

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 09.03.04 «Программная инженерия»  
 ООП/ОПОП – Разработка программно-информационных систем  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка приложения для разметки облака точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей
УДК 004.932.72`1:004.032.26

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К93	Быстров Евгений Вячеславович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Мирошниченко Евгений Александрович	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСНГ	Гасанов Магеррам Али оглы	д.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Мезенцева Ирина Леонидовна			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Чердынцев Евгений Сергеевич	к.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке стандартов, норм и правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
ОПК(У)-5	Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем
ОПК(У)-6	Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов

ОПК(У)-7	Способен применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с информатикой
ОПК(У)-8	Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен выполнять интеграцию программных модулей и компонент
ПК(У)-2	Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения
ПК(У)-3	Способен создавать техническую документацию на продукцию в сфере информационных технологий, управлять технической информацией
ПК(У)-4	Владение навыками использования операционных систем, сетевых технологий, средств разработки программного интерфейса, применения языков и методов формальных спецификаций, систем управления базами данных
ПК(У)-5	Способен проводить, оценивать и следить за выполнением концептуального, функционального и логического проектирования систем малого и среднего масштаба и сложности

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 09.03.04 «Программная инженерия»  
 ООП/ОПОП – Разработка программно-информационных систем  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП/ОПОП  
 \_\_\_\_\_ Чердынцев Е.С.  
 (Подпись)      (Дата)      (ФИО)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8K93	Быстров Евгений Вячеславович

Тема работы:

Разработка приложения для разметки облака точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 30-96/с от 30.01.2023 г.

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	29.05.2023 г.
--	---------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	Объектом проектирования в выпускной квалификационной работе является веб-приложение для разметки облаков точек с целью классификации и обучения нейронных сетей
<b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ предметной области</li> <li>2. Проектирование приложения</li> <li>3. Реализация приложения</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li> <li>5. Социальная ответственность</li> </ol>

<b>Перечень графического материала</b>	1. Диаграмма Ганта 2. Диаграммы, необходимые на этапе проектирования приложения 3. Рисунки, демонстрирующие результаты работы
--	---

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али оглы
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	27.02.2023 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОИТ ИШИТР	Мирошниченко Евгений Александрович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8К93	Быстров Евгений Вячеславович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 09.03.04 «Программная инженерия»  
 ООП/ОПОП – Разработка программно-информационных систем  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий  
 Период выполнения – весенний семестр 2022/2023 учебного года

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8К93	Быстров Евгений Вячеславович

Тема работы:

Разработка приложения для разметки облака точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	29.05.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.03.2023	Анализ предметной области	20
24.04.2023	Проектирование приложения	25
10.05.2023	Реализация приложения	25
20.05.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	15
25.05.2023	Социальная ответственность	15

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Мирошниченко Евгений Александрович	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП/ОПОП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Чердынцев Евгений Сергеевич	к.т.н.		

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К93	Быстров Евгений Вячеславович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 94 страницы, 31 рисунок, 21 таблицу, 20 литературных источников и 3 приложения.

**Ключевые слова:** программное обеспечение, веб-приложение, веб-разработка, облака точек, классификация облака точек, разметка облака точек.

**Объектом исследования** является веб приложения для разметки облаков точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей.

**Цель работы:** проектирование и реализация приложения для разметки облаков точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей.

**В результате исследования** было спроектировано и реализовано веб-приложение, позволяющее размечать облака точек для его дальнейшей классификации и обучения нейронных сетей.

**Основные характеристики:** среда разработки – Visual Studio Code, библиотеки – React.js, Three.js, Potree.js, языки программирования – JavaScript, TypeScript, GLSL.

**Степень внедрения:** частичная.

**Область применения:** геодезия, архитектура, автономная навигация, виртуальная реальность.

**Экономическая эффективность/значимость работы:** снижение затрат на обучение моделей искусственного интеллекта, предназначенных для определения объектов в пространстве.

**В будущем планируется** доработка приложения, разработка собственных алгоритмов для классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей.

## Содержание

Введение .....	11
Обзор литературы .....	14
1 Анализ предметной области .....	15
1.1 Определение облака точек и его роль в трехмерном моделировании и анализе данных.....	15
1.2 Обзор существующих методов разметки облака точек и классификации объектов в пространстве.....	16
1.2.1 Ручная разметка облака точек .....	16
1.2.2 Полуавтоматическая разметка облака точек .....	17
1.2.3 Автоматическая разметка облака точек .....	19
1.2.4 Методы классификации объектов в пространстве .....	20
1.3 Оценка необходимости разработки.....	22
1.3.1 Влияние на научные и технологические тренды.....	22
1.3.2 Практическая значимость .....	23
1.3.3 Новизна и оригинальность.....	23
1.4 Анализ конкурирующих решений.....	24
1.4.1 CloudCompare.....	25
1.4.2 AutoCAD Civil 3D.....	25
1.4.3 Pix4D .....	26
2 Проектирование приложения .....	27
2.1 Описание процессов работы проектируемого приложения.....	27
2.1.1 Диаграммы в нотации IDEF0.....	27
2.1.2 Блок схема в нотации EPC.....	29
2.1.3 Диаграмма вариантов использования.....	29
2.2 Определение инструментов разработки .....	30
2.2.1 Языковые инструменты разработки .....	30
2.2.2 Вспомогательные инструменты разработки.....	32



2.3	Требования к проектируемому приложению .....	34
2.3.1	Функциональные требования .....	34
2.3.2	Нефункциональные требования .....	34
2.4	Проектирование дизайна пользовательского интерфейса .....	35
2.5	Архитектура приложения.....	39
3	Программная реализация .....	40
3.1	Описание пользовательского интерфейса .....	40
3.2	Описание выходных данных.....	48
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	50
4.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	50
4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования .....	50
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений.....	51
4.1.3	SWOT-анализ .....	54
4.2	Планирование научно-исследовательских работ.....	57
4.2.1	Структура работ в рамках научного исследования .....	58
4.3	Определение трудоемкости выполнения работ .....	58
4.4	Бюджет научно-технического исследования .....	61
4.4.1	Расчет материальных затрат научно-технического исследования.....	62
4.4.2	Расчет амортизации специального оборудования.....	62
4.4.3	Основная заработная плата исполнителей темы .....	63
4.4.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	65
4.4.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	66
4.4.6	Накладные расходы .....	66

4.4.7	Бюджетная стоимость НИР .....	67
4.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	68
5	Социальная ответственность .....	75
5.1	Введение .....	75
5.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	75
5.2.1	Правовые нормы трудового законодательства.....	75
5.2.2	Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны .....	77
5.3	Производственная безопасность .....	78
5.3.1	Длительное статическое напряжение мышц.....	78
5.3.2	Монотонность труда, вызывающая монотонию.....	81
5.3.3	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения .....	82
5.3.4	Повышенный уровень шума.....	82
5.3.5	Повышенный уровень статического электричества.....	83
5.4	Экологическая безопасность.....	85
5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	86
5.6	Вывод по разделу .....	88
	Заключение .....	89
	Список использованных источников .....	90
	Приложение А .....	92
	Приложение Б.....	93
	Приложение В .....	94

## **Введение**

В современном мире трехмерное моделирование и анализ данных становятся все более важными в различных научных и технологических областях. Трехмерные модели играют ключевую роль в геодезии, архитектуре, автономной навигации, виртуальной реальности и других сферах. Для успешного трехмерного моделирования необходимо иметь точные и полные данные о геометрии и структуре объектов в пространстве. Одним из основных инструментов для получения таких данных является облако точек.

Облако точек представляет собой множество трехмерных точек, описывающих геометрию и расположение объектов в пространстве. Оно может быть получено с помощью различных методов, таких как лидар, стереофотограмметрия или 3D-сканирование. Однако, для дальнейшего использования и анализа облака точек необходимо выполнить его разметку, то есть классификацию точек по принадлежности к определенным объектам или классам.

Разметка облака точек и классификация объектов в нем являются сложными задачами, требующими высокой точности и эффективности.

В этом контексте возникает необходимость разработки приложения для разметки облака точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей. Такое приложение предоставит возможность повысить точность разметки, сократить время выполнения задачи и обеспечить более эффективное обучение нейронных сетей для классификации объектов.

В результате, разработка приложения для разметки облака точек является актуальной проблемой, отвечающей требованиям современных научных и технологических трендов. Она предоставляет возможность автоматизировать и улучшить процесс разметки трехмерных данных, что имеет практическое применение в различных областях, таких как автономная навигация, робототехника, архитектура и геоинформационные системы.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование и разработка веб-приложения для разметки облака точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ предметной области разрабатываемого веб-приложения.
2. Провести обзор и сравнительный анализ существующих конкурирующих решений для разметки облаков точек.
3. Определить функциональные требования к проектируемому веб-приложению.
4. Спроектировать макеты графических интерфейсов веб-приложения.
5. Спроектировать веб-приложение.
6. Выбрать средства и инструменты разработки.
7. Реализовать клиентскую часть веб-приложения для разметки облаков точек.
8. Описать результаты проделанной работы.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является веб-приложение для разметки облака точек.

Предметом исследования является процесс классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей.

## **Определения, обозначения, сокращения**

### **Определения**

В данной работе применены описанные ниже термины с соответствующими определениями:

Облако точек — это совокупность огромного количества измерений: набор точек данных или координат в трех измерениях.

Библиотека – это набор предопределенных функций, классов и ресурсов, который предоставляется разработчикам для упрощения создания программных приложений.

JavaScript – язык программирования, который используется для создания интерактивных веб-страниц и приложений.

TypeScript – язык программирования, позиционируемый как средство разработки веб-приложений, расширяющее возможности JavaScript.

Клиент – аппаратный или программный компонент вычислительной системы, посылающий запросы серверу.

Веб-приложение – программное обеспечение, работающее на сервере и предоставляющее возможность взаимодействий с пользователем через веб-браузер.

Нейронная сеть – математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма.

### **Обозначения и сокращения**

В данной работе применены описанные ниже сокращения с соответствующими определениями:

UML – Unified Modeling Language;

JSON – JavaScript Object Notation;

API – Application Programming Interface;

UX – User Experience;

UI – User Interface.

## **Обзор литературы**

Для проектирования и разработки веб-приложения был проведен анализ предметной области и необходимых инструментов разработки.

Была определена роль облаков точек в трехмерном моделировании и анализе данных, которое подробно описано в источнике [1].

Подробный анализ алгоритмов существующих методов разметки и классификации объектов в пространстве облаков приведен в источнике [2].

Был проведен описательный обзор конкурентных решений, обзор CloudCompare представлен в источнике [3], обзор AutoCAD Civil 3D представлен в источнике [4], а обзор Pix4D представлен в источнике [5].

