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

Гуманитарный институт
институт
информационных технологий в креативных и культурных индустриях
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ М. А. Лаптева
«24» 06 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.03.14 «Прикладная информатика в области искусства и гуманитарных наук»
код – наименование направления

Разработка мультиплатформенного путеводителя по Сибирскому федеральному университету на базе технологии WebGL
Тема

Руководитель	24.06.16.	доцент, канд. техн. наук	А.В. Усачев
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	27.06.16		А.А. Баяндин
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Продолжение титульного листа бакалаврской работы по теме Разработка мультиплатформенного путеводителя по Сибирскому федеральному университету на базе технологии WebGL

Консультанты по разделам:

наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия

Нормоконтролер	23.06.16г.	Н.О. Пиков
	подпись, дата	инициалы, фамилия

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4
1 Виртуальные путеводители и технологии их создания 6
1.1 Понятие «виртуальный путеводитель», исторический экскурс 6
1.2 Технологии разработки виртуальных путеводителей 8
1.3 Сравнительный анализ виртуальных путеводителей 13
2 Реализация проекта мультиплатформенный путеводитель по СФУ на базе технологии WebGL 18
2.1 Описание концепции проекта виртуального путеводителя 18
2.2 Обоснование выбора технологии и инструментария разработки 24
2.3 Реализация задачи создания «мультиплатформенного путеводителя по СФУ на базе технологии WebGL» и разработка программной оболочки 29
2.4 Создание базы данных объектов путеводителя 32
2.5 Создание трехмерных моделей. 33
2.7 Реализация технологии поиска маршрута 39
2.8 Описание разработанного программного продукта 41
Заключение 45
Список использованных источников 46
Приложение А Описание программ 49
Приложение Б Описание инструментов программ 51
Приложение В Описание объектов карты 52
Приложение Г Описание подобъектов и организаций 53

ВВЕДЕНИЕ

В современном обществе из-за огромного непрерывного потока информации различного характера возникают трудности с ее обработкой. Вследствие этого, необходимо прибегать к специализированным программам для осуществления поиска, анализа и обработки информации. Поэтому существует большое количество программ, позволяющих работать с определенными типами данных, таких, как навигационные.

Виртуальные путеводители имеет ряд преимуществ по сравнению с аналоговыми. Они предоставляют пользователю всю необходимую информацию в доступном и понятном виде. Кроме того, они помогают лучше сориентироваться в пространстве, указывая на текущее положение или абстрагируя карты.

Актуальность данного исследования заключается в том, что на данный момент в Сибирском федеральном университете отсутствует виртуальный путеводитель в форме веб-сайта, который мог бы создать удобное визуальное представление о кампусе университета и обеспечить комфортное ориентирование в нём.

Объектом исследования являются навигационные системы с функциями прокладки маршрутов, которые включают веб-ресурсы, программное обеспечение, мобильные приложения.

Предметом исследования является разработка сайта-путеводителя по Сибирскому федеральному университету на базе технологии WebGL.

Цель нашего исследования заключается в разработке информационного веб-ресурса, предназначенного для визуализации трехмерных моделей кампуса Сибирского федерального университета и построения маршрутов внутри его зданий.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- произвести поиск, анализ и синтез информации о виртуальных путеводителях;

- выявить основные принципы построения путеводителей и способов отображения информации в них;

- рассмотреть платформы для создания трехмерных объектов на базе технологии WebGL;

- создать базу данных учебных корпусов;

- смоделировать трехмерные модели корпусов университета, произвести текстурирование и импортирование моделей на веб-сайт.

Теоретическая значимость заключается в подробном анализе спектра существующих виртуальных путеводителей и поиске решений, методов, подходов к созданию виртуального путеводителя СФУ.

Практическая значимость бакалаврской работы обусловлена наглядностью и доступностью моделей для широкого круга заинтересованных лиц. Например, для абитуриентов и учащихся данного учебного заведения, так как электронный путеводитель способен обеспечить необходимой информацией о расположении корпусов, кабинетов, аудиторий и т.д.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух глав, заключения и приложения.

Первая глава посвящена описанию теоретической базы для разработки электронного путеводителя.

Во второй главе детально рассматриваются этапы разработки мультиплатформенного путеводителя по СФУ на базе технологии WebGL.

В приложениях А-Г представлены таблицы сравнений виртуальных путеводителей как отечественных, так и зарубежных.

В заключении подводится итог, и намечаются дальнейшие перспективы исследования.

1 Виртуальные путеводители и технологии их создания

1.1 Понятие «виртуальный путеводитель», исторический экскурс

Путеводители как справочники имеют долгую историю, берущую свое начало в Древней Греции. Основателем идеи путеводителя является географ и историк Павсаний, а его труд «Описание Эллады», рассматривающий достопримечательности греческих городов, можно назвать первым гидом по городам [3].

Древнеримские дорожники (лат. Itineraria), появившиеся позднее, использовались для иных целей. Во-первых, они давали информацию о названиях дорог и их расстояниях от известного маршрута. Во-вторых, они содержали географические карты и измерения расстояний.

В Средние века для паломников существовала литература, которая описывала маршрут. Они назывались «хожения», которые описывали пройденные маршруты, и «путеводители», которые включали сведения и рекомендации для паломников, совершающих путешествие.

К началу 19 века путеводители выделяются в самостоятельную оболочку. Об этом свидетельствует большое число книг, непосредственно связанных своим содержанием с гидами. Предлагаются тематические маршруты, категории заведений, их адреса и то, чем они могут завлечь посетителя. Например, «Путешествие по Италии» и «Описание церквей, часовен, мощей святых тел и мест получения индульгенций в городе Риме».

Среди отечественных гидов можно выделить работу 1793 года – «Картина С.-Петербурга». Его автор, немец Х. Шторха, взял за основу произведение И. Георги и значительно упростил его, добавив много полезных и интересных сведений для путешественников. Также можно назвать первым гидом по центральной части России два тома «Путешествие двух французов на Север Европы» от 1796 года. Отличительной чертой гида является группировка заведений по тематическому признаку: музеи, праздники, фабрики, лечебницы

и т.д. В книге представлены стоимости товаров и услуг, краткий разговорник, полезные сведения о том как лучше одеваться, что лучше увидеть первым и какую взять карету.

Уже позднее путеводитель берет свое продолжение с развитием транспорта, т.е. железных дорог и пароходства. С бурным появлением качественной инфраструктуры транспорта приходит путешествие для развлечения. Это приводит к тому что путеводители вынуждены отвечать на все запросы времени. Появляются гиды для самых разных географических направлений и разных тематик. Начинается новый этап жанра географической литературы. Создаются специальные книжные издания и издательства. Издательство путеводителей по различным странам Карла Бедекера образовано самим Бедекером в 1827 году в Кобленце. Оно становится очень популярным в Европе. и переводится на многие языки [3].

В конце 1950-х гг. наступает новый период развития путеводителей. Происходит запуск крупных проектов связанных с созданием и внедрением географически-информационных систем. ГИС (географически-информационная система) – это набор программных средств, предназначенных для хранения, анализа и визуального представления пространственной информации [5].

Первым крупномасштабным проектом становится ГИС Канады. Его основатель Роджер Томлисон, будучи руководителем проекта, предложил концепцию и технологию реализации [6].

Что касается современности, путеводитель в настоящее время – это печатный, электронный или аудиовизуальный справочник о каком-либо городе, историческом месте, музее, туристическом маршруте и т.д. С появлением и развитием ЭВМ гид приобрел новые формы представления в виртуальной реальности.

Термин «виртуальная реальность» был введен в обращение Дж. Ланье в середине 1980-х годов. Его фирма разработала первую перчатку для взаимодействия со средой, моделируемой с помощью компьютерных

технологий. Технологическая направленность термина долгое время определяла его сущность. Да и сейчас нередко под виртуальной реальностью понимают компьютерное моделирование трехмерных пространств (3D – 3 dimension), с которыми можно взаимодействовать (перемещаться в них и управлять ими).

На данный момент нет разграничений между понятиями виртуального гида, тура, экскурсии или путеводителя. Таким образом, виртуальный тур – способ реалистичного отображения трехмерного многоэлементного пространства на экране. Элементами виртуального тура, как правило, являются сферические панорамы, соединенные между собой интерактивными ссылками-переходами. Часто в виртуальный тур также включают цилиндрические панорамы, реже – виртуальные 3D-объекты и обыкновенные фотографии.

Подводя итог можно сказать, что виртуальные путеводители преодолели большое количество этапов, выделивших их в отдельное направление. От печатных источников до ГИС.

1.2 Технологии разработки виртуальных путеводителей

Технологии реализации виртуальных путеводителей зависят от технологий визуализации информации сегодняшнего дня. С появлением и развитием высоких технологий стали появляться электронные справочники основанные или дополненные панорамами, ГИС (географическая информационная система), 3D-моделями. Функции значительно расширились с помощью цифрового видео и аудио, а не так давно выделились в самостоятельную область предоставления путеводительских сведений. Однако с увеличением функциональных возможностей возрастает и нагрузка на электронное устройство, связанная с большим объемом данных и временем обработки информации [19].

На данный момент тенденция непрерывного развития Интернета и его доступности, а также большой функциональности смартфонов, позволяет

искать и находить необходимую информацию без стороннего программного обеспечения в любом виде. Это позволяет развиваться справочным веб-ресурсам, поддерживающим перечисленные выше технологии визуализации.

Flash-технология является одной из популярных способов презентации панорамы, построенной из сферической сферы изображений. Она основана на закрытой программной оболочке, экпортированной через программу-редактор Adobe Flash в формат «swf». Для просмотра такого файла необходим специальный проигрыватель – Adobe Flash Player. Или его аналоги, например, QuickTime от компании Apple и DevalVR .

Преимущество технологии заключается в том, что до появления стандарта HTML5 она являлась единственным способом запуска видео, аудио, программ. Она была легкой в освоении и создании программных продуктов. Большинство настольных компьютеров имели установленный проигрыватель flash-роликов.

Недостатки технологии заключаются в незащищенности конечных программ и их большом объеме. На сегодняшний день наиболее популярные ресурсы сети Интернет отказываются от нее в пользу HTML5. Компания Adobe, которая производила поддержку и обновление проигрывателя, перестала заниматься им.

Пришедший на смену flash стандарт HTML5 позволяет создавать более гибкие и кроссбраузерные программы. Не имея специального редактора с интерфейсом, наличие меньшего числа классов и объектов, создание приложений на уровне кода – все это не помешало технологии завоевать Интернет. Поддержка графических API (WebGL, Canvas, SVG) video и audio теги позволили без специализированных проигрывателей и прочих программ просматривать сложные и емкие программы на широком ряде устройств. Для передвижения одного объекта холста приходится заново перерисовывать всю сцену.

Созданные на технологии WebGL программы используют низкоуровневые средства поддержки OpenGL ES 2.0, взяв производительный

ресурс видеокарты устройства [7]. Это позволяет добиться высокой скорости воспроизведения трехмерных объектов и высокого качества видео. Для создания трехмерных объектов используются тег <canvas> и специальные библиотеки, например, Threejs, Babylob.js или Famo.us [8]. WebGL доступен в большинстве современных браузеров и поддерживается у 84% пользователей [20, 21].

