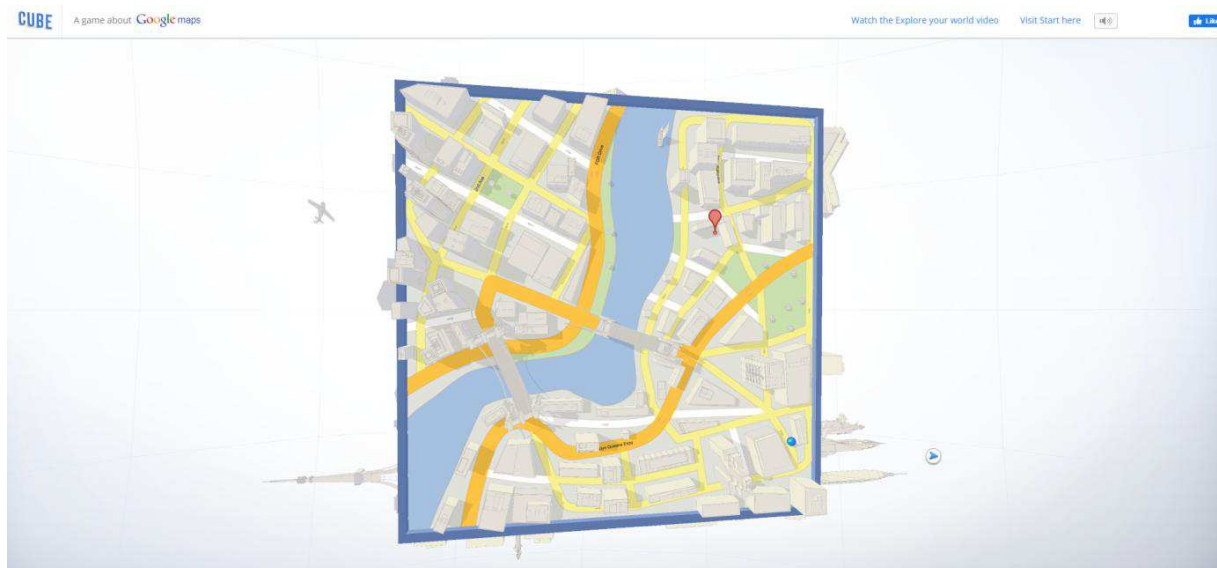


Рисунок 2 – Фрагмент игры Google Maps Cube

Оба сайта демонстрируют результаты применения технологии WebGL и ее библиотеки Three.js. В обоих случаях модели создавались вручную, но разница примеров в том, что в первом случае она может быть создана и внедрена извне.

### 1.3 Представление проектируемой системы как модели IDEF0

В широком смысле под информационной системой понимают совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств, а в узком смысле рассматривают как программно-аппаратную систему, предназначенную для автоматизации целенаправленной деятельности конечных пользователей, обеспечивающую, в соответствии с заложенной в нее логикой обработки, возможность получения, модификации и хранения информации. В любом

случае основной задачей информационных систем является удовлетворение конкретных информационных потребностей в рамках конкретной предметной области. В связи, с чем будем далее применять данный термин и к понятию сайта.

Проектирование информационной системы важная часть создания проекта, так как эта часть является начальной, и весь процесс разработки будет зависеть от того, как пройдет стадия проектирования, и будет ли вообще данный проект реализован. Проектирование информационной системы осуществляется с помощью различных методологий: IDEF, UML, DFD. У каждой из методологий свое назначение. IDEF диаграммы в основном используются для функционального моделирования сложных систем. UML предназначена для описания объектного моделирования в области разработки программного обеспечения, также для моделирования бизнес-процессов и отражения организационных структур. DFD методология необходима для моделирования потоков данных с их последующей оптимизацией. На стадии проектирования решаются важные вопросы планирования и проведения работ, такие как:

- сроки выполнения работы;
- необходимые ресурсы для разработки, включающие как людей, так и финансы;
- стадии разработки и их составляющие;
- определяется жизненный цикл для проекта;
- финансовая выгодность проекта;
- выясняются потоки данных в проекте или проводится их оптимизация;
- определяются возможности взаимодействия пользователя с системой;
- разрабатывается схема работы будущей системы.

### 1.3.1 Общее описание структуры и функций системы

Для описания разработки информационной системы построена диаграмма IDEF0 (рисунок 3).



Рисунок 3 – Диаграмма IDEF0

Входы диаграммы:

– Запрос заказчика – данные о требованиях к дизайну и содержанию сайта. Вход является самым важным, так как он влияет на составление технического задания, которое определяет, какой будет система в целом.

Управление диаграммы:

– Техническое задание – данный пункт определяет, как будет выглядеть, и разрабатываться данная система.

– Стиль Хакасского национального краеведческого музея – определяет дизайн интерфейса сайта, так как заказчиком проекта является Хакасский



национальный краеведческий музей, то стилистика должна быть соответствующей.

Механизмы диаграммы:

– Разработчик – программист, который будет разрабатывать эту программу в соответствии с техническим заданием.

– WebGL – технология, с использованием которой будет разработана данная система.

– Заказчик – учреждение, интересы, которого учитываются в процессе разработки.

Выход диаграммы:

– 3D-галерея – сайт-галерея 3D-моделей экспонатов музея, как конечный результат разработки, готовый к использованию и одобренный заказчиком.

### **1.3.2 Развернутое описание разработки системы**

Для описания процесса создания сайта была составлена диаграмма IDEF0 (рисунок 4).

Разработка начинается с блока A1 под названием «Выбор предварительного макета галереи». На данной стадии рассматривается и анализируется внешний вид программы, оговариваются неясные моменты с заказчиком, и согласовывается техническое задание. Формулируется структура проекта.

На входе данного блока пункт – «Техническое задание». Оно необходимо для дальнейшей разработки.

На выходе данного блока «Готовая структура проекта» после выбора макета галереи и составления технического задания у разработчика формируются готовая структура проекта, по которой можно приступить к разработке.

Пунктами механизмов являются «Разработчик» и «Заказчик», так как без

заказчика и разработчика не составить техническое задание и структуру проекта.

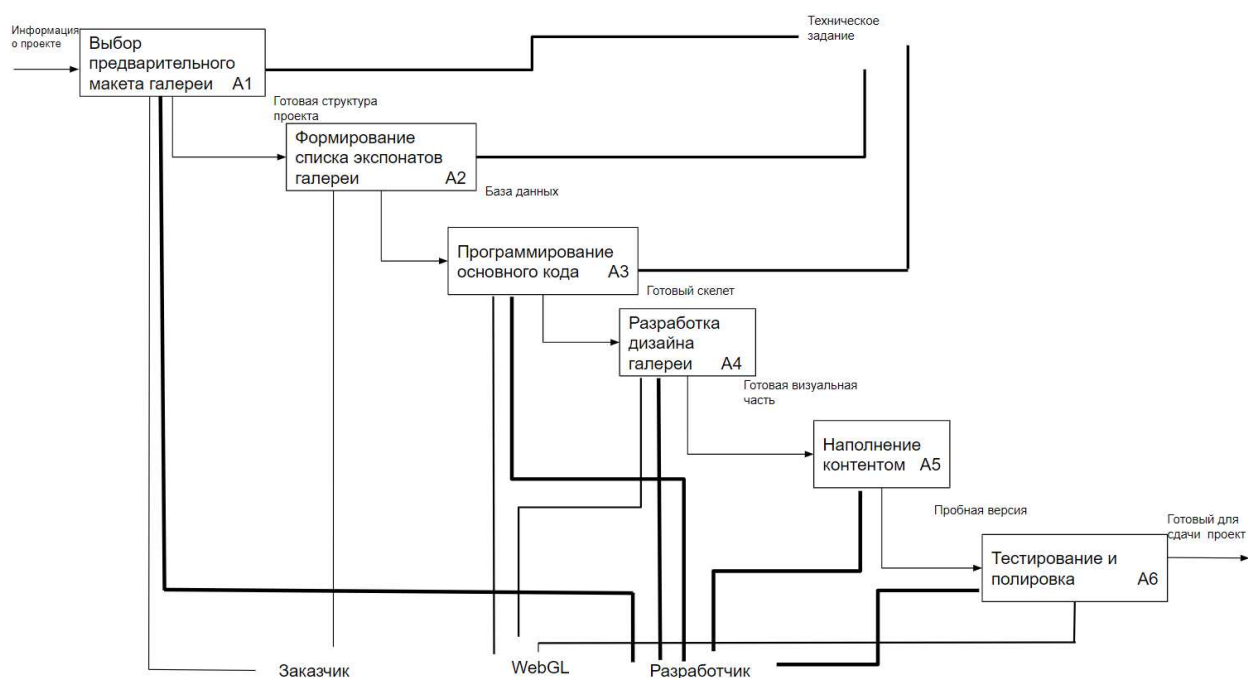


Рисунок 4 – Развернутая диаграмма IDEF0

Далее идет блок А2 под названием «Формирование списка экспонатов галереи», на данной стадии разработки проводится анализ всех экспонатов, картин и статуэток музея для составления дальнейшей базы данных.

Управление блока А2 – «Техническое задание», в соответствии с которым должно проводиться проектирование и далее разработка системы.

Механизмами данного блока являются пункты «Заказчик», так как от него зависит, что будет присутствовать в базе данных экспонатов.

На выходе блока пункт «База данных», так как после анализа экспонатов и предоставлением их заказчиком разработчику, формируется база данных, под которую будет подводиться сама программа.

Далее следует блок А3 «Программирование основного кода», в ходе которого будет создан основной код программы.

Пунктами механизмов данного блока являются «Разработчик» и

«WebGL», так как разработчик начинает полную разработку под данной технологией.

На выходе блока «Готовый скелет», в ходе работы данного блока его результатом будет скелет кода программы без дизайна и контента.

Следом блок А4 под названием «Разработка дизайна галереи», в ходе которого будет разработан дизайн программы.