Основным языковым инструментом для разработки веб-приложения выступил язык программирования TypeScript, особенности которого описаны в источнике [6]. Языком программирования для работы с графической частью веб-приложения выступил язык GLSL, особенности которого описаны в источнике [7].

Разработка веб-приложения осуществлялась с применением библиотеки React. Особенности данной технологии описаны в источнике [8].

Помимо этого, для визуализации облаков точек и непосредственной разметки использовались библиотеки Three.js и Potree.js, особенности которых описаны в источниках [9, 10].

## **1 Анализ предметной области**

### **1.1 Определение облака точек и его роль в трехмерном моделировании и анализе данных**

В контексте трехмерного моделирования и анализа данных, облако точек представляет собой набор трехмерных координатных точек, которые описывают поверхность объекта или сцены. Облака точек являются важным источником информации, содержащей данные о геометрии, цвете и текстуре объектов, а также другие атрибуты. Они могут быть созданы различными способами, включая лазерное сканирование, фотограмметрию или синтез моделей.

В трехмерном моделировании облака точек играют роль основы для создания трехмерных моделей объектов, сцен или ландшафтов. Они предоставляют информацию о точках на поверхности, что позволяет реконструировать трехмерную геометрию объектов. Процессы, такие как выделение поверхностей, заполнение пробелов и сглаживание, используются для создания полных и точных трехмерных моделей на основе облака точек.

В анализе данных облака точек играют важную роль в извлечении информации и понимании структуры объектов или сцен. Путем анализа облаков точек можно вычислить различные признаки, такие как гистограммы расстояний, описатели формы или статистические характеристики, которые могут быть использованы для классификации объектов, обнаружения аномалий, измерения размеров или планирования маршрутов.

Облака точек применяются в различных областях, включая геодезию, архитектуру, машиностроение, геологию и другие. Они находят применение в задачах визуализации данных, реконструкции сцен, распознавания объектов и во многих других областях. Однако работа с облаками точек также включает ряд вызовов и проблем, таких как обработка больших объемов данных, шум и неполнота данных, необходимость разработки эффективных алгоритмов обработки и анализа, а также выбор оптимальных методов и инструментов для работы с облаками точек.

## **1.2 Обзор существующих методов разметки облака точек и классификации объектов в пространстве**

Обзор существующих методов разметки облака точек и классификации объектов в пространстве важен для понимания современных подходов и технологий, используемых в этой области.

В контексте разработки приложения для разметки облака точек и классификации объектов в пространстве, необходим обзор существующих методов, которые применяются для этой цели. Это поможет определить наиболее эффективные подходы и выбрать подходящие методы для решения задачи.

### **1.2.1 Ручная разметка облака точек**

Ручная разметка является традиционным и прямолинейным методом разметки облака точек. Она включает в себя интерактивное выборочное указание объектов и их классов непосредственно пользователем. Хотя этот метод является точным, он требует большого количества времени и труда, особенно для больших объемов данных.

Процесс ручной разметки облака точек может включать следующие шаги:

- **Визуализация облака точек:** облако точек отображается пользователю в трехмерном виде, позволяя ему просматривать объекты и сцену со всех углов и масштабировать изображение при необходимости.
- **Выбор объектов:** пользователь выбирает объекты, которые требуется разметить. Это может быть выполнено путем указания точек, соответствующих границам объектов, или путем выделения областей вокруг объектов с использованием интерактивных инструментов.
- **Классификация объектов:** пользователь присваивает классы или метки выбранным объектам. Классы могут быть определены



заранее, основываясь на конкретной задаче, либо пользователь может создавать классы по мере необходимости.

- **Корректировка и уточнение:** в процессе разметки пользователь может производить корректировки и уточнения, чтобы точнее определить границы и классы объектов. Это может включать добавление или удаление точек, изменение классов или дополнительные операции, чтобы лучше соответствовать реальным объектам и сцене.
- **Проверка и сохранение результатов:** после завершения разметки пользователь может просмотреть и проверить результаты, убедившись, что объекты правильно размечены и классифицированы. Затем результаты могут быть сохранены для дальнейшего использования или анализа.

Однако следует отметить, что ручная разметка облака точек требует значительных усилий и времени, особенно при работе с большими объемами данных. Кроме того, она может быть подвержена субъективности и ошибкам человеческого фактора. Поэтому для более эффективной разметки облака точек часто применяются полуавтоматические или автоматические методы, которые комбинируют ручную разметку с использованием алгоритмов компьютерного зрения и машинного обучения для улучшения точности и ускорения процесса.

### **1.2.2 Полуавтоматическая разметка облака точек**

Полуавтоматические методы разметки облака точек комбинируют ручную разметку с автоматическими алгоритмами. Они используют методы компьютерного зрения и обработки изображений для идентификации и сегментации объектов в облаке точек. Затем пользователь может внести корректировки или уточнения. Этот подход ускоряет процесс разметки, сохраняя при этом точность.

Процесс полуавтоматической разметки облака точек может включать следующие шаги:

- **Сегментация объектов:** сначала применяются алгоритмы компьютерного зрения и обработки изображений для сегментации облака точек и выделения отдельных объектов. Это может включать применение методов кластеризации, сегментации по порогу, растровой обработки и других техник.
- **Автоматическая классификация:** после сегментации объектов применяются алгоритмы автоматической классификации, основанные на машинном обучении. Модели машинного обучения, такие как нейронные сети или методы классификации, могут быть обучены на обучающей выборке данных для определения классов объектов.
- **Корректировка и уточнение:** пользователь может просматривать результаты сегментации и классификации и вносить корректировки, если необходимо. Это может включать добавление или удаление объектов, коррекцию границ объектов или изменение классов. Пользователь взаимодействует с программным интерфейсом, чтобы внести изменения и уточнения.
- **Проверка и сохранение результатов:** после завершения полуавтоматической разметки пользователь может просмотреть результаты и убедиться, что объекты правильно размечены и классифицированы. Затем результаты могут быть сохранены для дальнейшего использования или анализа.

Преимущество полуавтоматической разметки состоит в том, что она комбинирует высокую точность автоматических алгоритмов с возможностью пользовательской корректировки. Это позволяет ускорить процесс разметки и снизить нагрузку на пользователя, в то время как сохраняется высокая точность и контроль над результатами. Однако такой подход все равно может требовать некоторых усилий со стороны пользователя для внесения

корректировок и проверки результатов, особенно в случае сложных сцен и объектов.

### **1.2.3 Автоматическая разметка облака точек**

Автоматические методы разметки облака точек полностью основаны на алгоритмах компьютерного зрения и машинного обучения. Они используются для автоматической классификации объектов в облаке точек. Эти методы требуют предварительной обучающей выборки, на основе которой строятся модели машинного обучения, такие как нейронные сети или методы классификации, чтобы определить классы объектов.

Процесс автоматической разметки облака точек может включать следующие шаги:

- Подготовка обучающей выборки: необходимо собрать или создать обучающую выборку данных, которая содержит облака точек с размеченными объектами и соответствующими классами. Эта выборка используется для обучения моделей машинного обучения.
- Обучение моделей машинного обучения: на основе обучающей выборки проводится процесс обучения моделей машинного обучения, таких как нейронные сети или методы классификации. Модели обучаются находить характеристики и признаки, которые позволяют отличать разные классы объектов в облаке точек.
- Применение моделей для классификации: обученные модели применяются к новым неразмеченным облакам точек для автоматической классификации объектов. Модели анализируют характеристики точек в облаке и определяют их принадлежность к определенным классам объектов.
- Проверка и регулировка результатов: важным шагом является проверка и оценка результатов автоматической классификации. Возможно, потребуется корректировка параметров моделей или

проведение дополнительных итераций обучения для улучшения точности и надежности результатов.

Преимущества автоматической разметки облака точек включают высокую скорость обработки и способность работать с большими объемами данных. Кроме того, она может быть полезна в случаях, когда требуется обработать большое количество облаков точек и выполнить классификацию в автоматическом режиме.

Однако следует учитывать, что автоматическая разметка может столкнуться с некоторыми ограничениями. В некоторых случаях точность классификации может быть ниже, чем при ручной или полуавтоматической разметке. Кроме того, автоматическая разметка может быть более ограничена в обнаружении и классификации сложных или редких объектов.

Таким образом, автоматическая разметка облака точек может быть полезным инструментом для быстрой предварительной классификации и анализа, но, возможно, потребуются дополнительная проверка и ручное вмешательство для достижения высокой точности в задачах, требующих более сложных алгоритмов или обработки нестандартных объектов.

#### **1.2.4 Методы классификации объектов в пространстве**

При классификации объектов в пространстве на основе облаков точек применяются различные подходы.

Ниже приведены некоторые из распространенных методов классификации объектов в пространстве:

##### **Методы машинного обучения**

Методы машинного обучения, включая нейронные сети, случайные леса, метод опорных векторов и др., используются для обучения моделей, которые могут классифицировать объекты на основе характеристик и признаков облака точек. Эти методы требуют предварительной разметки обучающей выборки данных, где каждый объект имеет известный класс.

##### **Геометрические методы**

Геометрические методы классификации основаны на анализе геометрических характеристик и структуры облака точек. Например, методы соседства, такие как k-ближайших соседей, используют ближайшие точки для определения класса объекта. Другие методы, такие как методы границ и формы, определяют классы объектов на основе их формы и границ.

### **Статистические методы**

Статистические методы классификации применяются для анализа статистических характеристик облака точек и объектов. Например, методы, основанные на распределении точек или методах компонентного анализа, могут быть использованы для определения класса объекта на основе статистической информации о его окружении.

### **Текстурные методы**

Текстурные методы классификации используют текстурные характеристики облака точек для определения классов объектов. Это может включать анализ гистограмм расстояний, локальных дескрипторов или других текстурных свойств точек. Такие методы позволяют учесть информацию о текстуре поверхности объекта для классификации.

### **Гибридные методы**

Гибридные методы классификации объединяют несколько подходов или методов для достижения более точных и надежных результатов. Например, можно комбинировать геометрические и статистические методы или применять методы машинного обучения совместно с текстурными методами.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и ограничения, и выбор конкретного метода зависит от характеристик данных, требований к точности классификации и доступных ресурсов. Важно провести анализ и сравнение различных методов, чтобы выбрать наиболее подходящий для конкретной задачи разметки облака точек и классификации объектов в пространстве.

## **1.3 Оценка необходимости разработки**

### **1.3.1 Влияние на научные и технологические тренды**

Разработка приложения для разметки облака точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей имеет значительное влияние на современные научные и технологические тренды. Внедрение такого приложения может привести к нескольким существенным изменениям и прогрессу в соответствующих областях.

Во-первых, разработка такого приложения способствует развитию и применению методов машинного обучения и компьютерного зрения. Это открывает новые возможности для автоматической разметки облака точек и классификации объектов в пространстве. Применение нейронных сетей и алгоритмов глубокого обучения позволяет достичь высокой точности и эффективности в процессе классификации, что в свою очередь способствует более точному анализу и интерпретации трехмерных данных.