Следующий способ создания программ – тег canvas. Canvas (с англ: холст) создает двумерное полотно на веб-странице и использует его для отображения графики. Для отрисовки графики задействуется работа процессора. Данным способом создаются рекламные баннеры, небольшие игры и программы. Недостатки данного API заключаются в том, что нарисованные объекты становятся частью точечного рисунка полотна, и их нельзя связать с обработчиком событий.

Video и audio теги упрощают работу с потоковыми данными в сети Интернет. Они позволяют без дополнительных программ запускать контент напрямую с сайта. Аудио и видео – это наиболее используемый трафик, который уже используют в виртуальном туре. Однако, если WebGL и canvas могут запускаться и работать с клиентской стороны после загрузки без подключения к сети Интернет, то теги «video» и «audio» без подключения работать не смогут.

Большими преимуществами являются кроссбраузерность и большой набор функций технологии, позволяющий работать с разными видами информации. Нет необходимости обновлять веб-приложение. Также можно выделить возможность сохранять данные в устройстве (WebSocket), быстрая работа, интерактивность, адаптивный интерфейс.

Недостатками будут являться отсутствие поддержки данной технологии со стороны Internet Explorer (IE) старше версии 11.0, отсутствие интерфейса или программного редактора, длительное освоение WebGL разработчиками (небольшое количество больших проектов), обязательное наличие подключение к сети Интернет.

Развитие мобильных устройств не стоит на месте. Появление сенсорных экранов высокого разрешения, GPS, и других беспроводных интерфейсов нашли новые навигационные решения. Теперь при использовании специального программного обеспечения можно с большей точностью определить местоположение пользователя, узнать дорожную ситуацию, найти ближайшие магазины и другие организации.

Помимо простого просмотра карты теперь доступно взаимодействие с ее объектами. Масштабирование, перетаскивание, поворот, получение дополнительной информации и многое другое значительно расширили возможности мобильных устройств.

Существуют системы, позволяющие определить координаты и скорость передвижения пользовательского устройства с помощью спутников. Используя глобальное позиционирование, пользователь может получить визуальное представление о его текущем положении на карте, пути и расстоянии маршрута. Система допускает погрешность около 13 метров, что делает труднодоступным навигацию внутри помещений, однако эта система намного стабильнее работает вне помещений.

В тех случаях, когда необходимо добиться точной навигации внутри помещений, применяется беспроводная технология. Позиция устройства определяется Wi-fi-точками. При сканировании точек вычисляется расстояние между устройством и ближайшими точками. Таким образом можно добиться снижения погрешности до 4-5 метров [9].

Сочетание датчиков акселерометра и гироскопа позволяет определить перемещение (поворот) устройства в пространстве. Благодаря им можно просматривать сферические панорамы.

На данный момент существует много мобильных платформ, среди них наиболее популярными являются Android, iOS, Windows Phone, BlackBerry и Tizen. Каждая из них может быть представлена не только на смартфонах, но также и на планшетах, часах, в автомобильных системах, телевизорах и цифровых фотокамерах. Разработку приложений можно проводить

посредством текстового редактора, однако для быстрой и надежной работы на мобильных устройствах следует разрабатывать приложения на соответствующей платформенной среде. Так, например, среда разработки Android Studio для Android использует дополнительные плагины и распространяется бесплатно, в то время как Xcode для iOS, гибкий и мощный инструмент, позволяет написать более стабильное приложение. Все платформы для разработки имеют интерфейс и предоставляют конструкторы с заранее написанными компонентами, такими как, кнопки, текстовые поля, загрузчики и т.д.

У разработки для мобильных платформ существуют свои достоинства:

- высокая производительность и плавность работы приложения;
- возможность использовать все компоненты мобильного устройства;
- удобный интерфейс и большое число дополнительных плагинов, упрощающих разработку;
- нет необходимости в Интернете для пользования приложением за счет базы данных;
- все вычисления происходят со стороны клиента.

Однако, к сожалению, присутствуют некоторые недостатки:

- направленность на одну платформу;
- необходимость обновления приложения под новые операционные системы.

Также существуют платформы для персональных компьютеров (ПК), предоставляющие пользователю интерфейс для создания двух- или трехмерных сцен. Такие платформы написаны разработчиками для более удобного редактирования трехмерной сцены, использования заранее прописанных объектов, быстрого экспорта конечного продукта. Такие платформы могут быть реализованы на сайте или установлены на ПК. В таком случае пользователю не приходится писать код для своего программного продукта. Такие платформы называются «игровыми движками» (с англ. game engine). Примерами платформ выступают Unity3D, Blend4Web, SEA3D Studio и KickJS.

Большим преимуществом выступает их интуитивный интерфейс. Большая часть платформ предоставляется пользователям бесплатно, продукт, созданный таким путем, будет реализован не только на сайте, но и других устройствах, например, игровая приставка PlayStation, телевизоры Samsung, мобильные операционные системы и так далее. Таким платформы включают возможности использования шаблонов объектов сцены, например, камера, свет, геометрические примитивы и возможность избегания ошибок при компилировании приложения.

Недостатками являются большие объемы используемых ресурсов, поскольку для запуска оболочки воспроизведения программы требуются дополнительная постоянная память и мощность процессора. Платформа не позволяет управлять процессом распределения памяти. На русском языке представлено мало платформ. Google отказывается от закрытых платформ для своего браузера Chrome.

Таким образом, в настоящее время существует обширный спектр для создания программ под различные устройства. Каждая технология и платформа имеет свои достоинства и недостатки. Однако не существует платформы для написания универсальной программы под все виды устройств.

1.3 Сравнительный анализ виртуальных путеводителей

Для сравнения используется таблица 1 с популярными и более подходящими программами и сайтами, приближенными к понятию «виртуальный путеводитель». Например, представлены популярные навигационные карты сети Интернет (Google Maps и Яндекс, мобильные версии таких навигационных сайтов, виртуальные путеводители, Эрмитаж и Юсуповский дворец, представленные в виде мобильных приложений.

Критериями сравнения послужили:

- информация о ресурсе;
- информация о контенте;

- форма ее презентации пользователю;
- внешний вид программы;
- технология реализации виртуального путеводителя.

Таблица 1 – Описание критериев для сравнения путеводителей

Название столбца	Тип данных поля	Варианты поля	Пояснение
Программа			
Наименование	Свободный	Например, 2Гис	Название программы
Ссылка на источник	Свободный	Например, https://2gis.ru	Электронный адрес в сети на источник программы
Функция построения маршрута	Фиксированный	indoor, outdoor, indoor/outdoor, нет	Наличие функции построения маршрута и глубина реализации
Адаптивность для разного типа устройств	Фиксированный	Есть/нет	Способность программы подстраиваться под определенный размер и ориентацию экрана устройства
Вид карты	Фиксированный	2D, 3D, 2D/3D	Вид отображения карты для пользователя (двух- и/или трехмерное)
Платформа реализации	Фиксированный	Мобильное приложение, Программа, Веб-сайт	Платформа, на которой выполняется программа
Технология реализации виртуального путеводителя	Свободный	Векторные изображения, WebGL, Изображения	Технологии представления аудиовизуального виртуального путеводителя

Продолжение таблицы 1

Название столбца	Тип данных поля	Варианты поля	Пояснение
Инструменты			
Рубрики (Каталог)	Фиксированный	Есть/нет	Наличие категорий для поиска по категориям
Наличие поисковой системы	Фиксированный	Есть/нет	Наличие поисковика для нахождения справочной информации, информации о различных объектах и их свойствах
Масштабирование	Фиксированный	Есть/нет	Возможность масштабирования карты для отдаление и приближение к объектам
Определение местоположения	Фиксированный	Есть/нет	Определение с помощью координат на карте местоположения пользователя
Линейка	Фиксированный	Есть/нет	Линейка для отображения расстояния между объектами карты
Обратная связь	Фиксированный	Есть/нет	Наличие обратной связи для отправки сообщений об ошибке или предложений об улучшении разработчику
Описание объектов			
Изображение	Фиксированный	Есть/нет	Наличие изображений или фотографий объекта карты в информационном окне
Информационное окно	Фиксированный	Есть/нет	Информационное окно для объектов карты
Иконка	Фиксированный	Есть/нет	Наличие иконок для объектов
Описание подобъектов			
Информационное окно	Фиксированный	Есть/нет	Информативное окно для каждого из подобъектов
Телефон	Фиксированный	Есть/нет	Наличие телефонных контактов организации

Окончание таблицы 1

Название столбца	Тип данных поля	Варианты поля	Пояснение
Электронная почта	Фиксированный	Есть/нет	Наличие электронной почты для организации
Веб-сайт	Фиксированный	Есть/нет	Наличие информационного ресурса в сети для организации
Изображение	Фиксированный	Есть/нет	Наличие изображения или фотографии для организации объекта
Указатель входа	Фиксированный	Есть/нет	Указание входа до объекта и/или подобъекта карты
Режим работы	Фиксированный	Есть/нет	Отображение часов работы объекта или организации
Фактический адрес	Фиксированный	Есть/нет	Отображение физического адреса организации
Ссылка на социальные сети	Фиксированный	Есть/нет	Ссылки на социальные сети организации
Категория	Фиксированный	Есть/нет	Определяет принадлежность подобъекта к определенной категории
Иконка	Фиксированный	Есть/нет	Изображение иконок на карте для подобъектов

Таким образом, виртуальные путеводители представляют собой программное обеспечение, использующее аппаратную часть устройства для лучшего ориентирования в пространстве и получения информации, привязанной к географической местности. Существует большое количество технологий и программных средств для создания виртуальных путеводителей. Каждая программная среда для создания цифрового продукта имеет свои достоинства и недостатки. При разработке под мобильные устройства необходимо учитывать архитектуру устройства и аппаратные возможности. При разработке веб-приложений для сети Интернет акцент делается на низкий размер данных, поддержку большим количеством браузеров и наличие выхода

в Интернет. Виртуальные путеводители реализованные под персональные компьютеры имеют большой объем данных, быструю скорость загрузки и работы, более качественный внешний вид, однако они не могут быть мобильными.

Лидером ГИС индустрии является компания Google, которая разработала Google Map под разные платформы. Выполненные карты выглядят качественно, используются тени, свет и текстуры. В навигации внутри помещений большой прорыв сделала компания 2ГИС, предоставляющая поэтажные планы зданий, качественное построение маршрута и полную информацию об организациях.

Наиболее универсальной технологией для отображения виртуальных карт является WebGL. Возможность запуска на любом устройстве делает данную технологию более универсальной.

2 Реализация проекта мультиплатформенный путеводитель по СФУ на базе технологии WebGL

2.1 Описание концепции проекта виртуального путеводителя

Ключевым пунктом концепции виртуального путеводителя по СФУ является выявление целевой аудитории (ЦА) и ее действий в программе, поскольку она определяет направление приложения, его внешний вид и информационное наполнение виртуального путеводителя. Целевая аудитория – это, прежде всего, круг лиц, заинтересованных в получении информации о кампусе Сибирского федерального университета. Цель ЦА не только найти конечную точку на карте, но и проложить маршрут до точки. Основной целевой аудиторией являются абитуриенты, школьники, студенты. Косвенной аудиторией являются родственники абитуриентов и студентов, преподаватели и работники СФУ.