Пунктами механизмов данного блока являются «Разработчик» и «WebGL» так как разработчик будет разрабатывать дизайн программы в этой технологии.

Выходом данного блока будет пункт «Готовая визуальная часть», в ходе выполнения этого блока его результатом станет готовая к наполнению контентом программа.

Далее блок А5 под названием «Наполнение контентом», в ходе выполнения которого разработчик подстраивает базу данных под ее дизайн. На входе данного блока «Готовая визуальная часть», которая была описана ранее.

Механизмом данного блока является «Разработчик», так как он занимается всей разработкой программы.

Выходы данного блока «Пробная версия», это пробная версия разработанной программы, которая будет протестирована и доработана далее.

Следующий блок А6 под названием «Тестирование и полировка», в ходе которого будут внесены финальные изменения программы.

Входом данного блока является «Пробная версия», тестирование которой и будет проводиться.

Механизмами данного блока будут «Разработчик» и «WebGL» так как разработчик будет корректировать и тестировать код программы в WebGL.

Выходом данного блока будет являться «Готовый для сдачи проект», так как в результате выполнения всех блоков будет полностью готовая для сдачи программа.

## 1.4 Описание взаимодействия пользователя с системой

Для описания взаимодействия пользователя с программой составлена диаграмма IDEF3 (рисунок 5).

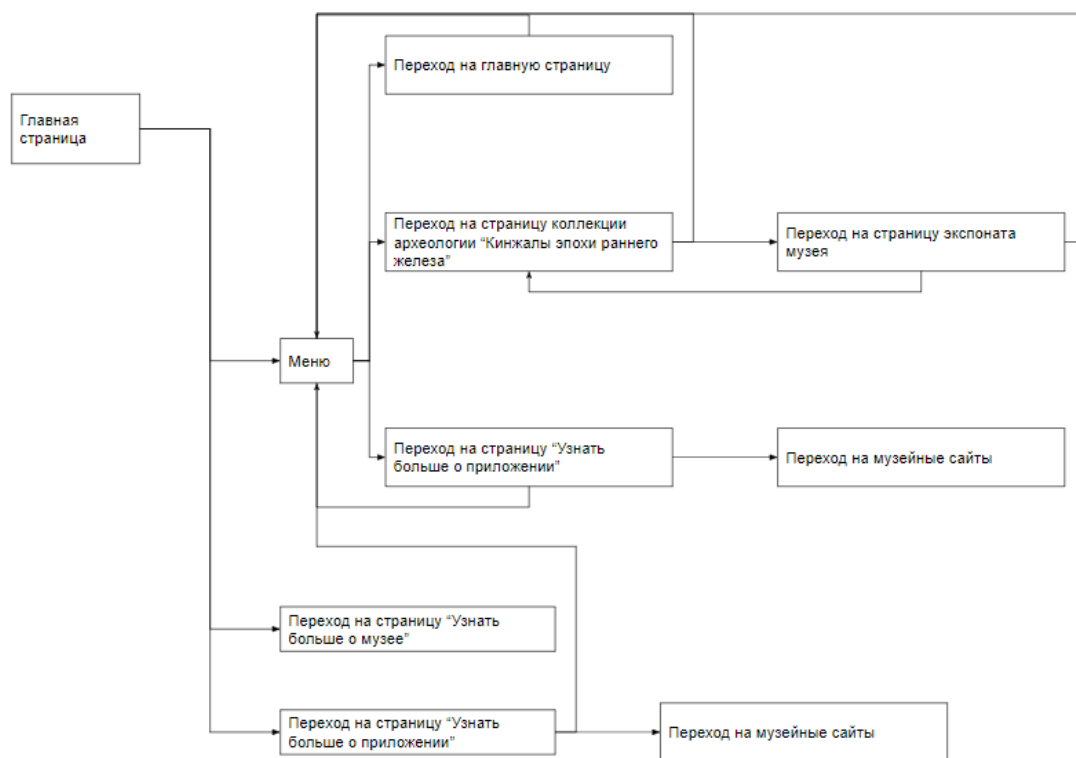


Рисунок 5 – Диаграмма IDEF3

Процесс взаимодействия с программой начинается с запуска главного меню. Далее необходимо либо выбрать дальнейший путь взаимодействия, а это открытие главного меню, либо нажатие одной из кнопок «Узнать больше о музее» или «Узнать больше о приложении». Кнопка «Узнать больше о музее» отвечает за переход на сайт Хакасского краеведческого музея. Кнопка «Узнать больше о приложении» открывает страницу с информацией о сайте приложении, которым пользуется пользователь. Пользователь всегда может вернуться на главную страницу с помощью одноименной кнопки в меню. Если пользователь нажал на меню, то перед ним откроется выбор из коллекций музея, которые он может посмотреть. В данный момент присутствует

коллекция археологии «Кинжалы эпохи раннего железа», в которой размещены 27 страниц экспонатов коллекции, в каждой из которых 3D модель выбранного экспоната с соответствующей ей описанием и информацией.

## 1.5 Диаграмма описания вариантов использования информационной системы

Для описания вариантов использования информационной системы была составлена диаграмма методологии UML «Диаграмма прецедентов» (рисунок б). Диаграмма предназначена для отражения отношений между актерами и вариантами использования. Представляет собой средство, помогающее заказчику, пользователю и разработчику обсудить поведение системы и ее функциональность.

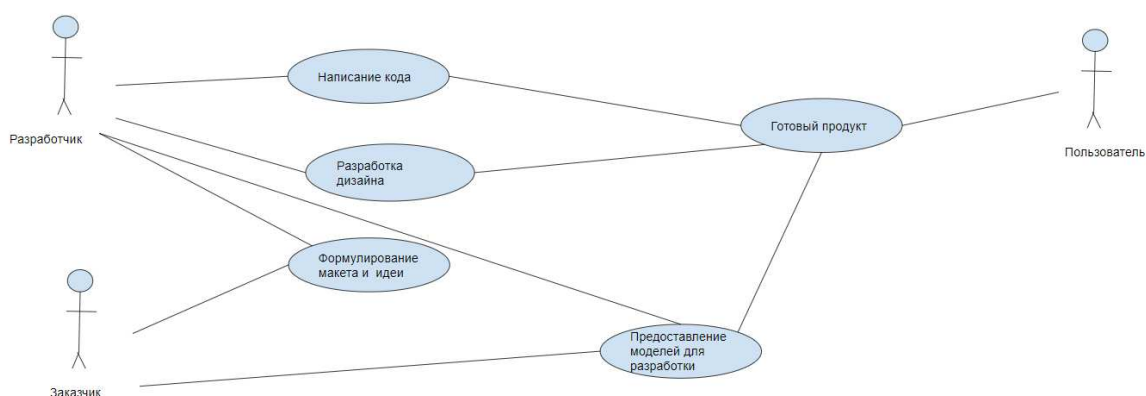


Рисунок б – Диаграмма вариантов использования

Разработчик составляет дизайн и разрабатывает систему на основе макета, идей и моделей заказчика для того, чтобы конечный пользователь мог пользоваться продуктом.

## 1.6 Выбор жизненного цикла информационной системы

Существует много моделей жизненного цикла информационной системы. Наибольшее распространение получили: каскадная, поэтапная и спиральная модели.

Спецификацией каскадной модели является ее последовательно проходящие и законченные друг за другом этапы (рисунок 7).

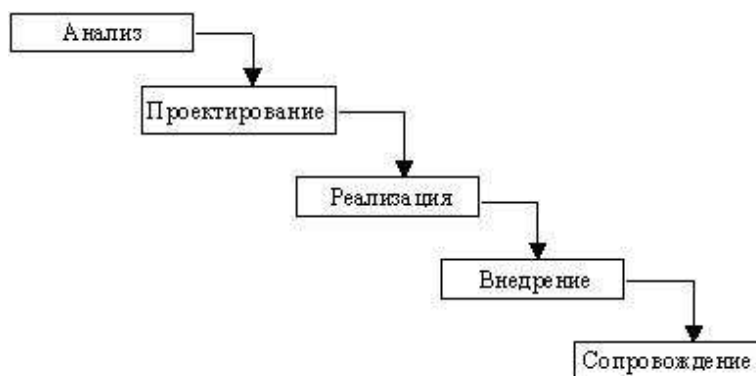


Рисунок 7 – Схема модели каскадного жизненного цикла

Поэтапная модель подразумевает контроль каждого из этапов разработки и возможные междуэтапные корректировки (рисунок 8). Время жизни каждого из этапов равно полному жизненному циклу. Корректировки между этапами позволяют уменьшить трудоемкость процесса разработки.

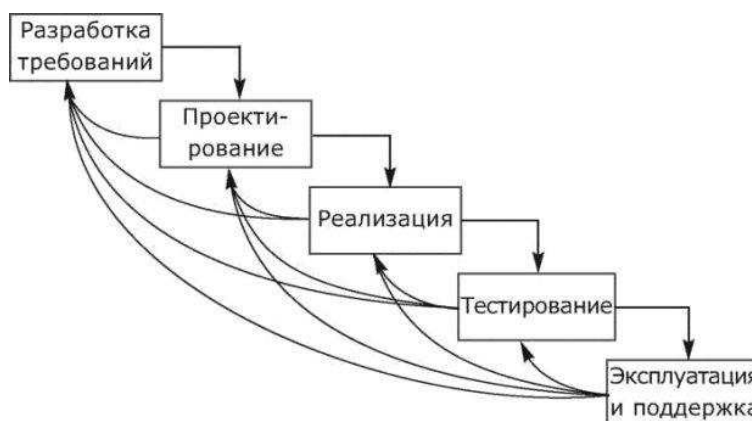


Рисунок 8 – Схема модели поэтапного жизненного цикла

Спиральная модель в начале жизненного цикла зависит от определения требований на разработку, анализа и выработки стратегии и проектировании системы (рисунок 9). При этом создаются версии системы, позволяющие сначала проверить технические решения перед дальнейшей их реализацией. Один виток спирали равен новой версии работы. На каждой из версий уточняются цели, а так же определяется работы следующего витка спирали. В конечном итоге выбирается последний наиболее обоснованный вариант готовый к реализации.