Во-вторых, данное приложение предоставляет улучшенные инструменты для трехмерного моделирования и анализа данных. Благодаря автоматизации процесса разметки и классификации, исследователи и специалисты в области могут более эффективно работать с облаками точек, получая точные и полезные данные для своих исследований и проектов. Это способствует более точным и надежным результатам в области трехмерного моделирования и анализа данных.

В-третьих, разработка приложения для разметки облака точек имеет потенциал для применения в различных областях, таких как автономная навигация, робототехника, архитектура и геоинформационные системы. Автоматическая разметка облака точек позволяет создавать точные и детализированные трехмерные модели окружающей среды, что является важным фактором для разработки автономных транспортных средств и роботов, а также для проектирования и планирования строительных проектов. Точная классификация объектов в пространстве также имеет большое значение для геоинформационных систем и картографии.

### **1.3.2 Практическая значимость**

Разработка приложения для разметки облака точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей обладает значительной практической значимостью. Внедрение такого приложения может привести к весомым преимуществам и улучшениям в различных областях и сферах деятельности.

Применение данного приложения обеспечивает повышенную точность и эффективность разметки облака точек. Ручная разметка может быть подвержена ошибкам и требует значительных усилий и времени. Улучшение процесса разметки позволит сократить время выполнения задачи и минимизировать возможность человеческой ошибки, обеспечивая более надежные и точные результаты.

Приложение для разметки облака точек предоставляет возможность обучения нейронных сетей для классификации объектов в пространстве. Это открывает новые перспективы для автоматического распознавания и идентификации объектов, а также для развития интеллектуальных систем, работающих с трехмерными данными. Обученные нейронные сети могут быть применены в различных областях, таких как автономная навигация, анализ окружающей среды и робототехника, что способствует развитию современных технологий и повышению их эффективности.

Таким образом, разработка приложения для разметки облака точек с целью классификации объектов и обучения нейронных сетей имеет практическую значимость в различных областях. Она обеспечивает повышенную точность и эффективность разметки, ускоряет процесс анализа трехмерных данных и способствует развитию интеллектуальных систем и технологий, отвечающих современным потребностям и требованиям.

### **1.3.3 Новизна и оригинальность**

Разработка приложения для разметки облака точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей представляет собой работу, которая обладает значительной новизной и

оригинальностью. Это проект, который вносит важный вклад в современные научные и технологические тренды и предлагает новые подходы к обработке и анализу трехмерных данных.

Во-первых, данное приложение предлагает усовершенствованный и интуитивно понятный пользовательский интерфейс, который облегчает работу и повышает эффективность разметки облака точек и классификации объектов. Удобная и простая в использовании система позволяет исследователям и специалистам в области легко работать с трехмерными данными, даже без значительного опыта в области компьютерного зрения и машинного обучения.

В-вторых, разработка приложения учитывает специфические требования и особенности разметки облака точек. Оно предоставляет возможности дальнейшего обучения нейронных сетей для полуавтоматической и автоматической разметки, что позволит выбрать наиболее подходящий метод в зависимости от конкретной задачи и требуемой точности. Это важно для исследователей и специалистов, которым необходимо быстро и точно обрабатывать большие объемы трехмерных данных.

Таким образом, разработка приложения для разметки облака точек с использованием нейронных сетей представляет собой оригинальный и новаторский проект. Его уникальный подход к разметке и классификации объектов, интуитивно понятный интерфейс и специализированные возможности отвечают современным требованиям и предоставляют исследователям и специалистам в области мощный инструмент для работы с трехмерными данными.

#### **1.4 Анализ конкурирующих решений**

На данный момент существует несколько конкурирующих решений в области разработки приложений для разметки облака точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей.



### 1.4.1 CloudCompare

CloudCompare – это мощное программное обеспечение для обработки облаков точек и их разметки. Оно предлагает широкий набор инструментов для визуализации, сегментации, регистрации и классификации облаков точек. CloudCompare поддерживает различные форматы данных и обладает гибкими возможностями для интерактивной разметки и анализа трехмерных данных. Интерфейс приложения представлен на рисунке 1.1.

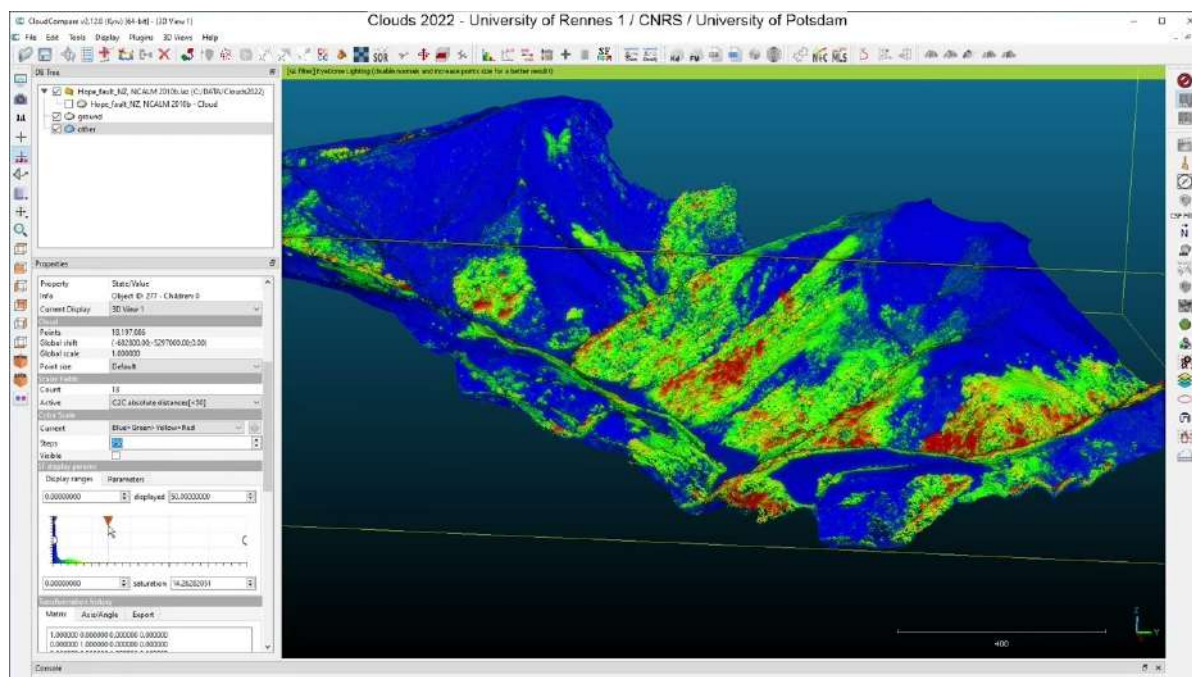


Рисунок 1.1 – Интерфейс приложения CloudCompare

### 1.4.2 AutoCAD Civil 3D

AutoCAD Civil 3D – это популярное программное обеспечение, которое включает функциональность для разметки облаков точек в инженерных и геодезических приложениях. Оно позволяет классифицировать объекты в пространстве, осуществлять анализ территории, создавать поверхности и моделировать трехмерные данные. AutoCAD Civil 3D предоставляет инструменты для точной и эффективной разметки и классификации облаков точек. Интерфейс приложения представлен на рисунке 1.2.

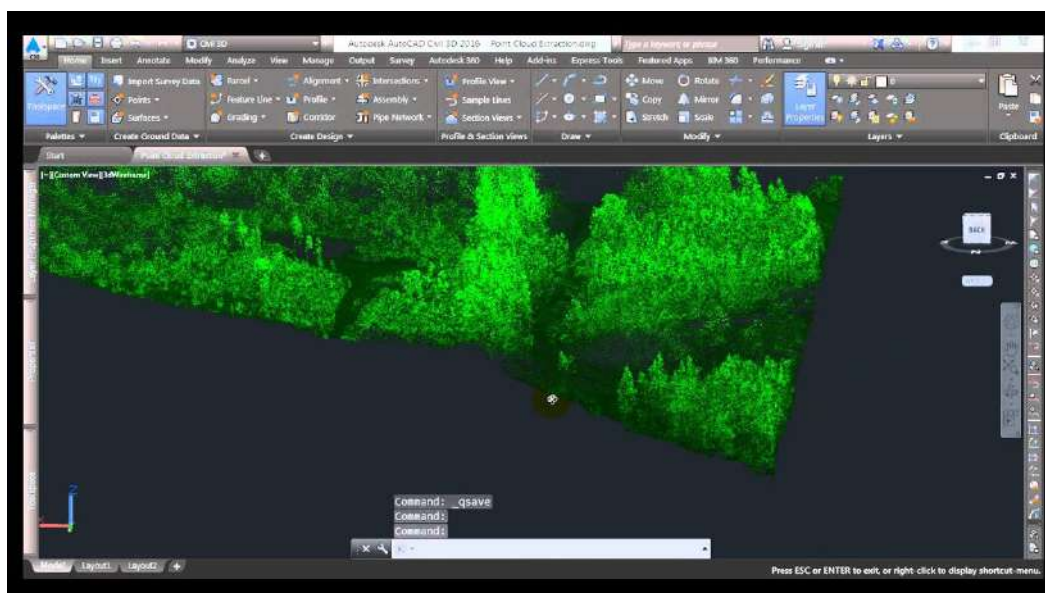


Рисунок 1.2 – Интерфейс приложения AutoCAD Civil 3D

### 1.4.3 Pix4D

Pix4D – это комплексное программное обеспечение для обработки и анализа трехмерных данных, включая облака точек. Оно широко используется в области дронов и фотограмметрии для создания точных и детализированных моделей поверхностей и объектов. Pix4D предлагает инструменты для разметки и классификации облаков точек, а также для извлечения дополнительной информации, такой как объемы, высоты и текстуры. Интерфейс приложения представлен на рисунке 1.3.