Характеристика ЦА:

- регион: Красноярский край;
- школьники, абитуриенты, студенты, их родители и преподаватели;
- возраст целевой аудитории – от 15 до 45 лет;
- пол – мужчины и женщины.

Целевые действия пользователей приложения:

- ознакомиться с кампусом СФУ при помощи виртуальной сцены;
- составить маршрут до необходимой аудитории по цифровому названию (например, 2-01);
- составить маршрут до необходимой аудитории по ее названию (например, Кафедра ГИ);
- заполнить форму обратной связи;
- получить необходимую информацию по времени работы, контактам, описанию конкретного объекта.

Информация, которая может заинтересовать потенциального пользователя:

- справочная информация (поскольку виртуальный путеводитель имеет все признаки путеводителя, то необходимо снабдить пользователя справочной информацией о кампусе, постройках и организациях);
- контакты (ссылка на веб-сайт, номер телефона, адрес электронной почты, ссылка на социальные сети);
- время работы университета, кафедр и организаций;
- месторасположение (указать местоположение на карте аудиторий, кабинетов, банкоматов, столовых и т.п.);
- маршрут (построение маршрутов от входа в здание до определенной конечной точки, указанной пользователем);
- визуальное представление о постройках, при помощи фотографий, схематических изображений и описаний.

Интерфейс определяет то, как связаны между собой элементы программы, и то, как пользователю будет удобно обращаться к ним. Интерфейс ГИС основан на нескольких составляющих: виртуальной карте и элементах управления, которые располагаются поверх карты. Обобщая выводы на основе сравнительного анализа виртуальных карт, можно сказать, что интерфейс программ следует основным правилам представления информации:

- интуитивность;
- минималистичность;
- быстрозагружаемость;
- работоспособность.

1) Интуитивный интерфейс делает управление картой и прочими элементами понятным большинству пользователей. Для этого необходимо размещать заголовок программы, кнопку «меню» и поисковую систему в самом верху экрана. Кнопки управления программой не должны занимать много рабочего пространства и не должны причинять неудобство избыточно малым размером. Меню должно открываться сбоку, обычно слева экрана и т.д.

2) Слишком сложный интерфейс приносит несколько основных неудобств, которые могут отвлекать пользователя. Во-первых, перегруженность программы основными и дополнительными элементами на экране дезориентируют пользователя. Во-вторых, сложный интерфейс заставляет устройство обрабатывать большее количество информации. Чтобы избежать проблем на этом этапе разработчики прибегают к минимализму в дизайне, основанном на векторных элементах, и отбору информации первостепенной важности.

3) Дискомфорт, который вызван длительным временем ожидания загрузки программы, может оттолкнуть аудиторию. После десяти секунд ожидания пользователь чаще всего закрывает программу. В таком случае, разработчики применяют минималистический дизайн, оптимизацию под мобильные устройства, сжатие данных и последующую загрузку контента для того, чтобы сократить время ожидания.

4) Важным пунктом интерфейса является его отклик на действия пользователя и выполнение предсказуемых команд. Все элементы, которые отображены на экране, исполняют поставленные задачи и позволяют достичь цели пользователя. Например, при нажатии на кнопку «Поиск» происходит вывод результатов по введенной строке.

Оформление приложения – это оболочка, которая определяет внешний вид программы. Правильное применение цветовой гаммы, шрифтов, акцентов, расположения текста и объектов позволяют добиться привлекательности ресурса, удобства в работе. Также оформление способно направить пользователя. Каждое приложение представлено в своем собственном индивидуальном стиле, кроме тех, которые созданы одним разработчиком, в этом случае используется корпоративный стиль. Например, синий и белый цвета являются традиционными цветами компании Google, а оранжевый и серый – 2ГИС.

Цвета интерфейса создают эмоциональное восприятие среды, даже когда человек этого не сознает. В цветовой гамме при создании проекта лучше всего

использовать белый цвет, поскольку он позволяет сконцентрироваться на остальных цветах. Белый цвет лучше использовать как фон для текста. Вся текстовая информация, выполненная в черном и темно-серых тонах, хорошо создает контраст на белом фоне. Синий – это цвет доверия, безопасности и надежности, его светлые тона создают чувство дружелюбия. Таким образом, основным цветом является синий, дополнительные цвета – светлые оттенки синего. Для создания правильной цветовой гаммы используется веб-ресурс компании Adobe для сочетания цветов На рисунке 1 изображена цветовая гамма для интерфейса виртуального путеводителя по СФУ.

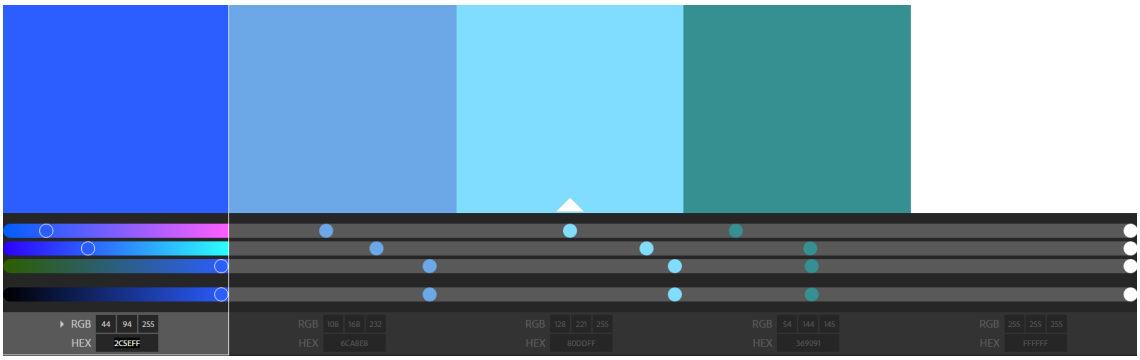

Рисунок 1 – Цветовая гамма для путеводителя

Основными ориентирами при создании дизайна и при оформлении виртуального путеводителя являются веб-сайты 2ГИС, Google Maps и Bing карты. По расположению элементов сайтов все ресурсы используют одинаковое расположение главных элементов.

Поисковая система располагается в верхнем левом углу экрана. Кнопка с изображением лупы, активирующая поиск, находится справа. В поисковой строке Google слева находится кнопка вызова меню. В меню представлены разные слои карты, помощь, справка, настройки и т.д. В других ГИС пункты меню вынесены на экран.

Кнопки управления картой располагаются в правой стороне экрана. Приближение и отдаление карты, определение местоположения, линейка, слои имеют символьное отображение. В мобильных версиях представлены только

масштабирование и определитель местоположения, которые располагаются также в правой части экрана для удобства при сенсорном управлении пальцами.

Информационные окна предоставляют интересующую информацию пользователю в полном виде. Помимо контактной информации здесь представлены развернутые заголовки и названия, изображения, ссылки и элементы навигации. Информационные окна располагаются слева и появляются последовательно сверху вниз или поверх друг друга. Расположение элементов интерфейса представлено на рисунке 2.

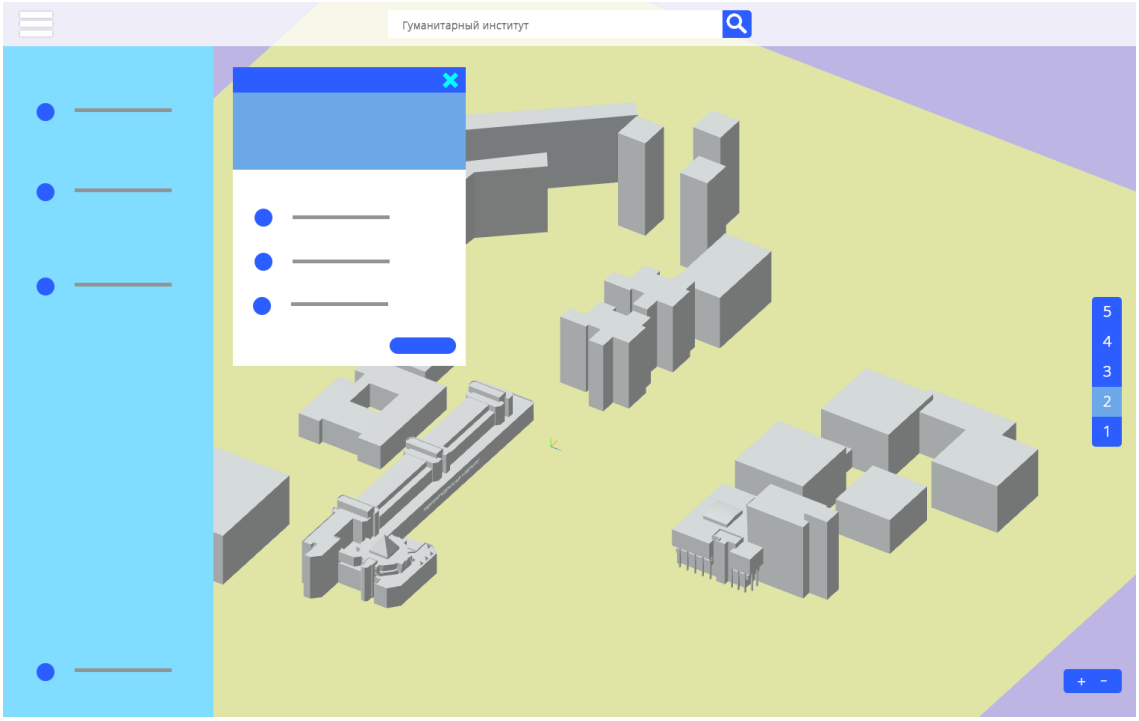

Рисунок 2 – Расположение элементов интерфейса

Поскольку визуальная информация воспринимается быстрее, чем текст, то все современные средства навигации отображают точки с помощью иконок. В рассмотренных программах все иконки имеют общее оформление и соответственную символику. Для того, чтобы лучше визуально представить кабинеты и организации СФУ необходимо ввести классификацию основных точек на карте.

В схематичных слоях карт представлены собственные цветовые решения для обозначения объектов. Однако для способов отображения автомобильных и пешеходных дорог, надписей, иконок и т.д. можно выделить общие признаки:

- пешеходные и второстепенные дороги меньше размером и отличаются цветом от первостепенных дорог;
- использование круглых иконок и специальных изображений для ключевых мест на карте и организаций;
- рядом с иконкой располагается текстовая строка без фона с названием точки;
- название улицы визуально представлено вдоль соответствующей дороги;
- при наведении на рабочий объект карты изменяется его цвет;
- при нажатии на иконку раскрывается информационное окно с подробным описание объекта.

Главной особенностью виртуальных карт является возможность взаимодействия. Можно перемещать, вращать и масштабировать карту. Так, например, в ПК для управления используется компьютерная мышь, а в устройствах с поддержкой сенсорного ввода информации происходит посредством управления пальцами. Для перемещения карты зажимается левая клавиша мыши, для вращения – правая, для масштабирования – колесико мыши.