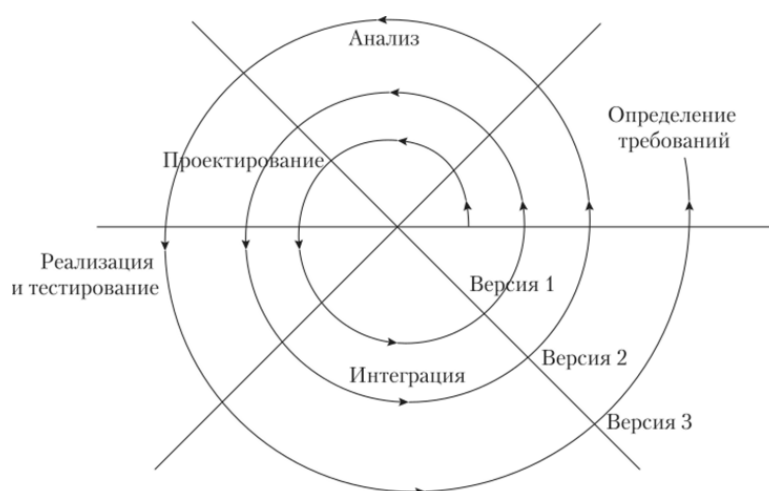


Рисунок 9 – Схема модели спирального жизненного цикла

Для данного проекта была выбрана спиральная модель жизненного цикла, так как эта модель хорошо подходит для проектов, в которых возможны возвращения на предыдущие стадии разработки, например, исправление ошибок, совершенных на стадии тестирования до тех пор, пока ошибок не будет. Также проект не отличается размерами и большим количеством разработчиков.

### **Выводы по разделу «Анализ предметной области»**

Выполнен анализ предметной области проекта «Создание сайта-галереи

3D-моделей экспонатов Хакасского национального краеведческого музея им. Л. Р. Кызласова с использованием технологии WebGL», в процессе которого:

- проведен анализ организации-заказчика, направлений его развития и проводимых выставок;
- описана технология WebGL и ее библиотека Three.js которая будет использована при разработке проекта и представлены примеры сайтов, использующих эти технологии;
- обосновано применение технологии WebGL и ее библиотеки Three.js в данном проекте;
- рассмотрен процесс проектирования сайта-галереи как части, в которой осуществляется поэтапное планирование предстоящей разработки и составлены диаграмма процессов на основе методологии IDEF;
- описан процесс взаимодействия пользователя с системой в методологии IDEF3;
- создана модель взаимодействия на основе методологии UML, предназначена для отражения отношений между актерами и вариантами использования проекта;
- определена спиральная модель жизненного цикла разработки проекта, как модель, в которой возможен возврат на предыдущие стадии разработки.

## **2 Описание процесса разработки сайта-галереи 3D-моделей экспонатов Хакасского краеведческого музея**

### **2.1 Создание страниц сайта-галереи**

Первым делом создается макет сайта и примерное расположение всех элементов (рисунок 10).



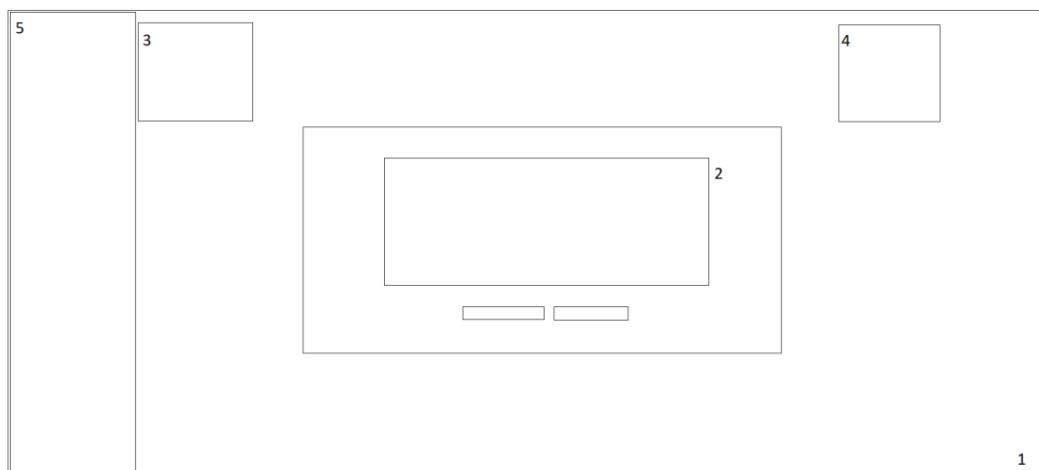


Рисунок 10 – Макет главной страницы сайта

Ниже расписана последовательность создания элементов на странице:

- фон;
- текст и кнопки;
- логотип музея;
- меню;
- ссылки на страницы сайта.

Создание страниц происходит посредством написания кода на HTML с помощью программы Sublime. Подключается язык стилизации CSS для удобного редактирования стиля страницы в отдельном файле.

HTML

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <meta charset="utf-8">
    <title>Main Page</title>
    <link href="style.css" rel="stylesheet">
  </head>

```

Следом создается контейнер «div» для последующих элементов.

## HTML

```
<div class="container ">  
</div>
```

Прописывается код фона в CSS. Создается отдельная папка для картинок и добавляется туда картинка музея, найденная в сети интернет. Прописывается путь к картинке в папке и размер.

## HTML

```
.container  
{  
  background-image: url('images/hjkmuseum-zdanie.jpg');  
  background-repeat: no-repeat;  
  background-size: cover;  
  height: 100vh;  
  padding-top: 36px;  
}
```

Следующим шагом добавляем на страницу текст и кнопку «Узнать больше о музее» для перехода на страницу сайта Хакасского национального краеведческого музея и кнопку «Узнать больше о приложении», которая будет отсылать на созданную позднее страницу.

## HTML

```
<div class="text">  
  <h1><small>Хакасский национальный краеведческий музей имени Л.Р.  
  Кызласова</small></br>  
  <strong></strong></h1>  
  <p>Средство просмотра 3D экспонатов галереи музея.</p>
```

```
<p>
  <a target="_blank" href="https://www.nhkm.ru/" class="button"
role="button">Узнать больше о музее</a>
  <a target="_blank" href=" About/index.html " class="button"
role="button">Узнать больше о приложении</a></p>
</div>
```

Следующим действием добавляется логотип Хакасского национального краеведческого музея. Картинка взята с просторов сети интернет и добавлена в ранее созданную папку для картинок.

## HTML

```
<div class="logo_museum">
  <a href="#" class="logo">
    
  </a>
</div>
```

## CSS

.logo

```
{
  background: none;
  border: 0px;
}
```

Также необходимо создать кнопку «Меню», которая отвечает за перемещение по страницам.

## HTML

```
<script src="js/menu.min.js"></script>
```

```
<nav class="menu menu-left">
  <ul class="list-unstyled">
    <li><a href="index.html">Главная страница</a></li>
    <li><a href="Daggers of the Early Iron Age/index.html">Коллекция
Археологии "Кинжалы эпохи раннего железа"</a></li>
    <li><a href="About/index.html">Узнать больше о приложении</a></li>
  </ul>
</nav>
```

В отдельном CSS файле расписывается стиль созданного меню

## CSS

```
.menu{
  position: fixed;
  width: 200px;
  height: 100%;
  top: 0;
  z-index: 9999;
  background: #333332;
  font-size: 0.9em;
  font-weight: bold;
  -webkit-box-shadow: inset -10px 0 6px -9px rgba(0, 0, 0, .7);
  -moz-box-shadow: inset -10px 0 6px -9px rgba(0, 0, 0, .7);
  box-shadow: inset -10px 0 6px -9px rgba(0, 0, 0, .7);
  overflow: auto;
  -webkit-overflow-scrolling: touch;
```

Следующим шагом создается страница «О приложении», переход на которую будет осуществляться одноименной кнопкой на главной странице. Как и в прошлый раз, создается макет приблизительный страницы (рисунок 11).



Рисунок 11 – Макет страницы «О приложении»

Ниже расписана последовательность создания элементов на странице:

- 1 – фон;
- 2 – логотип музея;
- 3 – меню;
- 4 – текст;
- 5 – ссылки на страницы Хакасского национального краеведческого музея.

Код фона, логотипа и меню копируется с прошлой страницы, так как он идентичен. Создается фрагмент текста.

## HTML

```
<div class="text-model">
```

```
  <h1><small>О приложении</small></br></h1>
```

```
<p>Данный сайт предназначен для просмотра 3D экспонатов музея и информации о них. Сайт работает как приложение к основному. Все права на экспонаты принадлежат - ГАУК РХ "Хакасский национальный краеведческий музей им. Л.Р. Кызласова".</p>
```

```
<a target="_blank" href="https://www.nhkm.ru/" class="btn btn-sm btn-danger"
role="button">Перейти на сайт "Хакасского национального краеведческого
музея им. Л.Р. Кызласова"</a>
</div>
```

## CSS

```
.text-model
{
    position: absolute;
    z-index: 9999;
    color: #FFFFFF;
    font-size: 25px;
    background: none;
    text-align: left;
    left: 300px;
    width: 500px;
}
```

Далее создается кнопка перехода на основной сайт Хакасского национального краеведческого музея. Код создаваемой кнопки «Перейти на сайт Хакасского национального краеведческого музея им. Л.Р. Кызласова» идентичен кнопке «Узнать больше о музее» на главной странице сайта. Создаются переходы на страницы музея в социальных сетях. Для красивого дизайна иконок переходов на социальные сети музея добавляется набор значков «font-awesome» с просторов сети интернет.

## HTML

```
<a target="_blank" href="https://www.nhkm.ru/" class="button"
role="button">Перейти на сайт "Хакасского национального краеведческого
музея им. Л.Р. Кызласова"</a>
```