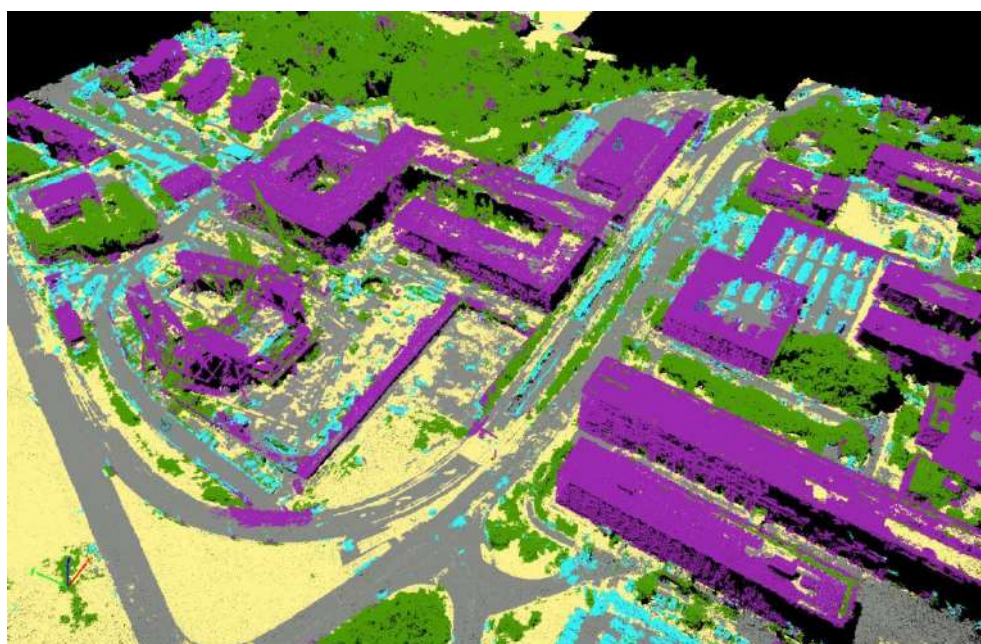


Рисунок 1.3 – Интерфейс приложения Pix4D

## 2 Проектирование приложения

### 2.1 Описание процессов работы проектируемого приложения

В результате анализа предметной области были получены результаты, на основе которых описаны процессы работы проектируемого приложения.

#### 2.1.1 Диаграммы в нотации IDEF0

Результатом процессов, происходящих во время разметки облака, является размеченное облако. На рисунке 2.1. представлен основной блок контекстной диаграммы в нотации IDEF0, которая предоставляет информацию на входе и выходе, механизмы и элементы управления, задействованные в рассматриваемом процессе при использовании приложения.

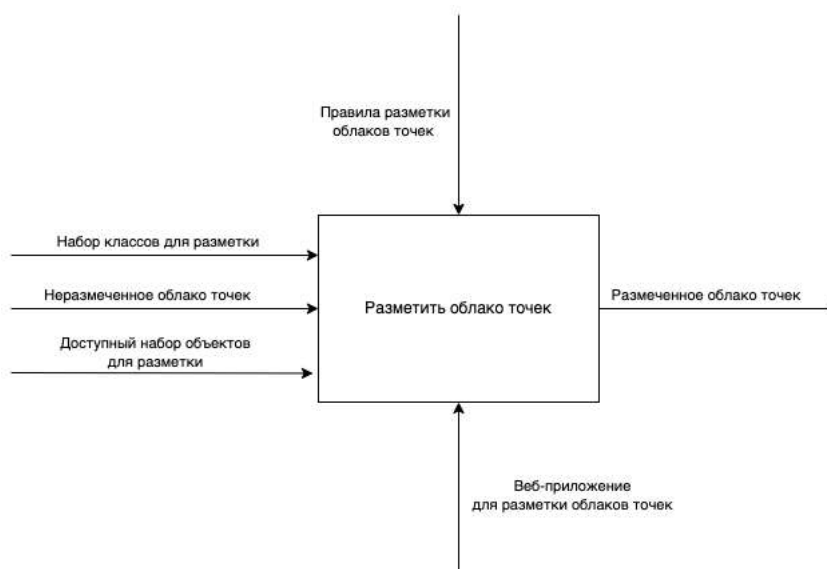


Рисунок 2.1 – Процесс разметки облака точек

Чтобы получить размеченное облако точек на входе процесса имеется набор классов для разметки, чтобы определить что за объект размечается в пространстве, само неразмеченное облако, разметка которого и происходит, а также доступный набор объектов для разметки (кубоид, полигон или полилиния). Элементами управления являются правила разметки облаков точек, а механизмом – веб-приложение для разметки облаков точек.

Более детально процесс разметки облака точек рассмотрен на диаграмме, представленной на рисунке 2.2.

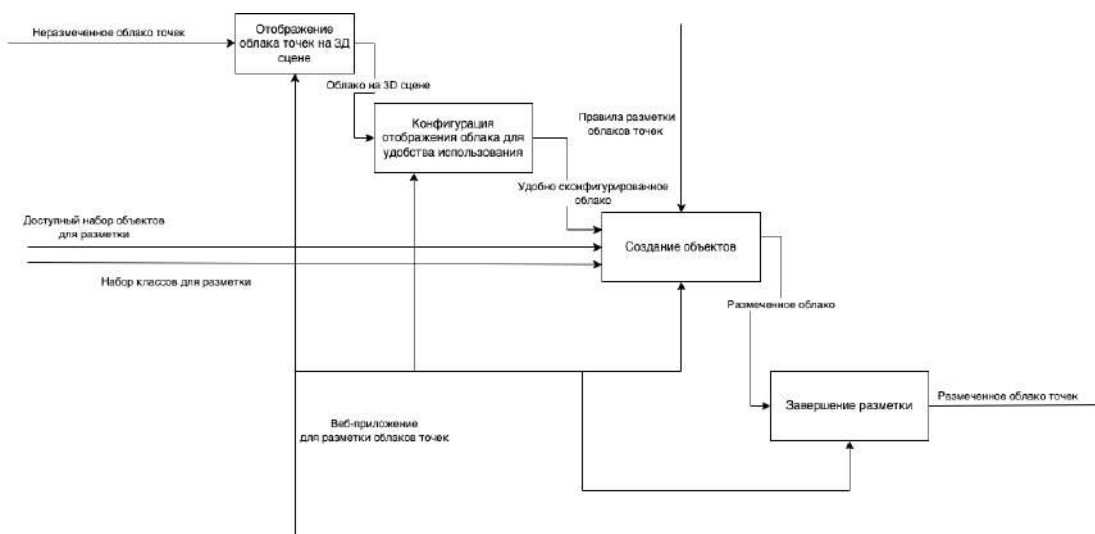


Рисунок 2.2 – Процесс разметки облака точек

На диаграмме отслеживается полный цикл разметки облака точек, начиная от получения на вход неразмеченного облака, его конфигурации для удобного использования, последующего создания объектов и завершения разметки с полученным размеченным облаком точек.

Более детально рассмотрен процесс создания объектов и представлен на рисунке 2.3.

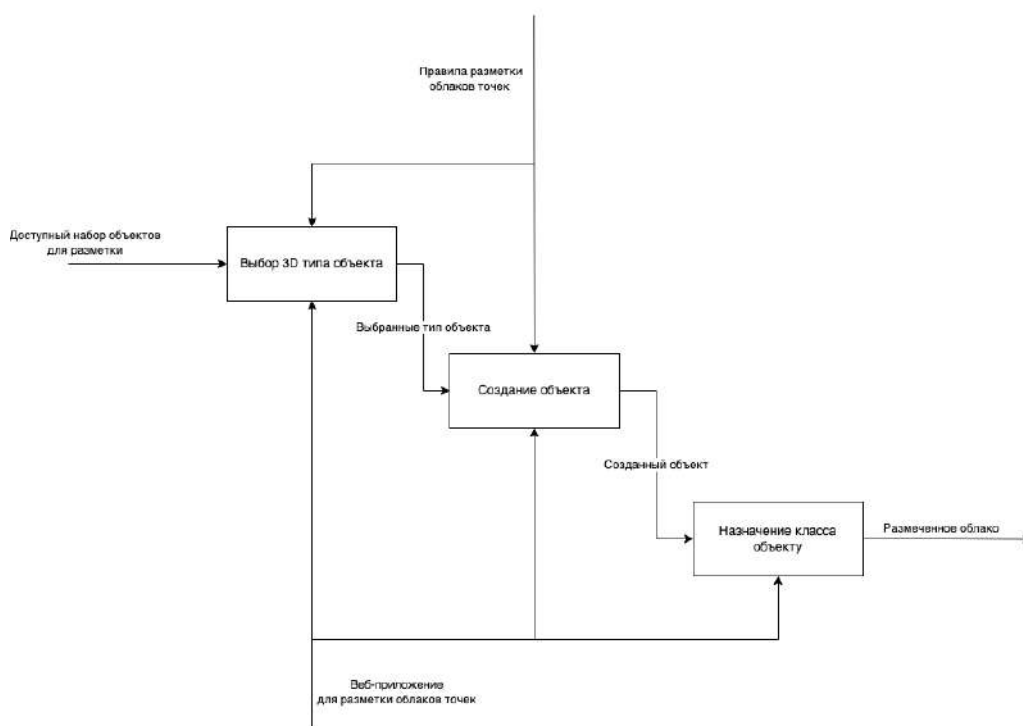


Рисунок 2.3 – Процесс создания объектов

Данная диаграмма описывает процесс создания объекта на размечаемом облаке точек, он включает в себя выбор типа объекта, которым будет производиться разметка, непосредственное создание объекта и назначение ему класса. В конечном итоге на выходе получаем размеченное облако.

### 2.1.2 Блок схема в нотации EPC

Более детально процесс создания объектов на облаке точек рассмотрен на диаграмме в нотации EPC, которая представлена в приложении А.

### 2.1.3 Диаграмма вариантов использования

В рамках проектирования приложения рассмотрены функциональные возможности пользователя приложения, которые представлены в виде диаграммы вариантов использования, представленной на рисунке 2.4.

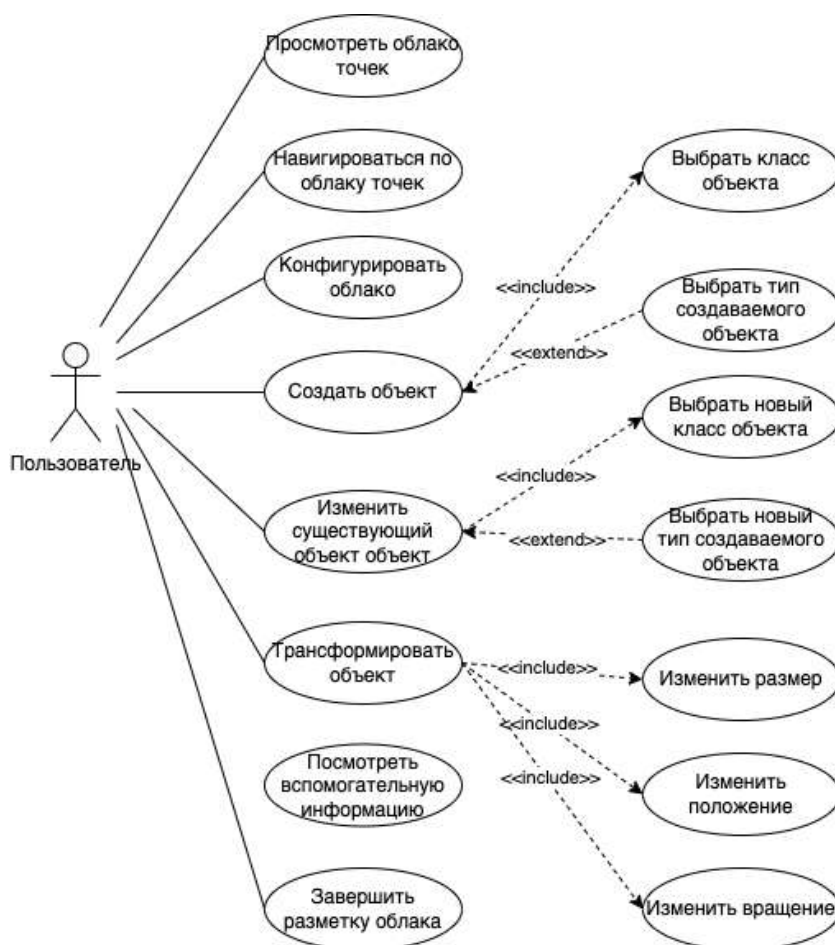


Рисунок 2.4 – Диаграмма вариантов использования

## **2.2 Определение инструментов разработки**

### **2.2.1 Языковые инструменты разработки**

#### **2.2.1.1 JavaScript**

JavaScript — это высокоуровневый, интерпретируемый язык программирования, широко используемый для разработки динамических веб-приложений.