Визуальное представление трехмерных моделей в программах выполнено схематично. При оформлении моделей не применяются текстурирование и светотени. Карты Google используют реалистичное построение моделей путем использования спутниковых фотографий. На данный момент большое количество моделей зданий, выполненных на высококачественном уровне, представлено компанией Google. Однако поэтажные планы зданий и навигация внутри помещений представлена у другого веб-ресурса – 2ГИС. Визуальная составляющая indoor-навигации (навигация внутри помещений) выполнена при помощи применения ортогональной камеры, цветового оформления и плавной анимации. В связи с тем, что навигация разработчиков является лидером ГИС-направления, то следует ориентироваться на нее.

2.2 Обоснование выбора технологии и инструментария разработки

Среди большого числа технологий реализации виртуальных путеводителей большим преимуществом обладает технология WebGL. Поддержка на всех устройствах без установки программного обеспечения является ключевым фактором в сравнении с разработкой в средах-конструкторах. Помимо того, доступность библиотек, среды разработки и обилие примеров со справочным материалом позволяют качественнее организовать проект. Кроссплатформенность и популярность технологии отображена на рисунке 3.

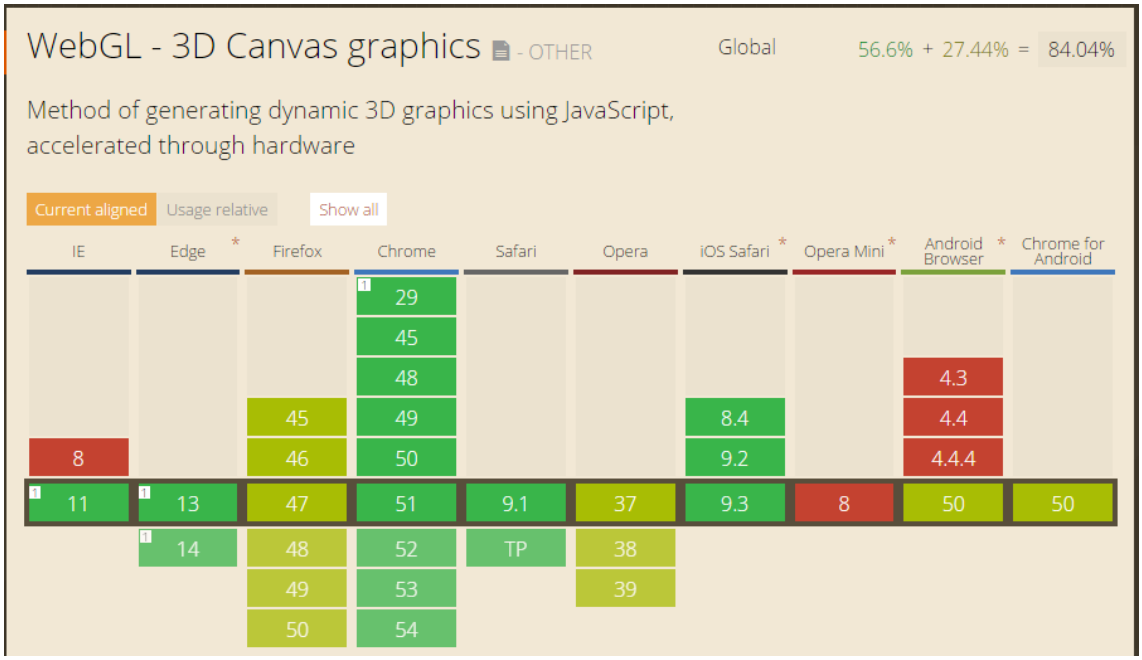

Рисунок 3 – Поддержка браузерами технологии WebGL

На данный момент существуют десятки библиотек, позволяющих реализовать виртуальный путеводитель. Среди них наибольшей популярностью пользуется библиотека «three.js» версии «76», поскольку обладает следующими преимуществами [15]:

- большое количество документации, примеров, успешных проектов;

- популярные навигационные сайты построены на базе библиотеки «three.js»;

- технология поддерживается у 84% пользователей;

- большое количество инструментов для разработки.

Первостепенной задачей является выбор соответствующего программного обеспечения и технических средств, необходимых для создания виртуального путеводителя. Сюда относятся редакторы текста, редакторы трехмерной графики для моделирования объектов и редакторы двухмерной графики для создания текстур. На сегодняшний день разработано большое количество программного обеспечения.

Для реализации нашего проекта в сети Интернет для начала необходимо создать сайт на локальном компьютере, поскольку при редактировании кода в сети Интернет уходит большое количество времени на загрузку файлов в Интернет. Поэтому гораздо легче и быстрее создать сервер на локальной машине. Для этого на компьютер устанавливается WAMP (Windows Apache MySQL PHP). WAMP – это программа, которая связывает отдельные пакеты программ и создает разработочный сервер.

Sublime Text – это кроссплатформенный текстовый редактор. Программа часто используется в качестве редактора исходного кода. Подходит для редактирования всех языков программирования. Sublime Text распространяется бесплатно, однако существует и платная версия.

Данный редактор обладает следующими достоинствами:

- быстрая навигация;

- командная палитра;

- поддержка плагинов;

- возможность одновременного редактирования;

- кроссплатформенность.

HTML5 является новой открытой платформой, предназначенной для создания веб-приложений, использующих аудио, видео, компьютерную графику, анимацию и многое другое. Важным нововведением является

поддержка элемента «холст» (canvas), способного реализовать в своем контексте 3D графику аппаратной поддержки без использования дополнительных плагинов.

CSS – это каскадные таблицы стилей, которые используются для описания внешнего вида документа. Наиболее полно поддерживающими стандарт CSS являются браузеры, работающие на движках Gecko (Mozilla Firefox и др.), WebKit (Safari, Arora, Google Chrome) и Presto (Opera) [12].

Javascript – это язык программирования, получивший свое распространение в браузерах как язык сценариев, придающий интерактивность веб-страницам. Это полноценный язык, программы на котором можно запускать и на сервере.

Достоинства:

- полная интеграция с HTML/CSS;
- простая реализация сложных программ;
- поддержка всеми распространёнными браузерами и включение по умолчанию.

PHP (рекурсивный акроним словосочетания PHP: Hypertext Preprocessor) – это распространенный язык программирования общего назначения с открытым исходным кодом. PHP сконструирован специально для ведения веб-разработок и его код может внедряться непосредственно в HTML. Однако PHP отличается от JavaScript тем, что PHP-скрипты выполняются на сервере и генерируют HTML, который посылается клиенту [12].

Достоинства:

- обработка информации на стороне сервера;
- создание динамических страниц;
- отправка и прием cookies;
- поддержка широкого круга баз данных.

MySQL – свободная реляционная система управления базами данных. MySQL является очень быстрым, надежным и легким в использовании программным обеспечением. Также MySQL является системой клиент-сервер,

которая содержит многопоточный SQL-сервер, обеспечивающий поддержку различных вычислительных машин баз данных.

Threejs – это небольшая по объему подключаемая библиотека на Javascript. Позволяет создавать ускоренную анимированную на GPU 3D графику, используя язык JavaScript как часть сайта без подключения плагинов для браузера. Это возможно благодаря использованию технологии WebGL. Threejs может использоваться совместно с Canvas, SVG или WebGL [18].

Достоинства threejs:

- добавление на сцену и удаление объектов в режиме реального времени;
- ортогональная и перспективная камеры;
- широкий спектр источников света (направленный, точечный, внешний и т.д.);
- экспорт и импорт различных форматов с трехмерными моделями;
- работа во всех браузерах, поддерживающих технологию WebGL.

Недостатки:

- разработка библиотеки находится на начальной стадии, поэтому на данный момент нет окончательной версии;
- небольшое количество документации и русскоязычных источников библиотеки;
- относительно большой объем библиотеки.

Autodesk 3ds Max – полнофункциональная профессиональная программа для создания и редактирования трёхмерной графики и анимации, разработанная компанией Autodesk. 3ds Max располагает обширными средствами для создания разнообразных по форме и сложности трёхмерных компьютерных моделей, реальных или фантастических объектов окружающего мира, с использованием разнообразных техник и механизмов. Для архитектурной визуализации на данный момент не существует лучшей программы, чем 3ds Max, – это совместимость с другими приложениями Autodesk, например AutoCad, обширная библиотека архитектурных материалов, и гибкие настройки визуализатора [17].

Достоинства трехмерного редактора:

- при всей своей сложности 3ds Max имеет удобный и понятный интерфейс;

- большое количество инструментов, необходимых при моделировании самых разных архитектурных проектов;

- текстурирование, освещение, импорт и экспорт моделей.

SEA3D – открытая библиотека и набор инструментов для разработчиков игр. Подключаемая библиотека позволяет использовать собственный формат объектов.

Достоинства:

- открытый исходный код и кроссплатформенность;

- иерархия объектов сцены;

- сжатие данных посредством алгоритма Lzma.

Adobe Photoshop – многофункциональный графический редактор, разработанный и распространяемый фирмой Adobe Systems. В основном работает с растровыми изображениями, однако имеет некоторые векторные инструменты. Продукт является лидером рынка в области коммерческих средств редактирования растровых изображений и наиболее известным продуктом фирмы Adobe. Данная программа применяется для создания и редактирования текстур для трехмерных моделей сцены.

Adobe illustrator – векторный графический редактор, разработанный фирмой Adobe. Был задуман как редактор векторной графики, однако дизайнеры используют его в разных целях. Программа обладает широким набором инструментов для рисования и возможностями управления цветом и текстом.

Open Server – набор программных средств для имитации серверной платформы на локальном компьютере. Содержит в себе весь необходимый набор программного обеспечения, удобный интерфейс для работы и большое количество настраиваемых компонентов. Используется для разработки, отладки

и тестирования веб-приложений. Имеет несколько версий веб-серверов: Apache и nginx, а также разные версии PHP и MySQL.

2.3 Реализация задачи создания «мультиплатформенного путеводителя по СФУ на базе технологии WebGL» и разработка программной оболочки

Для хранения каждой группы файлов, написанных на определенном языке программирования или одного типа, создается своя папка, для библиотек на JavaScript – «js», для таблиц стилей CSS – папка «css», изображения и текстуры хранятся в папке «images», код на PHP для обработки запросов соответственно в «php». Для хранения сцены используется папка «models». Основной файл, содержащий разметку, называется «index.html».

Файл «index.html» является основным, поскольку запускает весь проект. Чтобы обеспечить высокую скорость загрузки веб-приложения, необходимо отобразить минимум информации и производить импорт модели после загрузки всех библиотек. Поэтому создается контейнер «div» с «canvas», в который будет производиться загрузка сцены. Поисковая система, меню и навигация по карте располагаются поверх контейнера. Чтобы не нагружать сервер большим количеством запросов, в тело главного документа вставляются векторные изображения, вместо растровой графики. Тег «canvas» хранится в контейнере «div». Таким образом, документ загружается менее чем за 3 секунды и отображает все элементы интерфейса.