```
</div>
```

```
<div class="textline">
```

```
<a href="https://twitter.com/hnkm_kyzlasov">
```

```
<i class="fa fa-twitter" aria-hidden="true"></i></a>
```

```
<a href="https://www.facebook.com/hnkmuseum">
```

```
<i class="fa fa-facebook" aria-hidden="true"></i></a>
```

```
<a href="https://vk.com/hnkmuseum">
```

```
<i class="fa fa-vk" aria-hidden="true"></i></a>
```

```
<a href="https://www.instagram.com/hnkm.museum/">
```

```
<i class="fa fa-instagram" aria-hidden="true"></i></a>
```

```
<a href="https://ok.ru/group/56846219804716">
```

```
<i class="fa fa-odnoklassniki" aria-hidden="true"></i></a>
```

```
</div>
```

Следующим шагом делаем страницу для коллекции археологии "Кинжалы эпохи раннего железа" 3D-экспонатов Хакасского национального краеведческого музея. Создается макет страницы (рисунок 12).

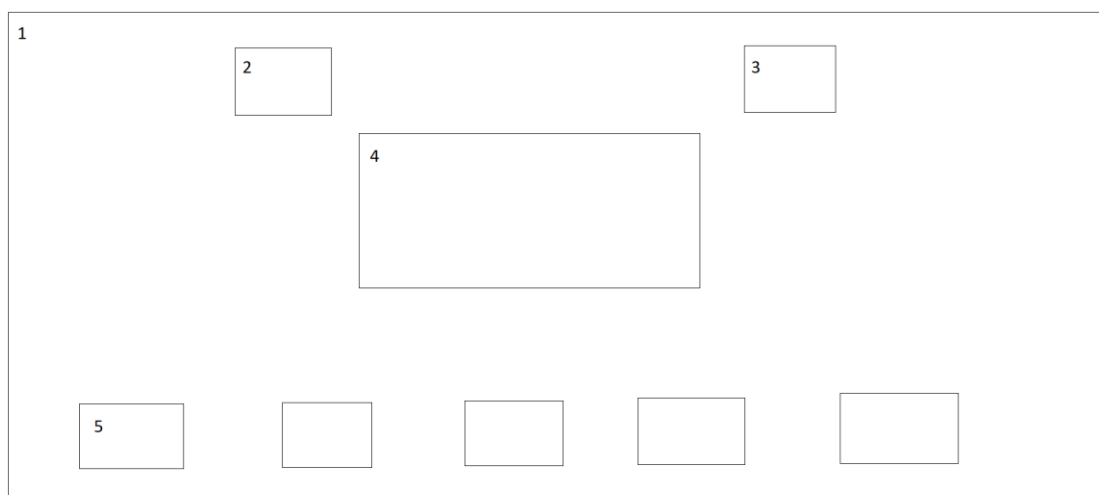


Рисунок 12 – Макет страницы коллекции археологии "Кинжалы эпохи раннего железа"

Ниже расписана последовательность создания элементов на странице:

- 1 – фон;
- 2 – логотип музея;
- 3 – меню;
- 4 – название и описание коллекции;
- 5 – переход на страницы выбранных экспонатов этой коллекции.

Фон, логотип и меню идентичны описанным ранее. Пишется текст описания коллекции.

HTML

```
<div class="text"
  <h1><small>Коллекция Археологии "Кинжалы эпохи раннего
железа"</small></br></h1>
  <p>Хакасский национальный краеведческий музей им. Л.Р. Кызласова
представляет археологическую коллекцию "Кинжалы эпохи раннего железа". В
ней показаны кинжалы разных лет периода древней Сибири (VII-I вв. до
н.э.).</p>
</div>
```

Далее создается 27 идентичных страниц и переходы на них с картинками. Картинки вносятся в папку «images». Каждая для своего экспоната.

HTML

```
<h2>Бронзовые полноразмерные кинжалы</h2>
<div class="model-1">
  <a href="pages/knife_1/index.html"></a>
```



```
<a href="pages/knife_2/index.html"></a>
```

```
<h3>Биметаллические кинжалы</h3>
```

```
<div class="model-4">
```

```
<a href="pages/knife_26/index.html"></a>
```

```
<a href="pages/knife_27/index.html"></a>
```

```
</div>
```

Создается макет одной из 27 идентичных страниц (рисунок 13).

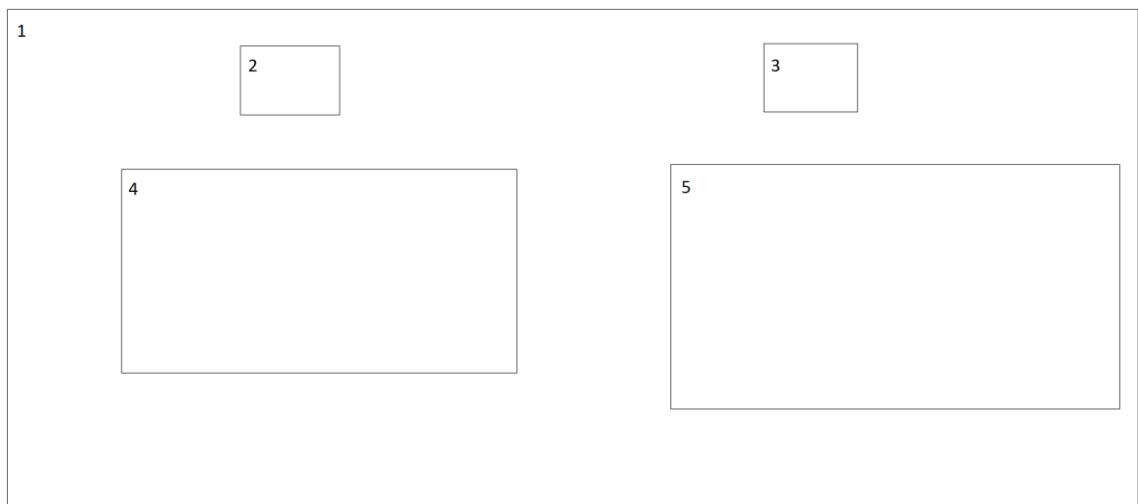


Рисунок 13 – Макет страницы для 3D-экспоната

Ниже расписана последовательность создания элементов на странице:

- 1 – фон;
- 2 – логотип музея;
- 3 – меню;
- 4 – 3D-модель;

– 5 – описание экспоната.

Оставляется пустое место под внедрение 3D-модели, так как оно будет осуществлено позднее. Пишется текст описания экспоната.

## 2.2 Внедрение 3D-моделей на страницы сайта

WebGL интеграция моделей первым делом начинается с описания переменных на языке JavaScript, которые настраиваются для изображения модели и связи с HTML страницей сайта.

JavaScript

```
var scene,  
    renderer,  
    camera,  
    light,  
    myCanvas = document.getElementById('myCanvas');
```

HTML

```
<div class='canvas-container'>  
<canvas id="myCanvas"></canvas></div>
```

Далее создается сцена, так как на нее добавляются наши объекты.

JavaScript

```
scene = new THREE.Scene();
```

Следующим важным шагом создается камера. В Three.js существует 4 вида камеры: Perspective Camera, Stereo Camera, Orthographic Camera и Cube Camera.

Для работы выбирается перспективная камера, которая поможет лучше воспринимать модель, со стороны зрителя.

JavaScript

```
camera = new THREE.PerspectiveCamera(35, window.innerWidth / window.innerHeight, 0.1, 1000 );
```

Первый аргумент – это угол зрения, в коде он обозначен как – 35.

Второй и третий отвечают за минимальное и максимальное расстояние от камеры.

Загрузка модели происходит скриптом ниже. В папку загружается файл модели командой loader.load. Элемент Mesh обозначает загруженную модель. Далее добавляется к ней материал, а также настраивается ее позиция относительно осей Y и Z.

JavaScript

```
var loader = new THREE.GLTFLoader();
loader.load('scene.gltf', handle_load);
var mesh;
function handle_load(gltf) {
    console.log(gltf);
    mesh = gltf.scene;
    console.log(mesh.children[0]);
    mesh.children[0].material = new THREE.MeshLambertMaterial();
    scene.add( mesh );
    mesh.position.y = -1.4
    mesh.position.z = -0.5;
}
```

Далее создается эффект освещения для лучшего отображения модели в пространстве. Для освещения используется класс – AmbientLight, который

представляет собой источник рассеянного кругового освещения и отдельный точечный свет – PointLight. В скобках присваивается белый цвет и уровень интенсивности.

#### JavaScript

```
light = new THREE.AmbientLight(0xffffff, 0.5);  
scene.add(light);  
light2 = new THREE.PointLight(0xffffff, 0.5);  
scene.add(light2);
```

Для отображения сцены и объектов на ней используется отдельный класс – Renderer. Создается холст «Canvas», включается сглаживание объектов, clearColor – отвечает за цвет. В данном случае был выбран светло-голубой. setSize позволяет изменить его размеры, и остается по умолчанию 300x150 пикселей.

#### JavaScript

```
renderer = new THREE.WebGLRenderer  
(  
  canvas: myCanvas,  
  antialias: true  
});  
renderer.setClearColor(0x000000);  
renderer.setPixelRatio(window.devicePixelRatio);  
renderer.setSize(window.innerWidth, window.innerHeight);
```

Функция «render» будет визуализировать анимацию объекта на страницу. Анимация осуществляется командой «requestAnimationFrame». Она постоянно сообщает все изменения функции «render», которая их отрисовывает. А команда «mesh.rotation.y» отвечает за скорость вращения модели.

## JavaScript