Одной из ключевых особенностей JavaScript является его динамическая природа и возможность работы с различными типами данных. JavaScript обладает гибкой системой типов, которая позволяет разработчикам использовать переменные без явного указания их типа. Это облегчает разработку и позволяет создавать гибкий и масштабируемый код. Кроме того, JavaScript обеспечивает поддержку объектно-ориентированного программирования, функционального программирования и асинхронных операций, что делает его мощным и универсальным языком программирования для различных сценариев и платформ.

JavaScript имеет широкую экосистему библиотек и фреймворков, которые значительно упрощают разработку веб-приложений. Библиотеки, такие как React.js, Angular.js и Vue.js, предоставляют мощные инструменты для создания пользовательских интерфейсов и управления состоянием приложений. Кроме того, JavaScript обеспечивает доступ к различным API для работы с графикой, анимацией, хранилищами данных и другими возможностями, позволяя разработчикам создавать богатые и интерактивные веб-приложения.

#### **2.2.1.2 TypeScript**

TypeScript - это язык программирования, разработанный как надмножество JavaScript, расширяющий его функциональность и добавляющий статическую типизацию. TypeScript быстро стал популярным среди разработчиков благодаря своей способности обеспечивать статическую проверку типов, повышая надежность и поддерживаемость кода. TypeScript

компилируется в JavaScript и может выполняться в любой совместимой с JavaScript среде, что делает его универсальным инструментом для разработки веб-приложений.

Одной из ключевых особенностей TypeScript является его статическая типизация, которая позволяет разработчикам определять типы переменных, параметров функций, объектов и других элементов кода. Это позволяет выявлять потенциальные ошибки и неправильное использование переменных на этапе компиляции, что существенно упрощает отладку и обеспечивает более надежный код.

TypeScript имеет полную совместимость со существующим экосистемой JavaScript, что позволяет использовать существующий код JavaScript и библиотеки в проектах TypeScript.

### **2.2.1.3 GLSL**

GLSL (OpenGL Shading Language) является языком программирования, специально разработанным для написания шейдеров и выполнения графических вычислений на графических процессорах. Используется в среде OpenGL и WebGL, GLSL предоставляет разработчикам мощные инструменты для создания и управления визуальными эффектами, освещением, текстурированием и другими аспектами графического рендеринга. Благодаря своей эффективности и возможности параллельных вычислений на графическом процессоре, GLSL является важным инструментом для создания высокопроизводительных и реалистичных графических приложений.

Одной из ключевых особенностей GLSL является его специфичный синтаксис и набор функций, предназначенных для работы с графическими данными. GLSL предоставляет возможность программирования двух типов шейдеров: вершинных и фрагментных. Вершинные шейдеры отвечают за преобразование вершин графических объектов, в то время как фрагментные шейдеры определяют, как пиксели будут окрашены на выходе. GLSL также поддерживает различные типы данных, операторы, текстурные координаты и

другие конструкции, которые позволяют разработчикам создавать сложные визуальные эффекты и сцены.

GLSL активно используется в различных областях компьютерной графики, включая игровую разработку, визуализацию данных, виртуальную и дополненную реальность, анимацию и многое другое. GLSL позволяет разработчикам контролировать каждый пиксель изображения и каждую вершину объекта, что открывает широкий спектр возможностей для создания высококачественных и реалистичных графических приложений. Благодаря своей эффективности и широкому использованию, GLSL остается важным инструментом в мире компьютерной графики и графического программирования.

## **2.2.2 Вспомогательные инструменты разработки**

### **2.2.2.1 React.js**

Пользовательские интерфейсы в проектируемом приложении созданы с помощью библиотеки React.

React – это библиотека, предназначенная для создания быстрых и интерактивных пользовательских интерфейсов для веб-приложений и мобильных приложений. Это компонентная интерфейсная библиотека с открытым исходным кодом, отвечающая только за уровень представления приложения.

React упрощает создание динамических веб-приложений, поскольку требует меньшего количества кода и предлагает больше функциональных возможностей, в отличие от JavaScript, где кодирование часто очень быстро усложняется.

### **2.2.2.2 Three.js**

Основной приложения является JavaScript библиотека Three.js, которая позволяет удобным образом реализовывать 3D решения в среде браузера.

Three.js является инновационной и мощной библиотекой JavaScript, которая широко применяется в научных исследованиях в области



компьютерной графики и визуализации данных. Она предоставляет исследователям и разработчикам удобные инструменты для создания высококачественной 3D-графики, что открывает новые возможности в визуализации сложных пространственных данных. Благодаря своей гибкости и функциональности, Three.js позволяет создавать интерактивные модели, анимации и эффекты, что делает ее неотъемлемой частью научных исследований, требующих визуализации сложных 3D-структур или пространственных данных.

Одним из ключевых преимуществ Three.js является его кроссплатформенная совместимость, позволяющая запускать созданные модели и визуализации на различных устройствах и веб-браузерах. Это особенно важно для научных исследований, так как позволяет исследователям распространять свои результаты и визуализации среди широкой аудитории, а также обеспечивает совместную работу и обмен данными между учеными. Более того, Three.js предоставляет возможность интеграции с другими инструментами и библиотеками, что позволяет исследователям расширять свои возможности и создавать более сложные и интерактивные визуализации.

### **2.2.2.3 Potree.js**

Potree.js является мощной и гибкой библиотекой JavaScript, предназначенной для визуализации трехмерных геопро пространственных данных. Разработанная с использованием современных веб-технологий, эта библиотека позволяет представлять огромные объемы точечных облаков и лесов точек в интерактивном режиме, обеспечивая пользователям впечатляющую возможность исследования и анализа пространственных данных.

Одной из ключевых особенностей Potree.js является его способность обрабатывать и отображать точечные облака с высокой плотностью точек и большим числом деталей. Благодаря использованию прогрессивной загрузки данных и адаптивной визуализации, Potree.js позволяет пользователям

постепенно загружать и отображать точечные облака любого размера и сложности, обеспечивая плавную и быструю интерактивность даже при работе с огромными наборами данных.

В дополнение к своим визуальным возможностям Potree.js предлагает различные инструменты для анализа и взаимодействия с точечными облаками. Пользователи могут измерять расстояния, поворачивать, масштабировать и перемещать облака точек, а также выполнять точные выборки и фильтрацию данных. Кроме того, Potree.js обеспечивает поддержку различных геопространственных координатных систем, что делает его универсальным инструментом для работы с данными, полученными из различных источников и в разных форматах.

## **2.3 Требования к проектируемому приложению**

### **2.3.1 Функциональные требования**

Проектируемое приложение должно включать реализации следующих функциональных требований:

- Отображение облака точек на 3D сцене.
- Возможность изменения параметров отображения облака точек.
- Возможность создания различных объектов для классификации объектов в пространстве.
- Возможность изменения принадлежности объекта к классу.
- Отображение информации об объекте.
- Вывод результатов классификации в JSON-формат.

### **2.3.2 Нефункциональные требования**

К проектируемому приложению также выдвигаются нефункциональные требования.

Стилистическое оформление:

- Приложение должно иметь нейтральные цветовые и графические решения.

- Приложение должно соответствовать разработанным макетам пользовательских интерфейсов.
- Цвета: серый, голубой, белый.

Требования к браузеру: веб-приложение должно обеспечивать корректное отображение интерфейсов в следующих браузерах:

- Google Chrome (версия 49 и выше).
- Mozilla Firefox (версия 49 и выше).
- Opera (версия 40 и выше).
- Apple Safari (версия 9 и выше).
- Яндекс.Браузер (версия 16.9 и выше).
- Microsoft Internet Explorer (версия 11 и выше).
- Microsoft Edge Browser (версия 14.14 и выше).

Требования к вычислительной технике: компьютер для эксплуатации приложения должен иметь видеокарту для вычисления графических алгоритмов.

## **2.4 Проектирование дизайна пользовательского интерфейса**

Для создания дизайна пользовательского интерфейса использовался широко известный кроссплатформенный графический редактор Figma, который позволяет UX/UI дизайнерам и веб-разработчикам проектировать сложные интерфейсы, веб-сайты и мобильные приложения. Это приложение обеспечивает возможность командной работы дизайнеров над одним проектом одновременно, а также предоставляет доступ ко всем функциям и готовым макетам через любой веб-браузер.

Figma превосходит многие другие графические редакторы своей удобной и интуитивно понятной интерфейсом. Он предлагает богатый набор инструментов и функций, включая возможность создания интерактивных прототипов, анимаций и компонентов. Благодаря этим возможностям, дизайнеры могут воплотить свои идеи в жизнь и представить пользовательский опыт наиболее точно и наглядно. Figma также

поддерживает плагины, которые расширяют его функциональность и позволяют настроить рабочий процесс под индивидуальные потребности и предпочтения каждого дизайнера. Это делает Figma мощным и гибким инструментом для проектирования дизайна пользовательского интерфейса.

Так как задачей выпускной квалификационной работы является разработка приложения для классификации были созданы макеты для основных частей приложения, которые позволяют осуществлять настройку отображения облака точек, создание объектов на облаке, назначение классов, а также вспомогательные элементы.

Макет основной частей, где происходит вся основная работа по созданию объектов на облаке представлен на рисунке 2.5.