Для подготовки трехмерного пространства путеводителя необходимо настроить основные составляющие сцены. Источники света, камера, визуализатор и анимация настраиваются программно в файле «main,js». Визуализатор позволяет изменить конечное изображение сцены, здесь задаются ширина и высота экрана, а также цвет заднего фона. Для вывода на мобильные устройства используются значения «document.documentElement.clientWidth» и «document.documentElement.clientHeight», вместо «window.innerWidth» и

«window.innerHeight» соответственно. Все настройки камеры содержатся в переменной «camera». Камера является окном вывода сцены, поэтому для нее задаются значения полной ширины и высоты экрана. Создавая перспективную камеру через «THREE.PerspectiveCamera» присваивается значение «45» для угла обзора. Задаем положение камеры в пространстве и цели камеры через «camera.position.set» и «camera.lookAt». Чтобы осветить объекты сцены используются направленные источники света – «THREE.DirectionalLight». Для равномерного освещения создается два источники с суммирующим значением силы света равным единице. Анимация используется для обновления сцены, поскольку после ее изменения есть необходимость визуально отобразить результат изменения. Для этого через визуализатор вызывается функция «render» для переменной «camera», т.е. «renderer.render(scene, camera)». Обновление кадра происходит 60 раз за секунду. Таким образом, для обновления кадров необходимо постоянно выполнять обновление сцены. Поскольку анимация всей сцены процесс ресурсозатратный для процессора, то, во-первых, заменим постоянную анимацию на анимацию, которая будет вызываться при совершении действий со стороны пользователя, например, перемещение камеры. Во-вторых, используем вызов функции «requestAnimationFrame», которая сама распределяет ресурсы процессора при выполнении анимации.

Первоначально в «three.js» нет конструкторов позволяющих добиться перемещения объекта по сцене. Библиотека «OrbitControls» добавляет функцию передвижения путем назначения клавишам мыши обработчиков событий и перемещения камеры сцены. Левая клавиша используется для вращения вокруг цели камеры, правая клавиша – перемещения по осям, колесико мыши – приближения или отдаления камеры от цели. Добавив в код переменную «controls = new THREE.OrbitControls(camera, container)», можно изменить настройки камеры и передвижения по сцене. Установим нижний угол в значение 45 градусов для камеры, присвоим ограничение высоты и чувствительности камеры для компьютерной мыши.

Three.js библиотека позволяет реализовать трехмерные модели путем импорта объектов в формате «obj». Для этого необходимо использовать загрузчик, который встроен в библиотеку. Проблема большого размера конечных сцен в этом формате не позволяет производить быструю обработку и загрузку сцены. Для решения проблемы используется формат «sea3d», способный сжать размер сцены в 10 раз, сохраняя всю необходимую информацию о вершинах и полигонах. Для работы формата подключается соответствующая библиотека «sea3d.min.js». В самом коде пишется функция загрузки «THREE.SEA3D()», производящая загрузку файлов и их обработку. Поскольку загрузчик не может подключить библиотеку материалов в формате «mtl», то необходимо организовать загрузку текстур и наложение в самой сцене. Воспользуемся для этих целей загрузчиком изображений «TextureLoader».

Для создания интерактивности сцены, возможности отклика на действия пользователя подключается библиотека «threex.domevents.js». Она позволяет добавить взаимодействие с объектами сцены путем присваивания им обработчиков событий. Библиотека имеет два вида событий: для компьютерной мыши и сенсорных экранов. Для мыши используются такие события как единичное и двойное нажатие, перемещение указателя, удержание зажатой клавиши и разжатие и контекстное меню. Сенсорным экранам доступны удержание, перемещение и окончание удержания. Чтобы воспользоваться функцией для объекта «object» с удержанием мыши используется выражение «domEvents.addEventListener(object, 'mousedown', clickObject, false)», где при срабатывании события вызывается функция «clickObject».

Для отображения ключевых точек на карте и содержащейся в них информации используется AJAX технология. Данная технология позволяет загрузить данные с сервера без перезагрузки веб-страницы. После получения поисковой строки на серверной стороне формируется массив данных, который принимается программой и обрабатывается для вывода информации. Процесс формирования маршрута и его технология подробно представлены в параграфе 2.7.

2.4 Создание базы данных объектов путеводителя

Для хранения больших объемов данных необходимо воспользоваться электронной базой данных, которая будет хранится и обрабатываться на сервере. Для создания и редактирования базы данных используется программа «phpMyAdmin».

В базе данных необходимо разделить информацию по отдельным таблицам. В таблице «Buildings» хранится вся информация, описывающая основные постройки приложения. Здесь представлены справочная информация, например, название здания, его адрес, описание, ссылки на изображения, время работы, контактная информация, информация о внутренней структуре и привязка к трехмерной модели по названию.

Таблица «Floors» содержит в себе перечень этажей, относящихся к той или иной модели здания на трехмерной сцене. Данные позволяют связать и сгруппировать между собой главные объекты и подобъекты.

Сущности «Points» хранят информацию о точках карты. Атрибутами являются название точки, ее координаты на сцене, булевая переменная «path» и привязка к этажу. Здесь представлены точки маршрута, которые связаны между собой. Они не имеют названия и не отображаются на сцене, однако представлены в таблице «connections» в виде направленных графов. Другие точки на карте представлены в виде иконок, они обозначают кабинеты и ключевые места на этаже.

В каждой точке кабинета содержится от одной до четырех организаций. Для этого перечисляем их в таблице «Organizations», где описывается организация, ее контакты и привязка к точке карты.

Информация в виде телефонных номеров, изображений, ссылок на социальные сети могут представлены один, несколько раз или отсутствовать. Для этих нужд создаются таблицы «socials», «tel_number», «images»,

содержащие ссылки на вторичные ключи точек и необходимую информацию. Схема базы данных представлена на рисунке 4.

ЗДАНИЯ / BUILDINGS	
ПЕРВИЧНЫЙ КЛЮЧ	ID
НАЗВАНИЕ	TITLE
ОПИСАНИЕ	DESCRIPTION
АДРЕС	ADDRESS
ИЗОБРАЖЕНИЕ	IMAGES
ТЕЛЕФОН	TEL_NUMBER
ЭЛЕКТРОННАЯ ПОЧТА	EMAIL
ВРЕМЯ РАБОТЫ	TIME_WORK
3D-МОДЕЛЬ	MODEL
КОЛИЧЕСТВО ЭТАЖЕЙ	LEN_FLOORS
НИЖНИЙ ЭТАЖ	FIRST_FLOOR
ЭТАЖ ВХОДА	DOOR_FLOOR

ИЗОБРАЖЕНИЯ / IMAGES	
ПЕРВИЧНЫЙ КЛЮЧ	ID
ВТОРИЧНЫЙ КЛЮЧ ЗДАНИЯ	BUILDINGS.ID
ССЫЛКА НА БОЛЬШОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ	LINK_BIG
ССЫЛКА НА МАЛЕНЬКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ	LINK_MINI

ЭТАЖИ / FLOORS	
ПЕРВИЧНЫЙ КЛЮЧ	ID
НОМЕР ЭТАЖА	FLOOR_NUM
ВТОРИЧНЫЙ КЛЮЧ ЗДАНИЯ	BUILDINGS.ID

ОРГАНИЗАЦИИ / ORGANIZATIONS	
ПЕРВИЧНЫЙ КЛЮЧ	ID
ВТОРИЧНЫЙ КЛЮЧ КАБИНЕТА	ID.OBJECTS
ЗАГОЛОВОК	TITLE
ОПИСАНИЕ	DESCRIPTION
ВРЕМЯ РАБОТЫ	TIME_WORK
ТЕЛЕФОН	TEL_NUMBER
ВЕБ-САЙТ	WEB
ЭЛЕКТРОННАЯ ПОЧТА	EMAIL
СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ	SOCIALS
ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ОБЪЕКТ	RESPONSIBLE

СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ / SOCIALS	
ПЕРВИЧНЫЙ КЛЮЧ	ID
ВТОРИЧНЫЙ КЛЮЧ	ID.ORGANIZATIONS
АДРЕС СЕТИ	LINK

ТОЧКИ	
ПЕРВИЧНЫЙ КЛЮЧ	ID
НАЗВАНИЕ	TITLE
X	X
Y	Y
Z	Z
ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ТОЧКА	PATH
ВТОРИЧНЫЙ КЛЮЧ ЭАТАЖА	FLOOR

СВЯЗИ/ CONNECTIONS	
ПЕРВИЧНЫЙ КЛЮЧ	ID
ОТКУДА	FROM
КУДА	TO

ТЕЛЕФОН / TEL_NUMBER	
ПЕРВИЧНЫЙ КЛЮЧ	ID
ВТОРИЧНЫЙ КЛЮЧ	ID.ORGANIZATIONS
НОМЕР ТЕЛЕФОНА	TEL_NUMBER

Рисунок 4 – Схема базы данных

На этом этапе работы мы создали базу данных, содержащую информацию о 19 зданиях площадок № 1 и № 4 СФУ. Также в базе данных хранится информация о этажах учебных корпусов, по которым производится навигация, информация о ключевых точках карты и точках маршрута.

2.5 Создание трехмерных моделей.

На данный момент сайты с трехмерной навигацией не используют высокополигональные модели. Эти модели выполнены либо с помощью изображений, имитирующих 3D модели, либо с помощью простых низкополигональных моделей, повторяющих контуры зданий или боксов (box - англ. коробка). Текстурирование, освещение, подробный ландшафт местности на картах не отображаются. Такой тип представления карты позволяет решить ряд задач, направленных на быструю работу с клиентской стороны и низкий

объем занимаемой памяти. Трехмерные модели для разных ГИС представлены на рисунке 5.

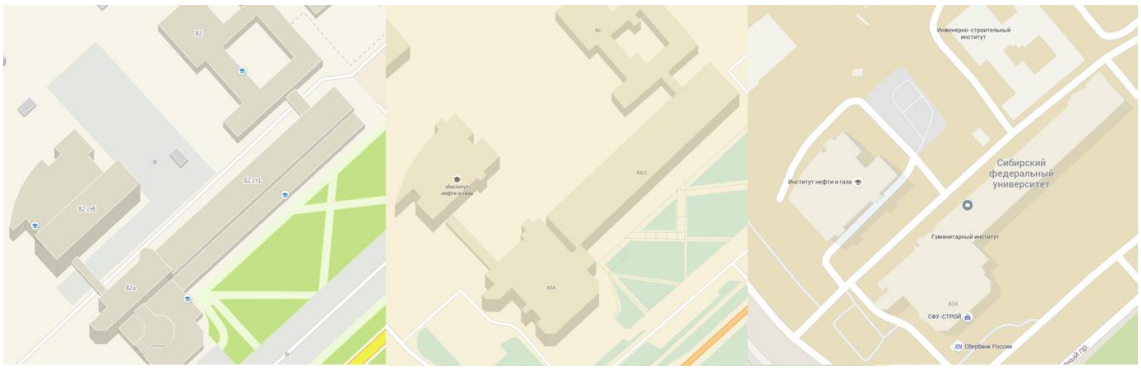

Рисунок 5 – Трехмерные модели 2ГИС, Яндекс карт, Google Maps

Автомобильные, пешеходные, железные дороги, парковки, линии маршрута и другие второстепенные элементы обозначены отличительным цветом и формой. С этими объектами не производится взаимодействие, однако они могут лучше сориентировать пользователя в пространстве.

Пешеходные переходы, остановки, учебные корпуса, магазины и другие элементы карты могут взаимодействовать с пользователем. При работе с ними можно получить более подробную информацию или построить маршрут от/до данного элемента.