```
render();  
var delta = 0;  
var prevTime = Date.now();  
function render() {  
    delta += 0.1;  
    mesh.rotation.y += 0.01;  
    renderer.render(scene, camera);  
    requestAnimationFrame(render);  
}
```

### 2.3 Описание работы интерфейса и элементов навигации

На данном этапе разработки уже создан рабочий прототип, страницы которого можно запустить с ярлыка index.html с папки сайта для локального использования (рисунок 14).

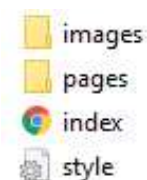


Рисунок 14 – Структура папок главной страницы сайта

Для размещения сайта в сети интернет был использован сервис Netlify из-за бесплатного и неограниченного размещения под случайным доменным именем. Для того чтобы запустить проект нужно перейти по ссылке «<https://sleepy-lichterman-91706b.netlify.app>». Главная страница с выбором дальнейших действий пользователя представлена на рисунке 15.

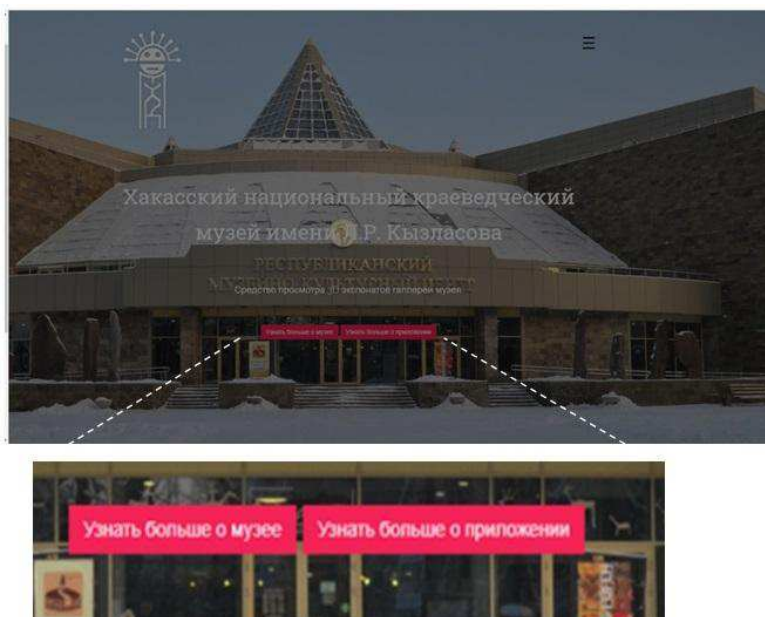


Рисунок 15 – Главная страница проекта

Кнопка «Узнать больше о музее» направляет пользователя на главную страницу сайта Хакасского национального краеведческого музея имени Л.Р. Кызласова (рисунок 16).

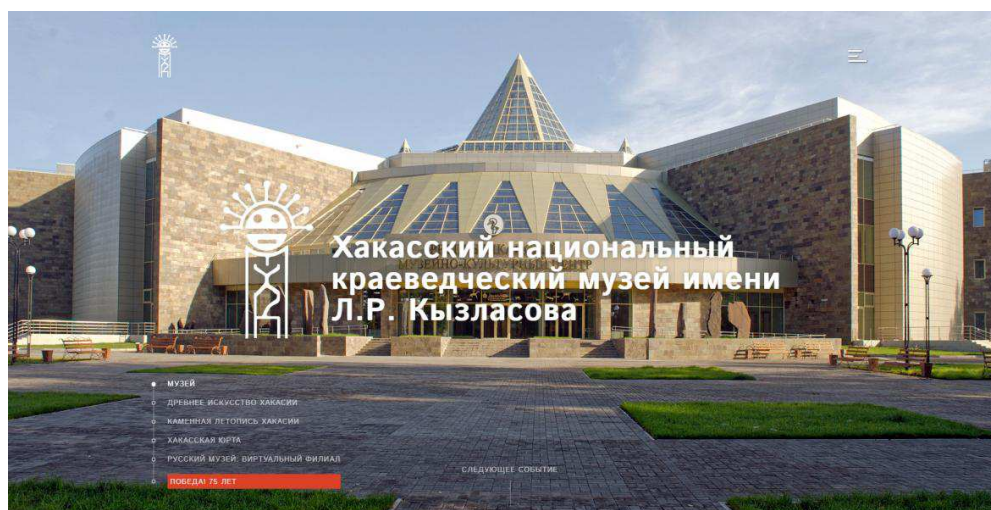


Рисунок 16 – Главная страница сайта «Хакасского национального краеведческого музея имени Л.Р. Кызласова»

Кнопка «Узнать больше о приложении» с главного меню сайта-галереи направляет пользователя на информацию об этом сайте-приложении (рисунок 17).

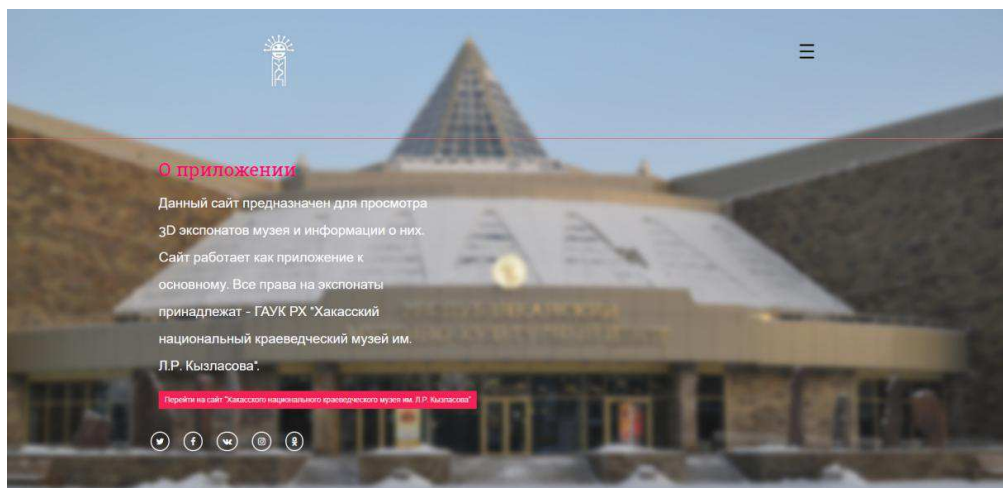


Рисунок 17 – Страница «Узнать больше о приложении»

В левом углу экрана можно открыть навигационное меню и выбрать нужную вкладку интересующей страницы или коллекции (рисунок 18).

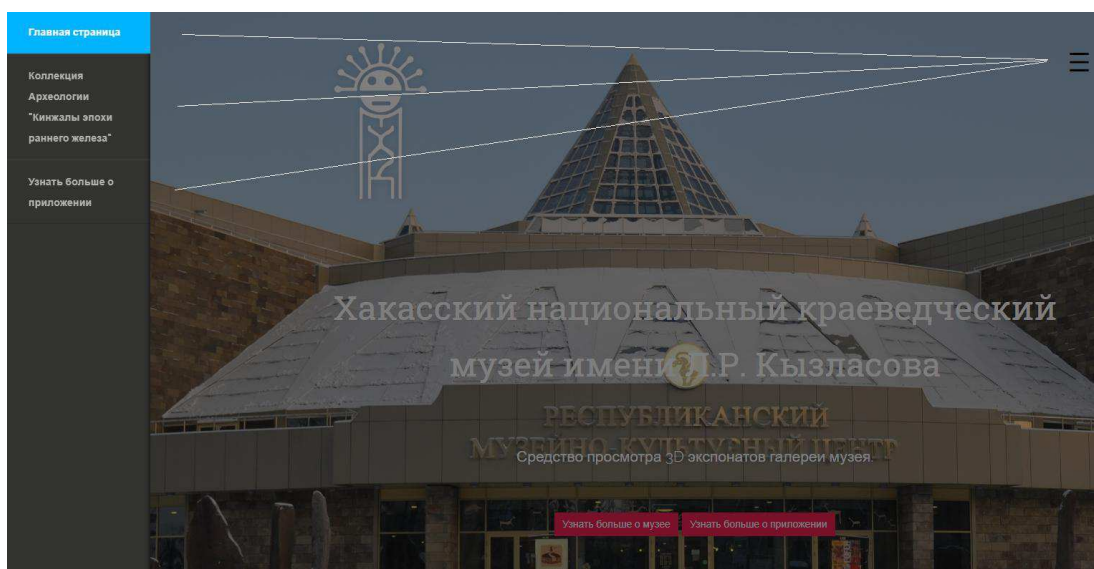


Рисунок 18 – Кнопка меню



При нажатии на выбранную коллекцию откроется страница с экспонатами коллекции и кратким ее описанием (рисунок 19).



Рисунок 19 – Экспонаты коллекции

При выборе первого экспоната откроется его страница с 3D моделью и ее описанием (рисунок 20).

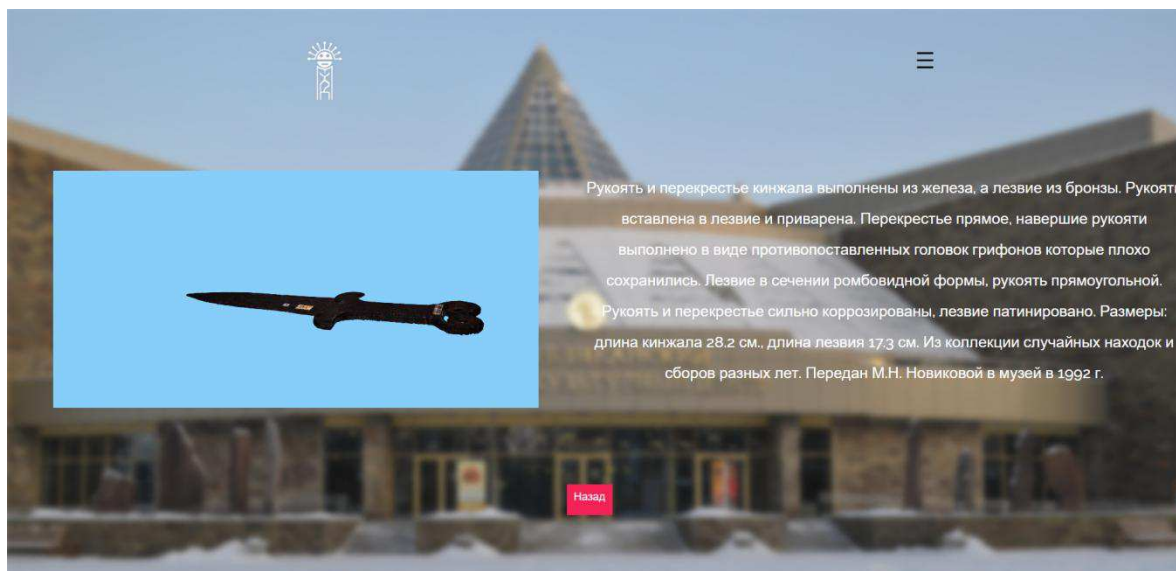


Рисунок 20 – Страница встроенной 3D-модели технологией Three.js



Хакасский национальный краеведческий музей предоставил на онлайн-платформе для скачивания лишь одну модель, так как все права на экспонаты принадлежат ГАУК РХ "Хакасский национальный краеведческий музей им. Л.Р. Кызласова" было позволено добавить их на сайт путем онлайн-платформы «Sketchfab», на которой хранятся данные модели для пользователей только в режиме зрителя (рисунок 21).

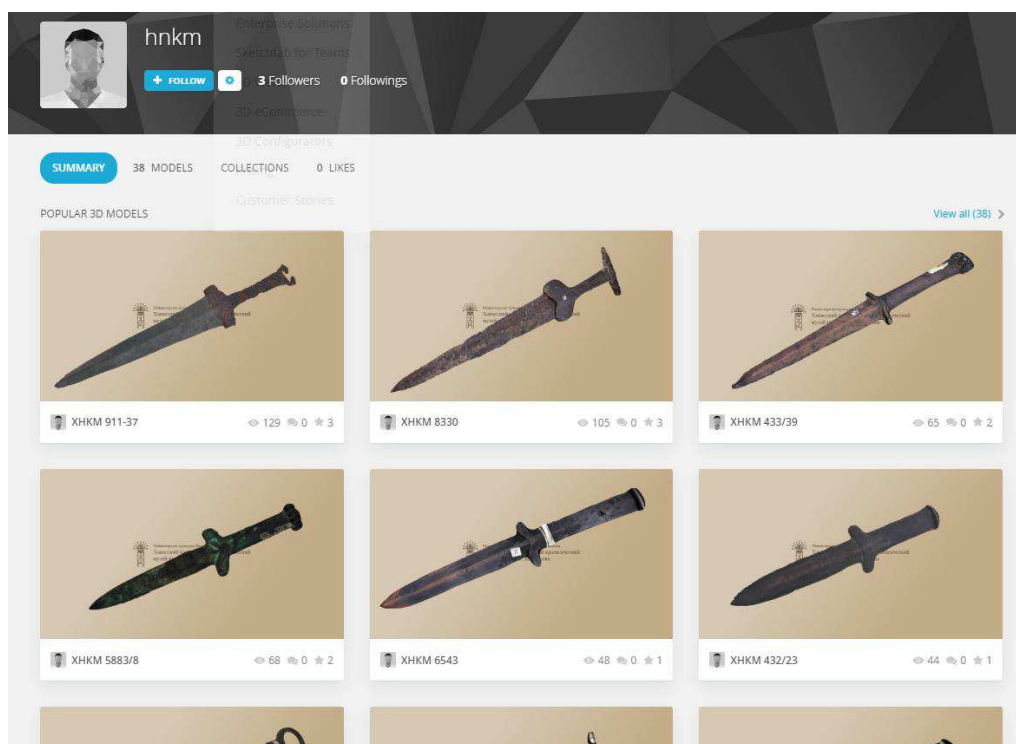


Рисунок 21 – Страница моделей экспонатов музея на платформе «Sketchfab»

На страницу сайта остальные модели были добавлены путем команды «iframe», которая позволяет загрузить часть содержимого с других источников, в данном случае с платформы онлайн просмотра 3D-моделей – «Sketchfab». Первым делом выставляется размер окна, следом ссылка на страницу сайта, где находится выбранный объект, а также включается его автопроигрывание.

HTML