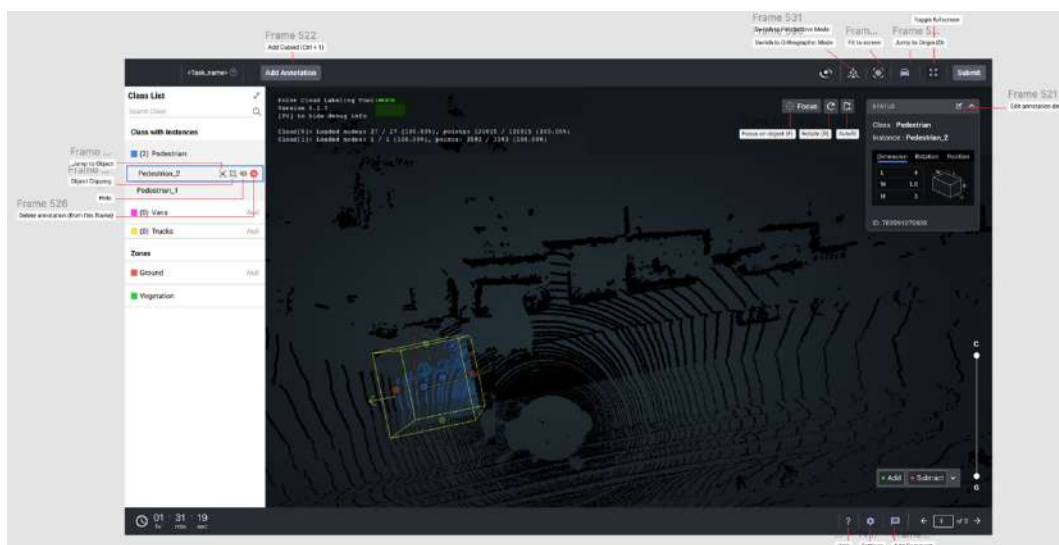


Рисунок 2.5 – Интерфейс основного экрана

Макет интерфейса, где происходит создание и удаление сегментов одного объекта представлен на рисунке 2.6.

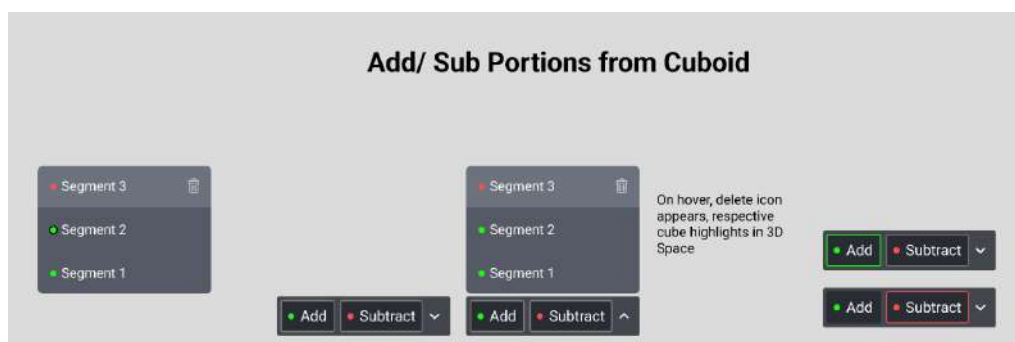


Рисунок 2.6 – Интерфейс создания сегментов одного объекта

Макет интерфейса, где происходит назначение классов объекту представлен на рисунке 2.7.

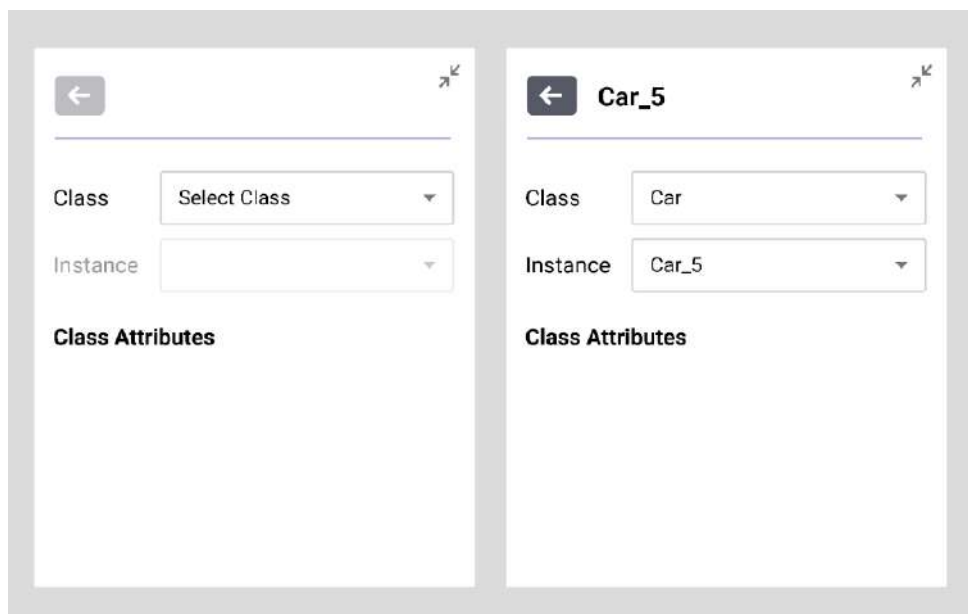


Рисунок 2.7 – Интерфейс назначения класса

Макет интерфейса, где отображена информация об объекте представлен на рисунке 2.8.

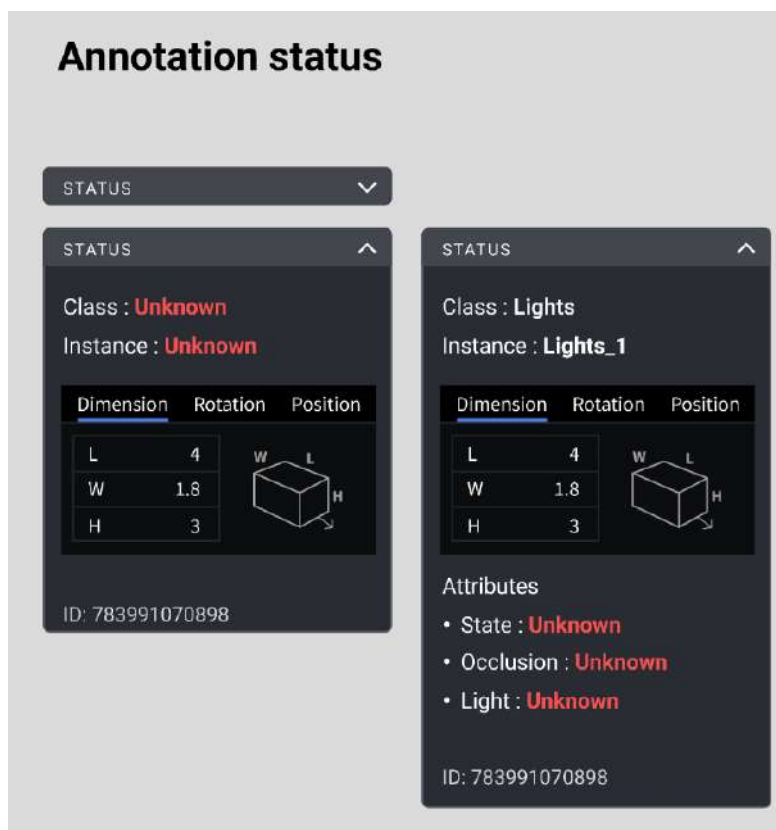


Рисунок 2.8 – Интерфейс отображения информации об объекте

Макет интерфейса, где происходит настройка параметров отображения облака представлен на рисунке 2.9.

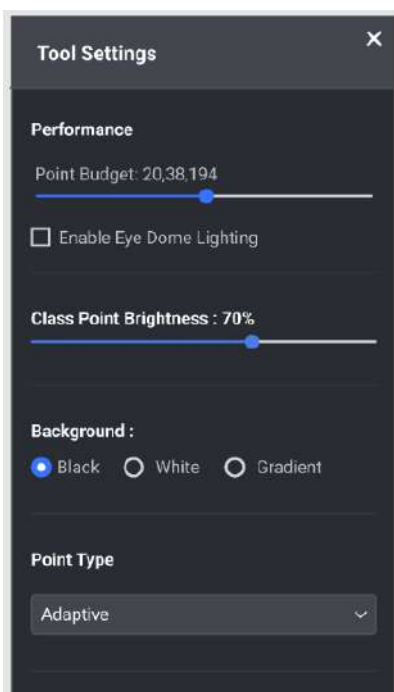


Рисунок 2.9 – Часть интерфейса настройки отображения облака точек

Интерфейс со вспомогательной информацией представлен на рисунке 2.10.

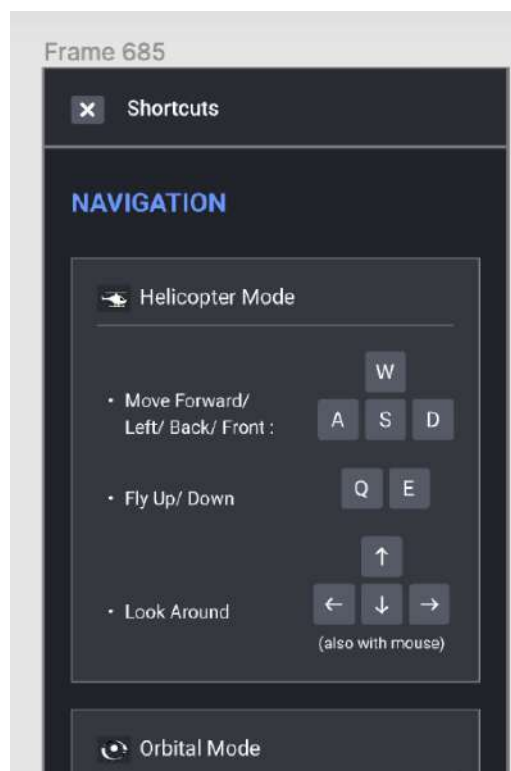


Рисунок 2.10 – Часть интерфейса отображения вспомогательной информации

## 2.5 Архитектура приложения

Полная архитектура проектируемого приложения представлена в виде UML-диаграммы на рисунке 2.11.