Удобным и эффективным способом отображения внутренних помещений зданий 2ГИС выполнены этажи. Коридоры и комнаты разделены невысокими стенами и цветом. Ортогональная камера показывает все составляющие элементы сцены на одинаковом расстоянии и только под определенным углом в 45 градусом. Пример этажей продемонстрирован на рисунке 6.

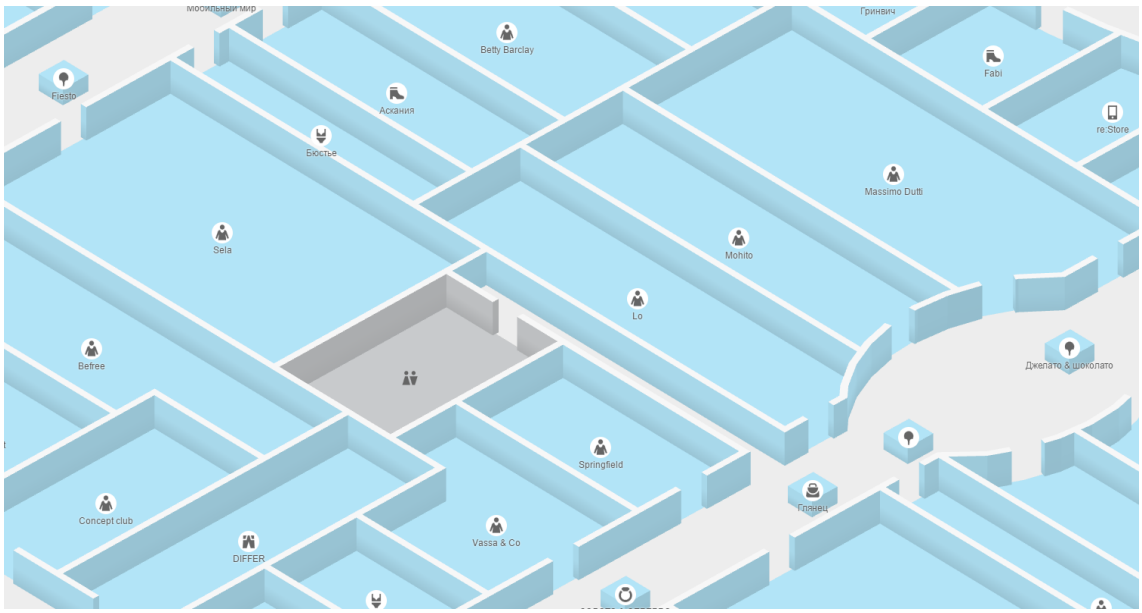

Рисунок 6 – Этажи 2ГИС

Необходимо в полной мере представить площадку 1 и 4. Для этого необходимо реализовать учебные корпуса, общежития и ключевые точки на карте. Список всех зданий кампуса представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Список трехмерных моделей зданий № 1 и № 4 площадок

Название	Адрес	Тип здания	Функция модели
Научная библиотека	Свободный проспект 79/10	Библиотека	Навигационная
«Пирамида	Свободный проспект 82а	Учебный корпус	Навигационная
Институт нефти и газа	Свободный проспект 82/6	Учебный корпус	Навигационная
Корпус «К»	Свободный проспект 82	Учебный корпус	Навигационная
Корпус 1	Свободный проспект 79/1	Учебный корпус	Декоративная
Корпус 2	Свободный проспект 79/2	Учебный корпус	Декоративная
Корпус 3	Свободный проспект 79/3	Учебный корпус	Декоративная
Корпус 4	Свободный проспект 79/4	Учебный корпус	Декоративная
Корпус 5	Свободный проспект 79/5	Учебный корпус	Декоративная
Общежитие	Свободный проспект 80	Общежитие	Декоративная

Окончание таблицы 2

Общежитие	Свободный проспект 78	Общежитие	Декоративная
Общежитие	Свободный проспект 76	Общежитие	Декоративная
Общежитие	Свободный проспект 76ж	Общежитие	Декоративная
Общежитие	Свободный проспект 76и	Общежитие	Декоративная
Общежитие	Свободный проспект 76к	Общежитие	Декоративная
Общежитие	Свободный проспект 76а	Общежитие	Декоративная
Общежитие	Свободный проспект 76д	Общежитие	Декоративная
Выставочный центр СФУ	Свободный проспект	Выставочный центр	Декоративная

Представленные в наиболее качественных навигационных системах 3D моделей являются простыми боксами без применения текстур, теней, карт нормалей и так далее, кроме Google Maps и Google Earth. Поскольку мы используем формат для сжатия сцены «sea», то можем детально отобразить конструктивные особенности каждой постройки, не превышая лимита полигонов.

При разработке моделей зданий учитывались особенности конструкции, отличительные признаки зданий и цвета. Для моделирования зданий использовались стандартные примитивы типа «Box» и метод полигонального моделирования «Edit Poly» [16]. Результат создания моделей зданий представлен на рисунке 7.

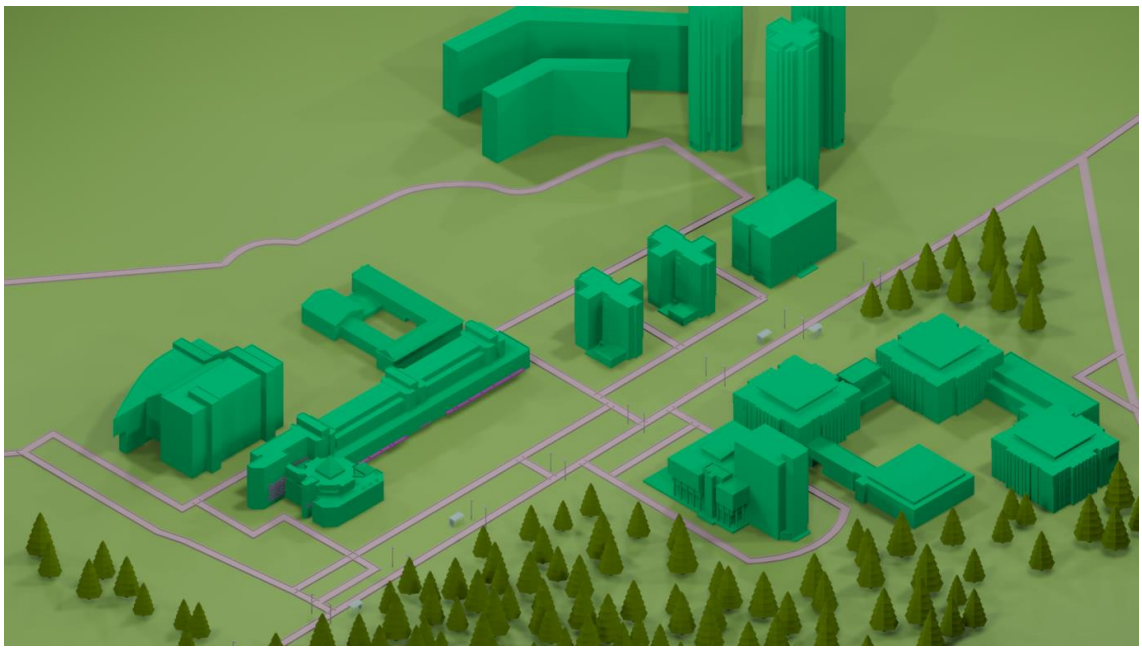

Рисунок 7 – Трехмерная модель площадок № 1 и № 4

Для навигации внутри зданий необходимо смоделировать 8 этажей для учебного корпуса «Пирамида» (Свободный проспект 82а), 4 этажа для корпуса «К» (Свободный проспект 82), корпус «Институт нефти и газа» – 8 этажей (Свободный проспект 82/6), Научная библиотека СФУ – 4 этажа (Свободный проспект 79/10).

Для создания этажей воспользуемся методом «выдавливания» линии для создания объема стен, который описывается и используется 2ГИС для своих этажей. На объектах типа «Plane» (Плоскость) размещаются поэтажные планы корпусов. Поверх него размещаем такой же «Plane», который выполняет роль будущих стен. Используя инструмент «Cut» рисуем линии стен.

Необходимо придерживаться несколько правил, чтобы не допустить ошибок на этом этапе разработке:

- на местах пересечения линий необходимо размещать связывающую их вершину (Vertex);

- все линии (Edges) должны быть параллельными или перпендикулярными друг другу;

- если на плоскости появляются черные пробелы, то необходимо построить в этом месте дополнительную линию.

После редактирования плоскости следует этап формирования стен. Чтобы придать им толщину, выделим все образующие стены линии. Воспользуемся инструментом «Chamfer» (Фаска) и установим постоянное и достаточное значение. После создания толщины зададим высоту стен. Высота должна быть обозначена так, чтобы в сумме стены не превышали высоту здания, но и терялись на фоне пола. Инструмент «Extrude» (Выталкивать) позволяет присвоить необходимую высоту для стен. Результат создания модели этажа представлен на рисунке 8.

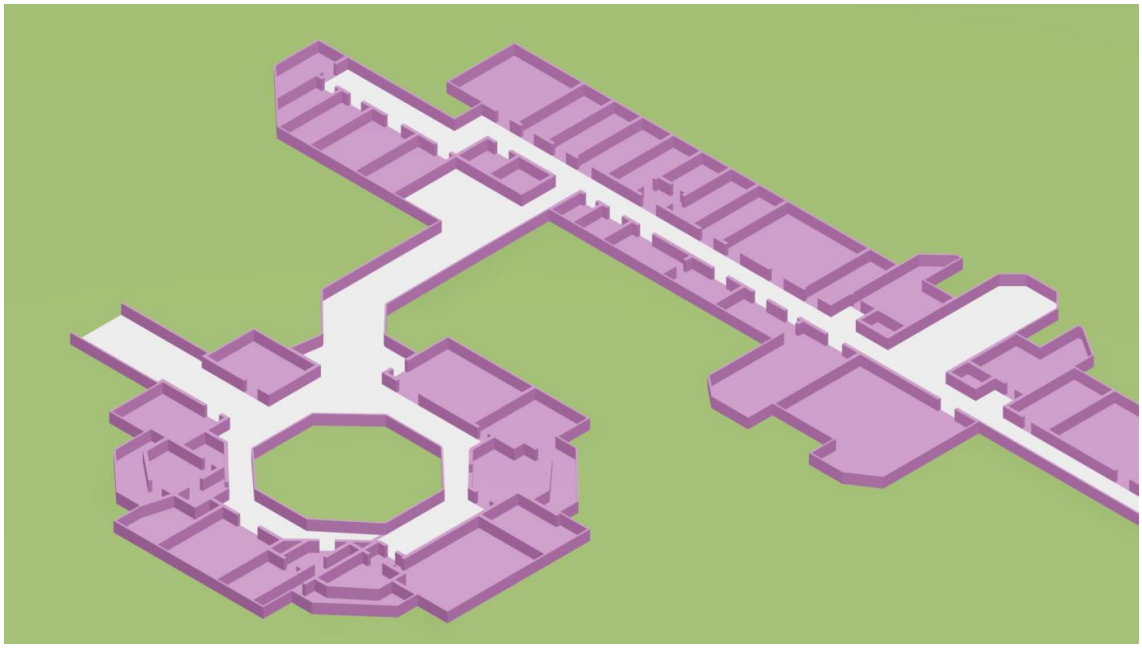

Рисунок 8 – План четвертого этажа учебного корпуса «Пирамида»

Для оформления сцены используются модели, которые позволяют лучше обозначить местность и ключевые места карты. Дорога выполненная с помощью линии и модификатора «Sweep» (Изгибать) позволяют обозначить места проезда автомобилей. Расстановка вдоль главной дороги фонарей, помогает отличить ее от второстепенной дороги. Обозначим лес, применяя

инструмент «Object Paint Tool», для расстановки копий объекта-дерева. Для мест остановки автобуса используется соответствующая модель остановки.