```
<div class="view_model">
```

```

<iframe title="A 3D model" width="640" height="480"
src="https://sketchfab.com/models/3fd3534748a14d408c9e2531935bc122/embed?aut
ospin=0.2&autostart=1&preload=1&ui_controls=1&ui_infos=1&
amp;ui_inspector=1&ui_stop=1&ui_watermark=1&ui_watermark_lin
k=1" frameborder="0" allow="autoplay; fullscreen; vr" mozallowfullscreen="true"
webkitallowfullscreen="true"></iframe></div>

```

После чего посредством CSS размещается на странице сайта, со всем доступным функционалом с сайта «Sketchfab». (Рисунок 22).

## CSS

```

.view_model
{
float:left;
padding-left: 100px;
}

```

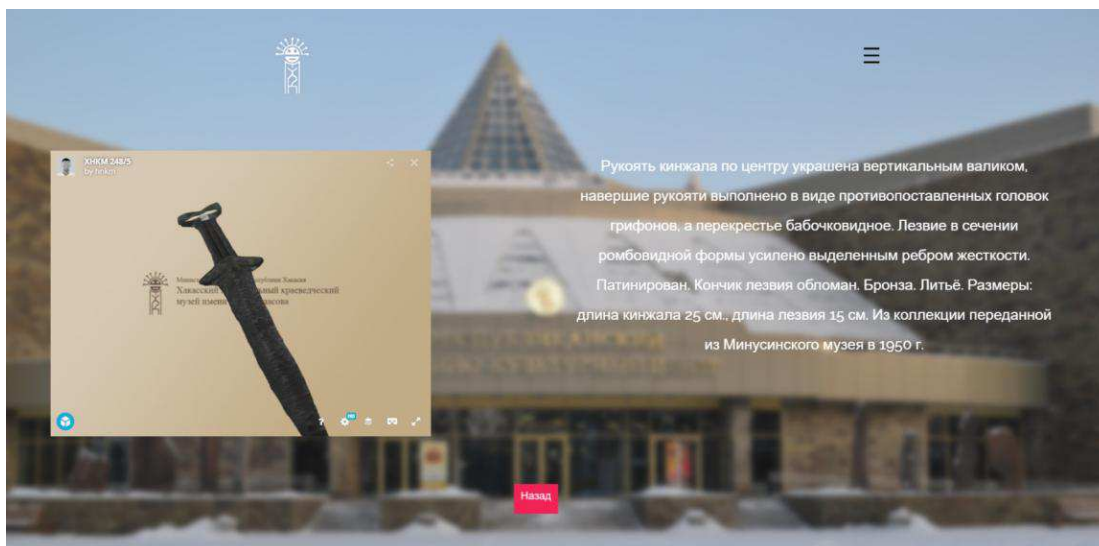


Рисунок 22 – Страница встроенной 3D-модели приложением «Sketchfab»

## **Вывод по разделу «Описание процесса разработки прототипа сайта-галереи 3D-моделей экспонатов Хакасского краеведческого музея»**

В этой части описана разработка проекта сайта-галереи 3D-моделей экспонатов Хакасского краеведческого музея, его основной код, стиль и функционал. В ходе разработки база данных 3D-моделей экспонатов передана для скачивания в качестве одной штуки, остальные доступны лишь в качестве ознакомления на странице онлайн приложения для просмотра 3D-моделей «Sketchfab».

В данном разделе описаны все составляющие разработки сайта и внедрение моделей:

1. HTML и CSS коды сайта – главные элементы, с помощью которых и создается сайт;
2. дизайн сайта – визуальный дизайн всех страниц сайта, меню и моделей;
3. внедрение экспонатов первым способом – в ходе собеседования с руководством Хакасского национального краеведческого музея было разрешено использовать одну модель для внедрения посредством технологии Three.js;
4. внедрение экспонатов вторым способом – в ходе собеседования с руководством Хакасского национального краеведческого музея было разрешено использовать остальные модели посредством онлайн приложения «Sketchfab»;
5. функционал приложения – краткое описание того, как пользователь может взаимодействовать с приложением.

### **3 Оценка экономической эффективности проекта создания сайта-галереи 3D-моделей экспонатов Хакасского краеведческого музея**

#### **3.1 Методика оценки экономической эффективности разработки**

ТСО (Total Cost Ownership) – методика совокупного вычисления прямых и косвенных затрат на разработку. Она представляет собой общий вектор стоимости продукта и ее возможных изменений в будущем.

Расчет затрат реализации по методике ТСО, рассчитывается по формуле (1):

$$TCO = DE + IC_1 + IC_2, \quad (1)$$

где DE – прямые затраты;

IC – косвенные затраты первой и второй группы.

#### **3.2 Расчет показателей экономической эффективности при реализации системы тестирования**

##### **3.2.1 Капитальные затраты**

Подготовка к проекту:

Консультации с заказчиком – 2 дня;

Анализ предметной области – 7 дней;

Разработка прототипа – 14 дней;

Тестирование – 4 дня;

Введение в эксплуатацию – 3 дня.

Затраты на разработку описаны в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет стоимости оборудования разработчика

Наименование оборудования	Наименование элементов	Количество	Стоимость элемента, руб.	Стоимость всего, руб.
Компьютер для программиста	Процессор AMD Ryzen 5 2600 BOX	1	10299	10299
	Видеокарта Gigabyte GeForce GTX 1050 LP [GV-N1050OC-2GL]	1	10199	10199
	Кулер для процессора Arctic Freezer 33 TR	1	500	500
	Оперативная память Crucial [CT8G4DFS8266] 8 ГБ	1	2799	2799
	Материнская плата ASRock H110M-G/M.2	1	4599	4599
	Корпус DEXP DC-101B черный	1	1050	1050
	500 ГБ Жесткий диск Toshiba P300 [HDWD105UZSVA]	1	2899	2899
	Блокпитания Aerocool VX PLUS 500W [VX-500 PLUS]	1	2250	2250
	18.5" Монитор Dell E1920H [1920-0667]	1	4599	4599
	Клавиатура DEXP K-504BU	1	270	270
	Мышь проводная DEXP CM-906BU черный	1	210	210
				Итого

При нормальной эксплуатации компьютер прослужит 7 лет. Вычислим амортизацию:

$$A_{\text{год}} = C_{\text{б}} * N_{\text{ам}}, \quad (2)$$

где  $A_{\text{год}}$  – амортизация за год использования;

$C_6$  – балансовая стоимость;

$N_{ам}$  – норма амортизации.

$$A_{пр} = \frac{A_{год}}{K_{рдг}} * K_{дэ}, \quad (3)$$

где  $A_{год}$  – амортизация за год использования;

$A_{пр}$  – проектная амортизация;

$K_{рдг}$  – количество рабочих дней в году;

$K_{дэ}$  – количество дней эксплуатации.

$$N_{ам} = \frac{100\%}{T_{эк}}, \quad (4)$$

где  $N_{ам}$  – норма амортизации;

$T_{эк}$  – срок эксплуатации компьютера.

$$N_{ам} = \frac{100\%}{7} = 14\%$$

$$A_{год} = 39674 * 0.14 = 5554,36 \text{ руб.}$$

$$A_{пр} = \frac{5554,36}{247} * 30 = 674,62 \text{ руб.}$$

Расчет стоимости программного обеспечения для создания информационной системы описан в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет стоимости программного обеспечения разработчика

Наименование	Стоимость	Срок использования
Операционная система Windows 10 Домашняя	3999 руб.	бессрочно на 1 ПК
Антивирус KasperskyTotalSecurity	1990 руб.	12 месяцев на 1 ПК
Sublime Text 3	8065руб.	12 месяцев на 1 ПК
Google Chrome	бесплатно	бессрочно

SublimeText 3 и Антивирус KasperskyTotalSecurity будут актуальны год, за это время создается примерно 5 проектов, следовательно, общая стоимость делится на 5.

$$3999+(1990/5)+(8065/5)=6010 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы разработчика.

Расчет заработной платы программиста с учетом северного коэффициента (30%) и региональной надбавки (30%) рассчитана по тарифному способу оплаты и описана в таблице 3.

$$12999+(12999*0,3)+(12999*0,3)=20798 \text{ руб.}$$

Так же необходимо включить в расчет отчисления во внебюджетные фонды которые составляют 30,2% от размера заработной платы разработчика

$$K_{зп} = 20798*1,302=27079 \text{ руб.}$$

Таблица 3 – Расчет зарплаты разработчика

Состав заработной платы	Сумма, руб.
Оклад	12999 руб.
Районные надбавки	3899,7 руб.
Северный коэффициент	3899,7 руб.
НДФЛ	2703,8 руб.
Итого	20798 руб.

Расчет затрат на эксплуатацию.

Прочие затраты:

На прочие затраты необходимо оставлять не меньше 3% от расходов, а это 1370,52 рубля.

$$K_{пр} = K_{зп} + K_{ипс} + K_{свт} + K_{проч}, \quad (5)$$

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

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

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

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

$$K_{\text{пр}} = 27079 + 6010 + 674,62 + 1370,52 = 35134,14 \text{ руб} \quad .$$

Капитальные затраты.

Расчет капитальных затрат выполняется с помощью следующей формулы б:

$$K = K_{\text{пр}} + K_{\text{тс}} + K_{\text{лс}} + K_{\text{по}} + K_{\text{ио}} + K_{\text{об}} + K_{\text{оз}}, \quad (6)$$

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

$K_{\text{тс}}$  – затраты на технические средства управления отсутствуют как нет нужды приобретать новые программные средства для того чтобы внедрить систему;

$K_{\text{лс}}$  – затраты на создание линий связи локальных сетей не требуются поэтому затраты равны 0;

$K_{\text{по}}$  – затраты на программные средства не требуются поэтому затраты равны 0;

$K_{\text{ио}}$  – затраты на формирование информационной базы не требуются так как база уже готова;

$K_{\text{об}}$  – затраты на обучение персонала не требуются, так как система легко осваиваемая в использовании и понимании принципа ее работы;

$K_{\text{оз}}$  – затраты на опытную эксплуатацию 1000 рублей.

$$K = 35134,14 \text{ руб} + 1000 = 36134,14 \text{ руб}.$$

### 3.2.2 Эксплуатационные затраты

Расчет эксплуатационных затрат проводится по следующей формуле 7:

$$C = C_{\text{зп}} + C_{\text{ао}} + C_{\text{то}} + C_{\text{лс}} + C_{\text{ни}} + C_{\text{проч}}, \quad (7)$$



где  $C_{зп}$  – зарплата персонала, работающего с информационной системой;  
 $C_{ао}$  – амортизационные отчисления, так как ПК один, амортизационные отчисления такие же.

$C_{то}$  – затраты на техническое обслуживание отсутствуют;

$C_{лс}$  – затраты на использование глобальных сетей отсутствуют;