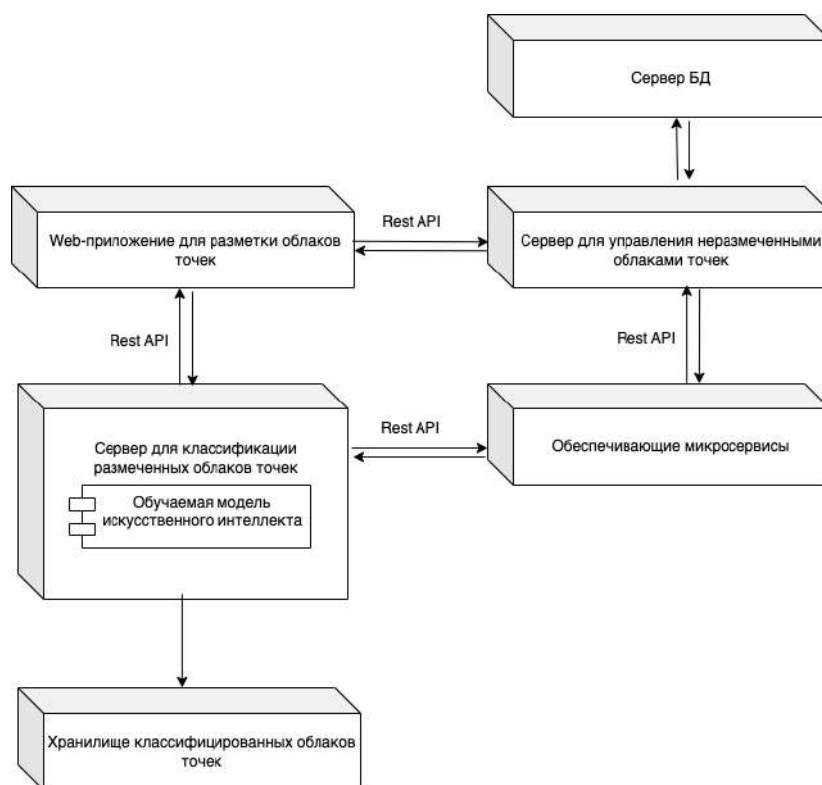


Рисунок 2.11 – Архитектура проектируемого приложения

В данной работе рассматривается только процесс проектирования и разработки веб-приложения для разметки облаков точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей.

Части, отвечающие за непосредственную классификацию и обучение нейронных сетей в данной работе рассмотрены не будут.

### 3 Программная реализация

#### 3.1 Описание пользовательского интерфейса

Внешний вид системы представлен на рисунке 3.1.

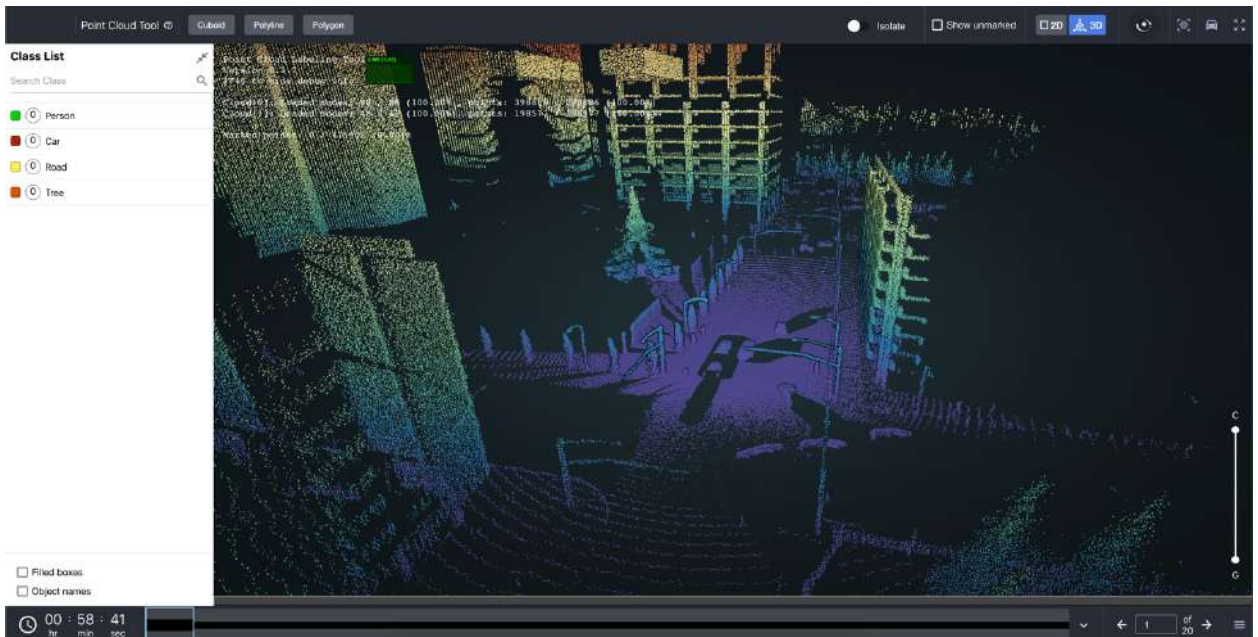


Рисунок 3.1 – Внешний вид системы

На рисунке видны все основные части системы, которые позволяют комфортно размечать облака точек, используя для этого разные объекты.

Интерфейс прост, понятен и не перегружен.

Неотъемлемой частью интерфейса является список классов, доступных для разметки на облаке, данная часть представлена на рисунке 3.2:

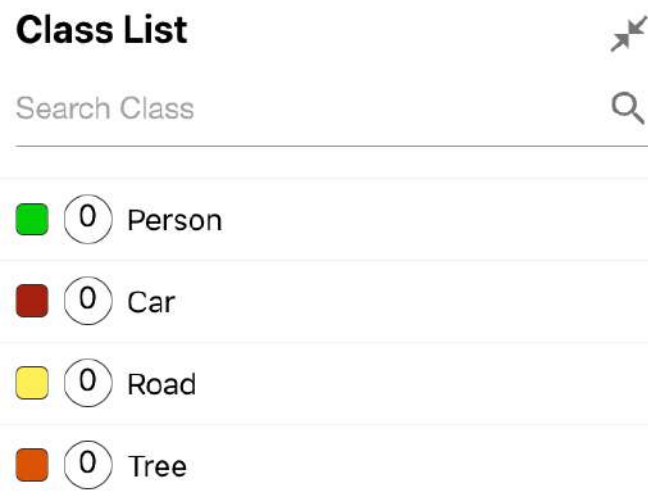


Рисунок 3.2 – Лист со списком классов



В верхней панели представлены кнопки, которые предоставляю пользователю выбрать тип объекта, который он планирует создавать. Данная часть интерфейса представлена на рисунке 3.3.

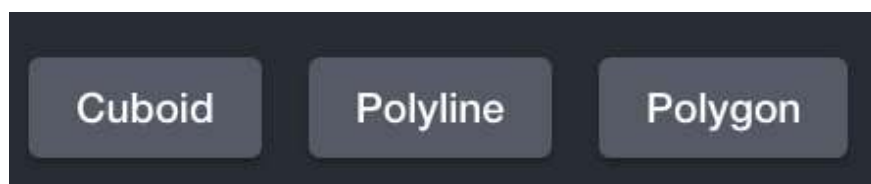


Рисунок 3.3 – Объекты для создания

Для того, чтобы пользователю было удобно навигироваться и перемещаться по облаку создана панель, которая позволяет выбрать режимы перемещения, перспективу и т.д. Данная часть интерфейса представлена на рисунке 3.4.

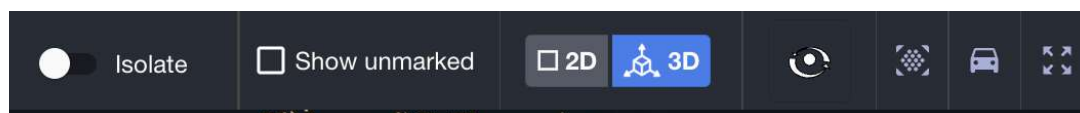


Рисунок 3.4 – Управление видом облака

Для отслеживания времени, которое было потрачено на разметку облака предусмотрен таймер, который представлен на рисунке 3.5:



Рисунок 3.5 – Таймер времени

Также процесс разметки может включать несколько облаков точек, которые объединены в одну группу, интерфейс для переключения между ними представлен на рисунке 3.6.



Рисунок 3.6 – Таймер времени

Также эта панель позволяет открыть дополнительное меню, в котором можно открыть настройки отображения облака, вспомогательную информацию. Данная часть интерфейса представлена на рисунке 3.7.

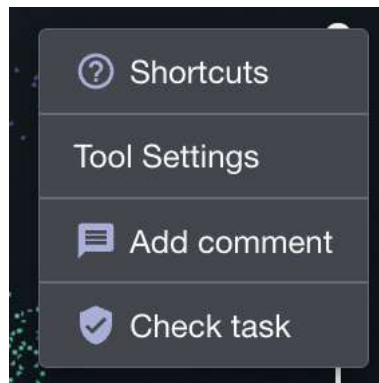


Рисунок 3.7 – Таймер времени

Открытый интерфейс со вспомогательной информацией представлен на рисунке 3.8.

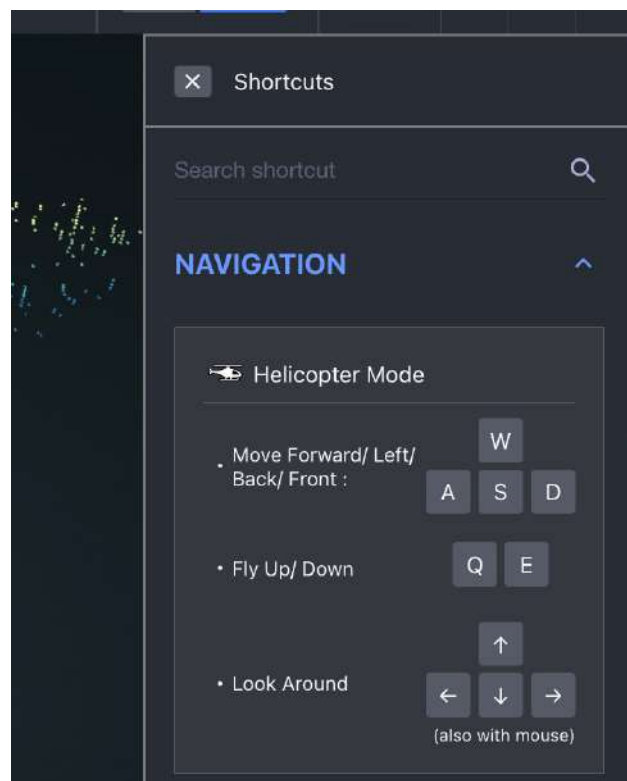


Рисунок 3.8 – Вспомогательный интерфейс

Он позволяет пользователю узнать о сочетаниях клавиш, которые позволяют быстро наиграться по облаку и создавать объекты.

Также из дополнительного меню можно открыть интерфейс, который позволяет сконфигурировать отображение точек облака, их количество, цвет и другие параметры. Он изображен на рисунке 3.9.