Текстурирование применяется для создания более реалистичного внешнего вида трехмерным моделям. Чтобы создать текстурную карту, используется модификатор «Unwrap UVW». Сохраняется uv-развертка в формате растрового изображения. Применяя редактор Adobe Photoshop создается текстура. Uv-сетка и текстура отображены на рисунке 9.

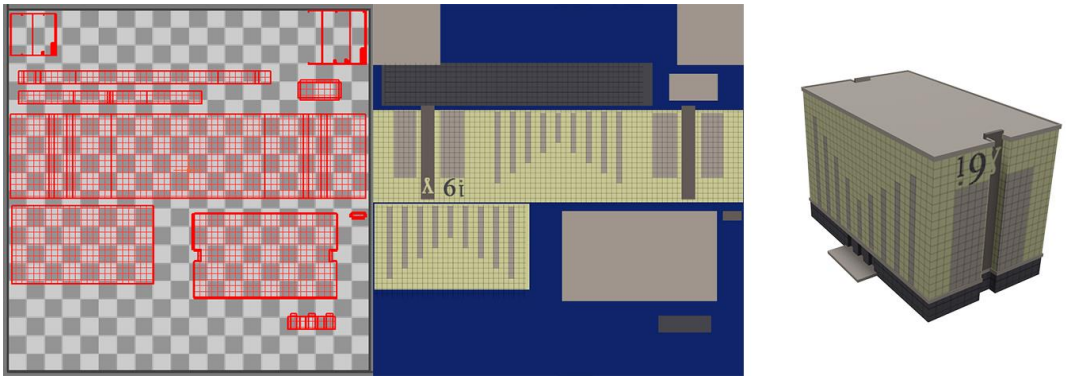

Рисунок 9 – Текстурирование модели

Таким образом были смоделированы низкополигональные трехмерные модели девятнадцати зданий, из которых четыре имеют схематичные модели этажей. Также для оформления территории кампуса были использованы модели деревьев, остановок, дорог, фонарей, прилегающих построек, парковок и т.д.

Размер всей сцены в формате «obj» составил 5.9 Мбайт. Однако после конвертирования файла в формат «sea» размер сцены составил 750 Кбайт.

2.7 Реализация технологии поиска маршрута

Алгоритм нахождения маршрута основывается на математических графах, которые представлены на рисунке 10. Существуют вершины и связи между ними, графы могут быть ориентированными или смешанными. Первые отличаются тем, что поиск происходит в одном направлении от вершины к вершине. Вторые отличаются тем, что можно передвигаться по вершинам в

любом направлении. Для построения маршрута необходимо хранить информацию об этих вершинах. Для этого в базе данных создается таблица с названием «points», в которой хранится уникальный номер вершины, ее название, позиция на карте и другие атрибуты, среди которых наибольшее значение имеет атрибут идентификатора этажа. Для связей используется таблица «connections», главными атрибутами будут идентификационные номера точек, от которой начинается направление и в которой заканчивается маршрут [1, 2].

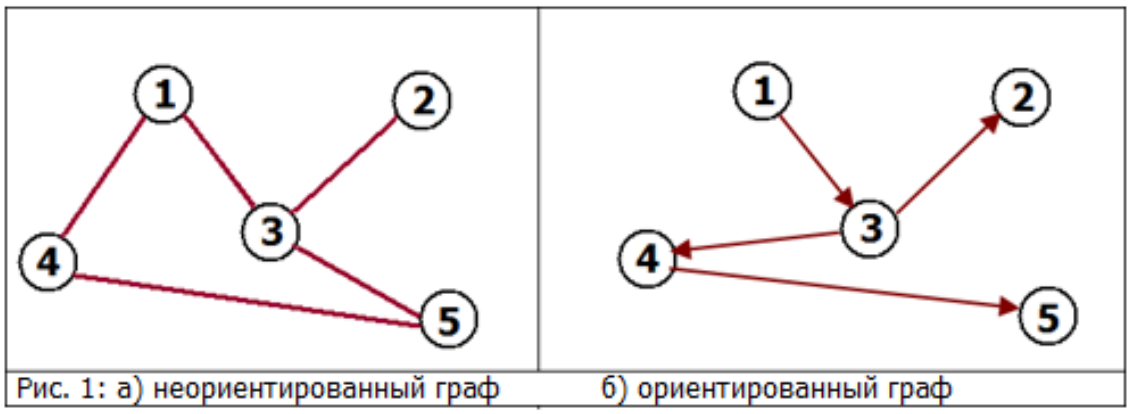

Рисунок 10 – Графы неориентированные и ориентированные

Все точки на карте разделяются на точки маршрута и ключевые. Первые не отображаются, однако по ним строится и отображается маршрут карты. Вторые используются для отображения на их позициях иконок организаций. В зависимости от выбранного в трехмерном здании этажа загружается набор соответствующих ему вершин. Сразу после загрузки идет обработка точек на карте, присваивается информация об организациях.

Если поиск производится через результаты поисковой системы, то посылается запрос на получение информации на сервер. На сервере формируется массив данных для соответствующего запросу этажу. Происходит сравнение полученной строки с данными в базе. Заголовки описания организаций, названия ключевых точек на карте, номера кабинетов и категории являются ключевыми атрибутами для поиска. При совпадении запись

присваивается массиву, который после шифрования отсылается клиентской стороне. После успешной отправки и получения информации камера сцены переходит к главному входу трехмерной модели, строится маршрут от входа в здание до лестницы или конечной точки. Удаление маршрута возможно при выходе из поэтажного обзора или непосредственно перед построением нового пути.

Технология визуального отображения построенного маршрута основана на использовании стандартных примитивов библиотеки «threejs». Маршрут строится в определенном порядке, начиная от главного входа и заканчивая конечной точкой. От одной до другой точки строится «Plane» (плоскость). Для правильного расположения плоскости создается функция, которая через вектора определяет необходимые координаты на сцене. Ширина плоскости одинакова для всего пути, а длина определяется расстоянием между вершинами. На точках стыка плоскостей добавляется сфера или цилиндр, позволяющие сгладить углы. Традиционный материал «MeshBasicMaterial» не отображает тени, поэтому весь маршрут, состоящий из разных плоскостей, стыковочных сфер и цилиндров, выглядит сплошной линией на карте. Все составляющие пути хранятся как единый объект и не отвечают на взаимодействия со стороны пользователя.

Таким образом, для получения маршрута используются стандартные средства библиотеки «threejs». Функция для построения маршрута использует два параметра на входе: точку начала маршрута и ее конца. В самой функции определяется положение промежуточных плоскостей, записывается единый объект пути в переменную и происходит вывод на экран. Технология организации маршрута таким образом позволяет эффективно строить маршрут.

2.8 Описание разработанного программного продукта

Функционал веб-сайта позволяет получить информацию о постройках университета, этажах, ключевых точках и организациях. Навигация

осуществляется поисковой строкой в верхней части экрана и с помощью самостоятельного перемещения по трехмерной сцене. Предоставляется описание реальных площадок № 1 и № 4 Сибирского федерального университета. Вся информация представлена в базе данных и формируется на выдачу, исходя из поискового запроса пользователя. При наличии поэтажных планов отображается план текущего этажа, на котором отображены иконки организаций. Для организации перехода между этажами используется специальная панель с номерами и кнопкой выхода из обзора.

В интерфейсе ресурса представлены меню с пунктами «Справка», «Помощь» и «Отзыв». Пункт «Справка» дает краткое описание ресурса. Пункт «Помощь» загружает изображение с инструкцией пользования ресурсом. Описывается функциональное назначение клавиш мыши для осуществления навигации и работа поисковой системы. «Отзыв» позволяет отправить электронное сообщение разработчику ресурса. Для отправки электронного письма необходимо заполнить поля электронного адреса, темы и текстового сообщения. Поисковая строка и кнопка поиска располагаются в верхней части экрана, кнопки масштабирования в нижней правой части экрана, а окно переключения между этажами в центре справа. Цветовая гамма выполнена в синих тонах. Все элементы окна оформлены в соответствии с рекомендациями для материального дизайна.

Трехмерная сцена представлена объектами реальных моделей зданий и этажей, которые выполняют функцию навигации. Автомобильные и пешеходные дороги, остановки, лес и прочие объекты выполняют декоративную функцию. Модели выполнены с минимальным количеством вершин для быстрой загрузки на клиентскую сторону. Текстуры для каждой постройки представлены изображениями разрешением 256*256 пикселей в формате «jpg». Конечная сцена конвертируется в формат «sea». Таким образом, получилось сжать размер сцены с 6 Мбайт до 0,8 Мбайт.

Алгоритм поиска и построения пути от входа в здание до конкретного места на карте использует точки и связи между ними, которые хранятся в базе

данных. Через цикл перебираются возможные комбинации вершин, среди которых только одна с наименьшим количеством точек отправляется пользователю. После ее получения отображается маршрут. Если маршрут представлен в пределах одного этажа, то создается один объект сцены, состоящий из линий. Если необходимо отобразить маршрут для нескольких этажей, то строится несколько объектов. Для отображения используются последовательно связанные между собой «PlaneGeometry», которые имеют сплошной материал и одинаковый цвет.

Рекомендации для виртуального путеводителя направлены на визуальное улучшение ресурса и расширение функциональных возможностей, которые не затрагивают налаженную технологию создания программы.

Важным пунктом рекомендаций является работа, связанная с пополнением и оптимизацией базы данных. Поскольку представлено только четыре здания из девяти учебных корпусов, среди которых возможна indoor-навигация на площадках № 1 и № 4, то пополнение базы данных является следующим естественным процессом работы. Большее количество данных приведет к выявлению новых видов организаций, следовательно, необходимо будет создавать новые категории и пункты для описания информации. Для этого следует создать новые таблицы, добавить или удалить атрибуты, редактировать запросы на получение данных. Для быстрой и безопасной работы следует найти новые способы передачи данных. необходимо применить способы обработки поисковых запросов и шифрования и дешифрования данных.

Для новых записей базы данных моделируются новые объекты сцены. Строятся поэтажные планы и декоративные объекты. Поскольку увеличение трехмерных объектов приводит к увеличению размера сцены, то следует искать способы оптимизации или новые способы построения моделей с минимальным количеством полигонов.