$C_{ни}$  – затраты на носители информации отсутствуют;

$C_{проч}$  – прочие затраты, 3% от остальных расходов;

Приложение будет работать без каких-либо затрат на его использование и поддержку.

Также нет необходимости в постоянном взаимодействии с ним персонала.

Обновление выставок происходит раз в 2 месяца, а на смену их в приложении потребуется 3 дня

Один день смены выставок в приложении составляет 500 рублей, за 3 дня – 1500 рублей. Так как менять придется около 5 раз в год, а это 15 рабочих дней, следовательно,  $C_{зп} = 7500$  рублей.

При амортизации в год 5554,36 рублей в день выходит 15,2 рублей, а значит за 15 дней – 228 рублей.

Затраты на глобальные сети не требуются так как существует сайт и хостинг за него проплачен.

Таблице 4 – Эксплуатационные затраты

Состав затрат	Планируемая сумма рублей в год
Затраты на заработную плату персонала	7500 руб.
Затраты на амортизацию отчисления	228 руб.
Затраты на техническое обслуживание	0 руб.
Затраты на использование глобальных сетей	0 руб.
Затраты на носители информации	0 руб.
Прочие затраты	232 руб.
Итого	7960 руб.

На рисунке 25 отображена диаграмма затрат на плату персонала,

амортизационные отчисления и прочие затраты.



Рисунок 23 – Соотношение эксплуатационных затрат

### 3.2.3 Прямые затраты

Прямые затраты рассчитаны по формуле 8.

$$DE = DE_1 + DE_2 + DE_3 + DE_4 + DE_5 + DE_6 + DE_7 + DE_8 \quad (8)$$

$DE_1$  – капитальные затраты = 36134,14 руб;

$DE_2 = 7500$  – расходы на управление информационными технологиями;

$DE_3 = 228$  – расходы на техническую поддержку автоматизированного обеспечения и программного обеспечения;

$DE_4 = 0$  – расходы на разработку прикладного программного обеспечения внутренними силами;

$DE_5 = 0$  – расходы на аутсорсинг;

$DE_6 = 0$  – командировочные расходы;

$DE_7 = 0$  – расходы на услуги связи;

$DE_8 = 0$  – другие группы расходов.

$DE = 43862,14$  руб.

$TCO = 36134,14 + 7960 = 44094,14$  руб.

### **3.3 Расчет экономической эффективности проекта**

#### **3.3.1 Анализ рынка продуктов аналогов**

Разработка сайта-галереи просмотра 3D-экспонатов Хакасского краеведческого музея разрабатывается с целью удаленного просмотра музейных экспонатов. В ходе анализа продуктов аналогов было выявлено, что данная разработка является не уникальной в своем роде, но редкой. Сайты музеев в большинстве своем демонстрируют фотографии экспонатов коллекций этих музеев. Редким исключением являются сайты музеев с наличием полноценного виртуального тура по музею. Для Хакасского Краеведческого музея был выбран принцип просмотра 3D экспонатов галереи из-за своей простоты и удобства в сравнении с виртуальным туром и более визуально обозримом методом просмотра экспонатов в сравнении с фотогалереей. Принцип работы 3D экспонатов в аналогах работает на онлайн-платформе «Sketchfab». Она предоставляет огромный и удобный функционал для пользователя, с помощью, которой значительно облегчается осмотр экспонатов и взаимодействие с ними. Для сайта просмотра 3D-галереи Хакасского Краеведческого музея была написана своя система встраивания моделей на сайт, не используя сторонних онлайн-платформ.

Для оценки функционала приложения необходимо сравнить его с другими подобными представителями в данной области.

Таблица 5 – Анализ рынка аналогов

	Государственный исторический музей	Музей Москвы	Британский музей	Государственный Русский музей	Галерея Уффици
1.Наличие 3D экспонатов	-	-	+	-	+
2. Деление на коллекции	+	+	+	+	+
3.Регистрация	-	-	+	-	-
4. Наличие виртуального тура	-	-	-	+	-

Разбор главных пунктов аналогов:

1) Наличие 3D экспонатов – наличие 3D экспонатов необходимо для их наглядности. Оно вовсе не обязательно для музеев, но делает визуально приятным осмотр экспоната со всех сторон.

2) Деление на коллекции – на каждом сайте музеев деление на коллекции необходимо чтобы пользователь мог найти свой необходимый экспонат для просмотра. Оно присутствует во всех рассмотренных аналогах.

3) Регистрация – не самая необходимая вещь для музеев, но присутствует в «Британском музее» из-за пожертвований и личного магазина музея.

4) Наличие виртуального тура – демонстрирует виртуальную модель музея «изнутри». Он редко присутствует в сайтах музеев из-за не простого освоения и трудности создания копии этого музея.

### **3.3.2 Расчет экономической эффективности проекта**

Разработка проекта не нацелена на получение дохода, его экономическая эффективность зависит от количества посетителей, что способствует прибыли музея.

За 2018 год Хакасский краеведческий музей посетило 56004 человека. При этом количество уникальных посетителей сайта за этот год составляет 28606 человек. Так как данный проект работает как приложение к основному

сайту, можно предположить, что примерно такое же количество людей просмотрело бы и его. Взрослый билет Хакасского национального музея стоит 200 рублей, а для студентов 60, значит, в среднем можно посчитать, что выходит 130 рублей на человека. Если сопоставить среднюю цену на человека и учесть 10% от количества уникальных посетителей, а это примерно 2860 человек, то выходит что гипотетически музей мог бы заработать дополнительные 371800 рублей за год.

### 3.4 Оценка рисков при реализации проекта

Данный проект может быть подвержен небольшому количеству рисков. Риски проекта приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Оценка рисков проекта

№	Описание риска	Вероятность возникновения риска			Степень опасности потери		
		Маловероятно	Вероятно	Весьма вероятно	Неопасный	Допустимый	Опасный
Внешние факторы риска							
1	Dodos	+					+
2	Превышение допустимых нагрузок на систему			+		+	
Внутренние факторы риска							
1	Некомпетентность персонала		+		+		

Разработка данного проекта приходится на весьма нестабильный период, в связи, с чем возникают довольно серьезные риски.

Внешние факторы:

1. Dodos – самый опасный риск, но маловероятный. Данная система не имеет такой популярности и негатива, чтобы использовать против нее Dodos атаку. Тот, кто захочет ее утроить потеряет больше чем данная система. Для восстановления данных, администраторам достаточно сохранять базу данных системы.

2. Превышение допустимых нагрузок – данный риск так же опасен для проекта и весьма вероятен, так как возможно произойдет превышение нагрузки на систему из-за огромного потока людей в первые дни. Система может начать тормозить или перестать реагировать. Для разрешения ситуации необходимо увеличить вычислительную мощность в виде увеличения скорости интернета и величины объёма памяти на сервере.

Внутренние факторы:

1. Некомпетентность персонала – данный риск опасен из-за не осведомленности сотрудников работающих с системой. Для снижения вероятности данного риска достаточно обучить персонал работе в нем.

### **Вывод по разделу «Оценка экономической эффективности проекта создания сайта-галереи 3D-моделей экспонатов Хакасского краеведческого музея»**

В ходе выполнения данного раздела были проведены расчёты для оценки экономической эффективности проекта по результатам, которых было определено что:

1. Проект является экономически выгодным, так как согласно расчетам он окупается.

2. Согласно расчетам проект не требует больших эксплуатационных затрат.

При анализе средств аналогов приложения было выявлено, что данный проект является востребованным и редким.

При оценке рисков было выявлено, что у проекта нет опасных рисков, которые могли бы остановить разработку. Самым весомым риском является превышение нагрузок на систему из-за огромного людского потока.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была спроектирована информационная система программы просмотра 3D-моделей экспонатов музея Хакасского краеведческого музея – сайт-галерея, а также выполнены поставленные цели и задачи выпускной квалификационной работы:

- Проведено ознакомление с деятельностью Хакасского краеведческого музея.
- Составлена диаграмма процесса разработки IDEF0.