Категории организаций, могут быть упорядоченно сгруппированы в специальном пункте меню. Это позволит отобразить в окне результатов

отдельную группу для общего вида камеры. В том случае, когда представлен план этажей, возможно отобразить только иконки выбранной категории, при условии, что они присутствуют на этаже.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуальность бакалаврской работы заключается в необходимости создания мультиплатформенного виртуального путеводителя по Сибирскому федеральному университету на базе технология WebGL.

В процессе работы над данной темой был поставлен и выполнен ряд задач: произвести поиск, анализ и синтез информации о виртуальных путеводителях, рассмотреть платформы для создания трехмерных объектов на базе технологии WebGL, создать базу данных учебных корпусов и смоделировать трехмерные модели корпусов университета.

В первой главе мы рассмотрели определение виртуального путеводителя, его историческое происхождение и развитие, виды используемых технологий. Также мы изучили технологические особенности построения виртуальных туров для различных платформ, их достоинства и недостатки.

Во второй главе мы разработали виртуальный путеводитель по Сибирскому федеральному университету и его концепцию, в которой представлены дизайн и структура виртуального тура, на основе проведенного анализа в первой главе.

Таким образом, главная цель работы – разработать мультиплатформенный путеводитель по Сибирскому федеральному университету на базе технологии WebGL считается достигнутой. Работа карты в современных браузерах производится стабильно. Путеводитель запускается в мобильных устройствах и отображает всю необходимую информацию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алгоритм поиска A* [Электронный ресурс] : статья ред. от 4.03.2016 // Свободная интернет-энциклопедия «Википедия». – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм поиска_A*

2. Алгоритмы поиска путей на JavaScript [Электронный ресурс] : статья от 24.09.2014 // Коллективный IT Блог «Хабрахабр». – Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/238001

3. Антонова З.В. Становление и развитие путеводителя как вида издания. М.: МГОУ, 2006. 13 с.

4. Браузерная 3D WebGL игра с возможностью установки в IndexedDB [Электронный ресурс] : статья от 16.10.2015 // Коллективный IT Блог «Хабрахабр». – Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/268919/

5. Геоинформационная система [Электронный ресурс] : статья ред. от 21.06.2016 // Свободная интернет-энциклопедия «Википедия». – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Геоинформационная_система

6. Геоинформационные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kpfu.ru/portal/docs/F1502929774/GIS.pdf

7. Знакомство с WebGL [Электронный ресурс] : статья от 24.01.2011 // Коллективный IT Блог «Хабрахабр». – Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/112430/

8. Игровой мир WebGL или Three.js vs Babylon.js [Электронный ресурс] : статья от 26.01.2015 // Коллективный IT Блог «Хабрахабр». – Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/246259/

9. Навигация в помещениях с iBeacon и ИНС. [Электронный ресурс] : статья от 9.12.2014 // Коллективный IT Блог «Хабрахабр». – Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/245325/

10. Проект 3D ГИС городского пространства. [Электронный ресурс] : статья от 2.02.2015 // Коллективный IT Блог «Хабрахабр». – Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/249487/

11. Руцинская И.И. Путеводитель как феномен массовой культуры. Образы российских регионов в провинциальных путеводителях второй половины XIX -начала XX в. М.: Ленард, 2013. 288 с.

12. Робин Никсон. Создаем динамичные веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5. Полное пошаговое руководство по созданию динамичных веб-сайтов.Изд. 3-е. СПб.: Питер, 2016. 688 с.

13. Создание и внедрение ГИС (геоинформационных систем) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://datum-group.ru/projects/gis/

14. Структура СФУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://structure.sfu-kras.ru/

15. Что выбрать для 3D сайта – Three.js или Blend4Web? [Электронный ресурс] : статья от 16.17.2015 // Коллективный IT Блог «Хабрахабр». – Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/262749/

16. 3D дизайн и моделирование дома: создаем 3D модель дома в max'е [Электронный ресурс]. Сайт дизайна интерьеров и компьютерной графики. – Режим доступа: http://www.3dray.ru/3d_dizajn_3d_modelirovanie_doma_3d_model i_domov.htm

17. 3D редакторы, плюсы и минусы [Электронный ресурс] : статья от 16.17.2015 // Коллективный IT Блог «Хабрахабр». – Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/136350/

18. Documentation ThreeJS. Creating a scene [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://threejs.org/docs/index.html#Manual/Introduction/Creating_a_scene

19. List of geographic information systems software [Электронный ресурс] : статья ред. от 19.04.2016 // Свободная интернет-энциклопедия «Википедия». – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_geographic_information_systems_software

20. WebGL – Интерфейсы веб API [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/API/WebGL_API

21. WEBGL FRAMEWORK COMPARISON [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://bnjm.github.io/WebGL-framework-comparison/

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Описание программ

№	Наименование	Ссылка на источник	Вид карт	Функция построения маршрута	Адаптивность для разного типа устройств	Платформа реализации	Технология реализации	Отображение карты
1	2ГИС	https://2gis.ru	indoor/outdoor	outdoor	есть	Веб-сайт	WebGL	2D
2	2ГИС beta	http://beta.2gis.ru	outdoor	outdoor	есть	Программа	3D модели + векторные изображения	2D/3D
3	Bing Карты	https://www.bing.com/mapspreview	outdoor	outdoor	есть	Веб-сайт	Векторный изображени	2D
4	British Museum Guide Lite	https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.bm.london.vusiem	indoor	нет	есть	Мобильное приложение	Интерактивное изображение	2D
5	Campus Guide	http://www.campusguiden.no	indoor/outdoor	indoor/outdoor	есть	Веб-сайт	Векторные изображения	2D
6	Google Earth	https://www.google.com/earth/download/ge/agree.html	outdoor	нет	есть	Программа	WebGL	2D/3D
7	Google Maps	https://www.google.ru/maps	outdoor	outdoor	есть	Веб-сайт	WebGL	2D/3D
8	Google Maps	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.maps	outdoor	outdoor	есть	Мобильное приложение	WebGL	2D/3D
9	Maps.me	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mapswithme.maps.pro	outdoor	outdoor	есть	Мобильное приложение	Векторные изображения	2D/3D

Окончание приложения А

10	Musee d'Orsay Lite	https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.dor.paris.vusiem	indoor	нет	есть	Мобильное приложение	Изображения	2D
11	OpenStreetMap	https://www.openstreetmap.org	outdoor	outdoor	есть	Веб-сайт	Векторные изображения	2D
12	Карты Спутник.ру	http://maps.sputnik.ru	outdoor	outdoor	есть	Веб-сайт	Изображения	2D
13	Музей Эрмитаж	https://play.google.com/store/apps/details?id=org.hermitagemuseum	indoor	нет	есть	Мобильное приложение	Изображения	2D
14	Навигация ГУАП	http://purecreation.ru/suainav/index.html	indoor/outdoor	indoor	есть	Веб-сайт	Изображения	2D
15	Юсуповский Дворец на Мойке	https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.smrtlabs.yusupovpalace	indoor	нет	есть	Мобильное приложение	Изображения	3D
16	Яндекс.Карты	https://maps.yandex.ru	outdoor	outdoor	есть	Веб-сайт	Изображения	2D

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Описание инструментов программ

№	Наименование	Наличие поисковой системы	Разделение на категории	Масштабирование	Определение местоположения	Линейка	Обратная связь
1	2ГИС	есть	есть	есть	есть	есть	есть
2	2ГИС beta	есть	есть	есть	нет	нет	есть
3	Bing Карты	есть	есть	есть	есть	есть	есть
4	British Museum Guide Lite	есть	есть	есть	есть	нет	есть
5	Campus Guide	есть	есть	есть	есть	нет	есть
6	Google Earth	есть	есть	есть	есть	есть	есть
7	Google Maps	есть	нет	есть	есть	есть	есть
8	Google Maps	есть	есть	есть	есть	есть	есть
9	Maps.me	есть	есть	есть	есть	есть	есть
10	Musee d'Orsay Lite	есть	есть	есть	нет	нет	есть
11	OpenStreetMap	есть	есть	есть	есть	есть	есть
12	Карты Спутник.ру	есть	есть	есть	есть	есть	есть
13	Музей Эрмитаж	есть	есть	есть	нет	есть	нет
14	Навигация ГУАП	нет	нет	есть	нет	нет	есть
15	Юсуповский Дворец на Мойке	нет	есть	есть	есть	нет	нет
16	Яндекс.Карты	есть	есть	есть	есть	есть	есть

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Описание объектов карты

№	Наименование	Изображение	Информационное окно	Иконка
1	2ГИС	есть	есть	есть
2	2ГИС beta	нет	есть	есть
3	Bing Карты	есть	есть	есть
4	British Museum Guide Lite	нет	нет	нет
5	Campus Guide	нет	нет	есть
6	Google Earth	есть	нет	есть
7	Google Maps	есть	есть	есть
8	Google Maps	есть	есть	есть
9	Maps.me	нет	есть	есть
10	Musee d'Orsay Lite	нет	есть	нет
11	OpenStreetMap	нет	есть	есть
12	Карты Спутник.ру	нет	нет	есть
13	Музей Эрмитаж	есть	есть	есть
14	Навигация ГУАП	нет	нет	есть
15	Юсуповский Дворец на Мойке	есть	есть	есть
16	Яндекс.Карты	есть	есть	есть

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Описание подобъектов и организаций

№	Наименование	Информационное окно	Телефон	Электронная почта	Веб-сайт	Изображение	Указатель входа (здание/организация)	Режим работы	Фактический адрес	Ссылки на социальные сети	Категория	Иконка
1	2ГИС	есть	есть	есть	есть	есть	есть/есть	есть	есть	есть	есть	есть
2	2ГИС beta	есть	есть	есть	есть	нет	есть/нет	есть	есть	есть	есть	есть
3	Bing Карты	есть	есть	нет	есть	есть	есть/нет	есть	есть	нет	есть	есть
4	British Museum Guide Lite	есть	нет	нет	нет	есть	нет/нет	нет	нет	нет	есть	есть
5	Campus Guide	нет	нет	нет	нет	нет	есть/есть	нет	нет	нет	есть	есть
6	Google Earth	нет	нет	нет	нет	нет	нет/нет	нет	есть	нет	нет	нет
7	Google Maps	есть	есть	нет	есть	есть	есть/нет	есть	есть	нет	есть	есть
8	Google Maps	есть	есть	нет	есть	есть	есть/нет	есть	есть	нет	есть	есть
9	Maps.me	есть	есть	есть	есть	нет	нет/нет	есть	есть	нет	есть	есть

Окончание приложения Г

10	Musee d'Orsay Lite	есть	нет	нет	нет	есть	нет/нет	нет	нет	нет	есть	нет
11	OpenStreetMap	есть	нет	нет	нет	нет	нет/нет	нет	есть	нет	есть	есть
12	Карты Спутник.ру	есть	есть	нет	есть	нет	нет/нет	есть	есть	нет	есть	есть
13	Музей Эрмитаж	есть	нет	нет	нет	есть	нет/нет	нет	нет	нет	есть	есть
14	Навигация ГУАП	нет	нет	нет	нет	нет	есть/есть	нет	нет	нет	есть	есть
15	Юсуповский Дворец на Мойке	нет	нет	нет	нет	нет	нет/нет	нет	нет	нет	нет	нет
16	Яндекс Карты	есть	есть	нет	есть	есть	есть/нет	есть	есть	есть	есть	есть