- Составлена диаграмма процесса взаимодействия программы и пользователя IDEF3.
- Выбрана модель жизненного цикла.
- Сформулированы цели и задачи разработки проекта.
- Проведено сравнение аналогичных по функционалу систем.
- Рассчитаны капитальные и эксплуатационные затраты.
- Рассмотрены возможные угрозы для системы и найдены способы их решения.
- Проведена оценка планируемой совокупности стоимости разработки проекта.
- Составлено техническое задание.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сайт ГАУК РХ "Хакасский национальный краеведческий музей им. Л.Р. Кызласова" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nhkm.ru/>
2. Онлайн книга по WebGL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/web/webgl/>
3. Разработка Web-приложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://en.bookfi.net/book/632117>
4. Основы Three.js [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://threejsfundamentals.org/threejs/lessons/ru/threejs-fundamentals.html>
5. Сайт threejs.org [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://threejs.org/>
6. Впечатляющие примеры WebGL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/190388/>
7. ГОСТ ISO/IEC/IEEE 29148:2018 Программная и системная инженерия. Процессы жизненного цикла. Разработка требований. Введ. 28.11.2018.
8. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.uml2.ru/>
9. ГОСТ Р ИСО 9001-2001 Системы менеджмента качества. Требования. Введ. 31.08.2001
10. СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности – Введ. 02.07.2014. – Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60 с.
11. Выполнение и защита выпускной квалификационной работы по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» [Электронный ресурс] : метод. указания / сост. Е. Н. Скуратенко, В. И. Кокова, И. В. Янченко ; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : ХТИ – филиал СФУ, 2017.



## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

### **Техническое задание на разработку проекта сайта-галереи 3D-моделей экспонатов Хакасского национального краеведческого музея**

#### **1. Техническое задание**

##### **1.1 Наименование программы**

3D-галерея фондов Хакасского национального краеведческого музея с использованием технологии WebGL.

##### **1.2 Краткая характеристика области применения программы**

Данная программа предназначена для Хакасского национального краеведческого музея и разработана с целью удаленного просмотра экспонатов музея.

#### **2. Основание для разработки**

Основанием для проведения разработки является необходимость программы просмотра 3D-галереи Хакасскому национальному краеведческому музею для привлечения новой аудитории. Задачей программы просмотра 3D-галереи является удаленный просмотр картин и экспонатов музея.

##### **2.1 Наименование и условное обозначение темы разработки**

Программа просмотра 3D-галереи Хакасского национального краеведческого музея.

### **3. Требования к программе**

#### **3.1 Требования к функциональным характеристикам**

Программа должна обеспечивать возможность просмотра объемных музейных экспонатов с полным визуальным обзором. А так же работать корректно и иметь подходящий к хакасскому музею вид. Программа должна содержать в себе базу экспонатов музея.

##### **3.1.1 Требования к составу выполняемых функций**

Программа должна выполнять функцию удаленной системы просмотра пользователями музейных экспонатов. Экспонаты должны выглядеть объемно с полным просмотром на 360 градусов.

##### **3.1.2 Требования к организации входных данных**

Входные данные программы должны содержать базу данных экспонатов музея и информации о них.

##### **3.1.3 Требования к организации выходных данных**

Выходными данными программы будет полный просмотр предметов с информацией о них с визуально приятным оформлением соответствующим содержанию.

##### **3.1.4 Требования к временным характеристикам**

Программа должна иметь хорошую оптимизацию и быть удобной и практичной в использовании.

### **3.2 Требования к надежности**

В программе отсутствует регистрация, вследствие чего вероятность потери каких либо данных пользователей сведена к минимуму.

### **3.3 Условия эксплуатации**

Требований к различным климатическим или другим условиям эксплуатации нет. Функционирование во многом зависит от ПК.

### **3.4 Требования к видам обслуживания**

Обслуживание предполагает пополнение базы данных экспонатов.

### **3.5 Требования к составу и параметрам технических средств**

Минимальные требования для комфортного пользования–ПК с видеокартой не ниже Nvidia Geforce 460-560 или Radeon HD 6790. С процессорами не ниже Core i3 и 2 гб оперативной памяти.

### **3.6 Требования к исходным кодам и языкам программирования**

Заказчик программы предполагает использование технологии WebGL.

#### **3.6.1 Требования к программным средствам, используемым программой**

Системные программные средства, используемые программой, должны быть операционной системой Windows 7 или Windows 10 с установленным на браузере WebGL.

### **3.7 Специальные требования**

Специальные требования прилагаются к визуальному оформлению 3D экспонатов в соответствии со стилем Хакасского национального краеведческого музея.

### **4. Стадии и этапы разработки**

Срок реализации проекта составляет: 2 месяца.

#### **4.1 Стадии разработки**

1. Техническое задание.
2. Разработка и наполнение.
3. Тестирование.

#### **4.2 Этапы разработки**

1. Техническое задание – 7 дней.
  - 1.1 Составление технического задания.
  - 1.2 Проверка технического задания.
  - 1.3 Согласование технического задания.
2. Разработка: 30 дней.
  - 2.1 Программирование основного кода.
  - 2.2 Добавление базы данных экспонатов.
  - 2.3 Проработка дизайна.
3. Тестирование – 7 дней.
  - 3.1 Тестирование работы.
  - 3.2 Отладка работы.
  - 3.3 Сдача работы заказчику

### **4.3 Содержание работ по этапам**

На этапе технического задания необходимо составить это техническое задание, после проверки внести нужные правки, после чего согласовать его с заказчиком.

На этапе разработки необходимо разработать программный продукт в соответствии с техническим заданием, добавление в него базы данных с последующей проработкой дизайна.

На этапе тестирования необходимо произвести испытания работы, с дальнейшим исправлением возникших ошибок, в их отсутствии направить работу заказчику на сдачу.

### **4.4. Исполнители**

Кощеев Павел Александрович, студент 4 курса направления прикладной информатики ХТИ – филиала СФУ.

## **5. Порядок контроля и приемки**

1. Проверка технического задания.
2. Проверка кода программы.
3. Проверка базы данных программы.
4. Проверка окончательного состояния программы.

### **5.1. Виды испытаний**

Сдаточные испытания работы должны проводиться Заказчику или его представителям в точно оговоренные сроки.

## **5.2. Общие требования к приемке работы**

Программа должна быть выполнена строго в установленные заказчиком сроки и полностью соответствовать техническому заданию.

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

Отпечатано в одном экземпляре.

Библиография 11 наименований.

Экземпляр сдан на кафедру.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

\_\_\_\_\_ Кощев Павел Александрович  
подпись

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»

Кафедра прикладной информатики, математики и естественно-научных  
дисциплин

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

  
подпись, Е. Н. Скуратенко


«26» июня 2020 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

09.03.03 Прикладная информатика

Создание виртуальной экспозиции из фондов Хакасского краеведческого музея  
с использованием технологии WebGL

Руководитель  26.06.2020, канд. пед. наук И. В. Янченко  
подпись, дата

Выпускник  26.06.2020 П. А. Кощев  
подпись, дата

Консультанты  
по разделам:

Экономический

 26.06.2020 Е. Н. Скуратенко  
подпись, дата

Нормоконтролер

 26.06.2020 В. И. Кокова  
подпись, дата

Абакан 2020