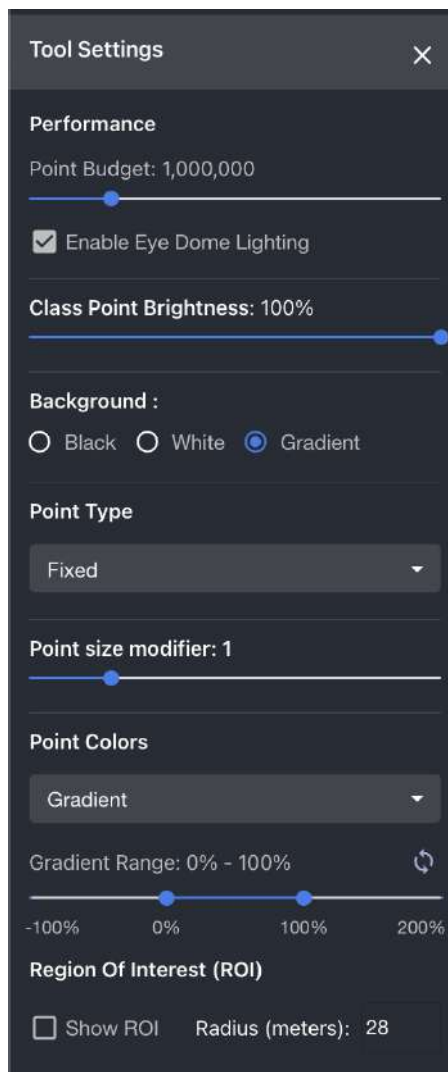


Рисунок 3.9 – Настройка параметров отображения облака точек

На рисунке 3.10 представлен процесс разметки автомобиля с помощью инструмента «Кубоид», заметим, что в панели справа сразу предлагается выбрать класс, к которому принадлежит объект.

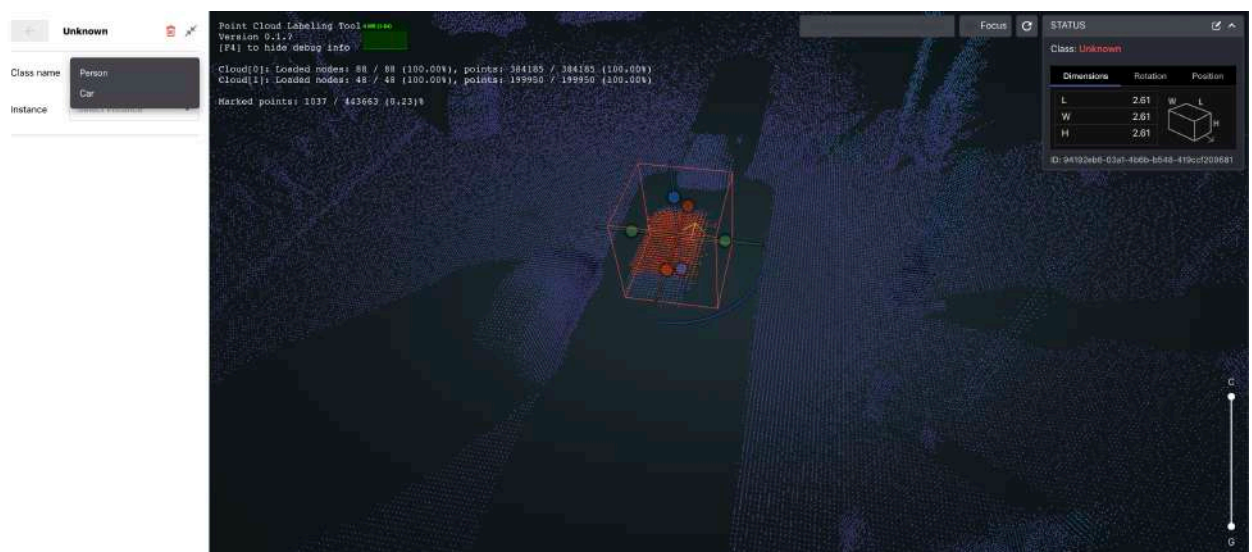


Рисунок 3.10 – Процесс разметки автомобиля

После выбора класса для объекта, он приобретает соответствующий в списке классов цвет, а также меняется описание в дополнительном блоке с описанием. Данный процесс представлен на рисунке 3.11

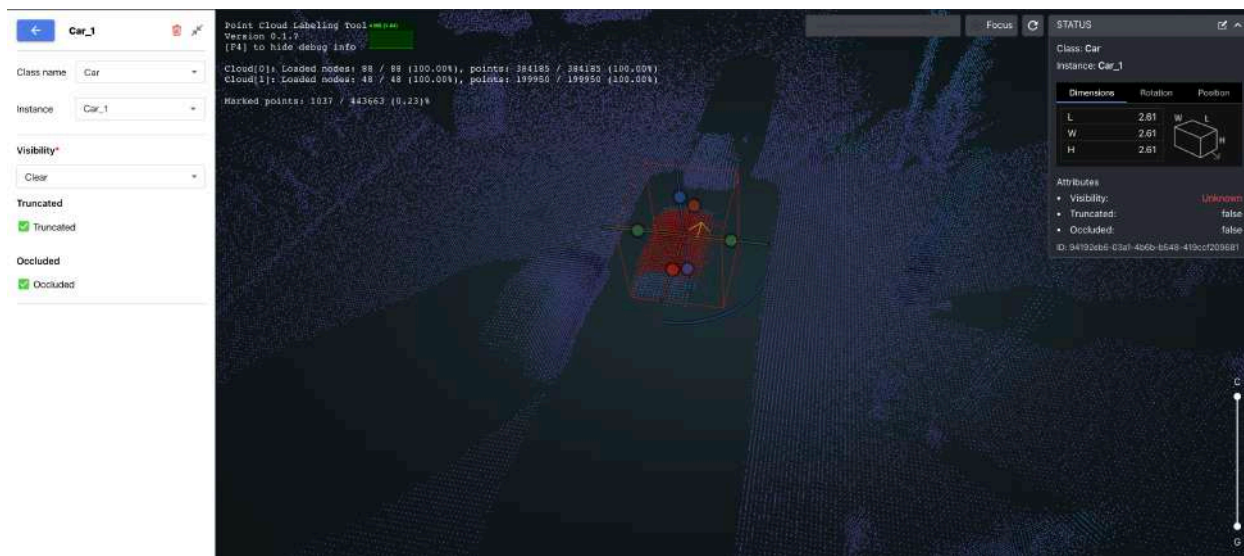


Рисунок 3.11 – Размеченный объект с присвоенным классом

Аналогичный пример с разметкой объекта с другим классом представлен на рисунке 3.11.

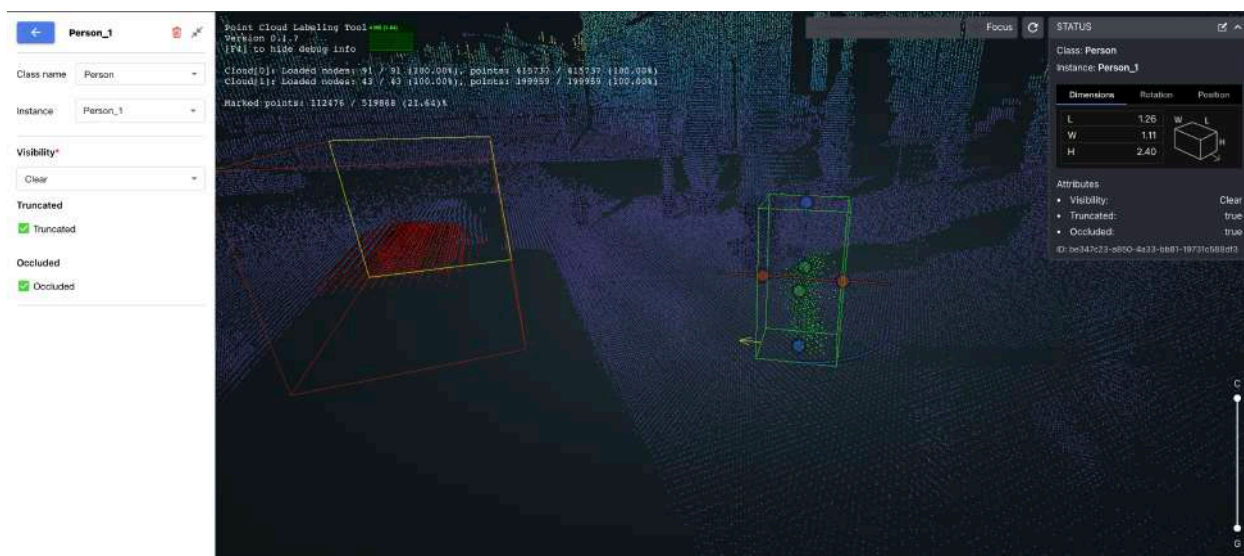


Рисунок 3.11 – Размеченный объект с классом «Человек»

Помимо разметки кубоидами пользователю доступна разметка объектов с помощью инструмента полилинии. Данный случай представлен на рисунке 3.12.



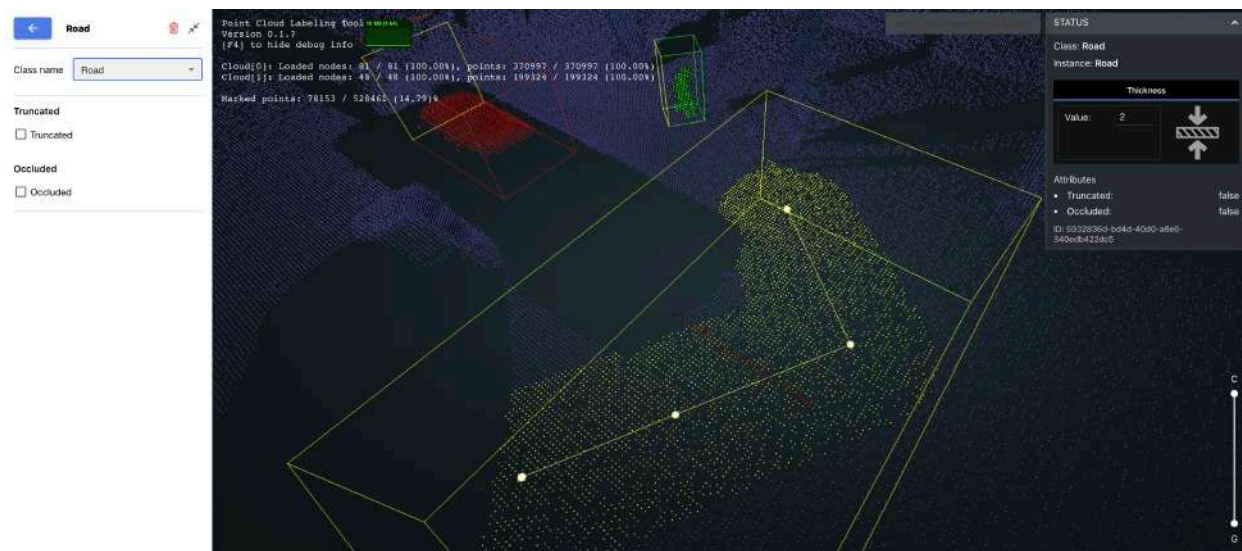


Рисунок 3.12 – Размеченный объект помощью инструмента полилинии

На рисунке 3.13. представлена разметка автомобиля с помощью инструмента полигона.

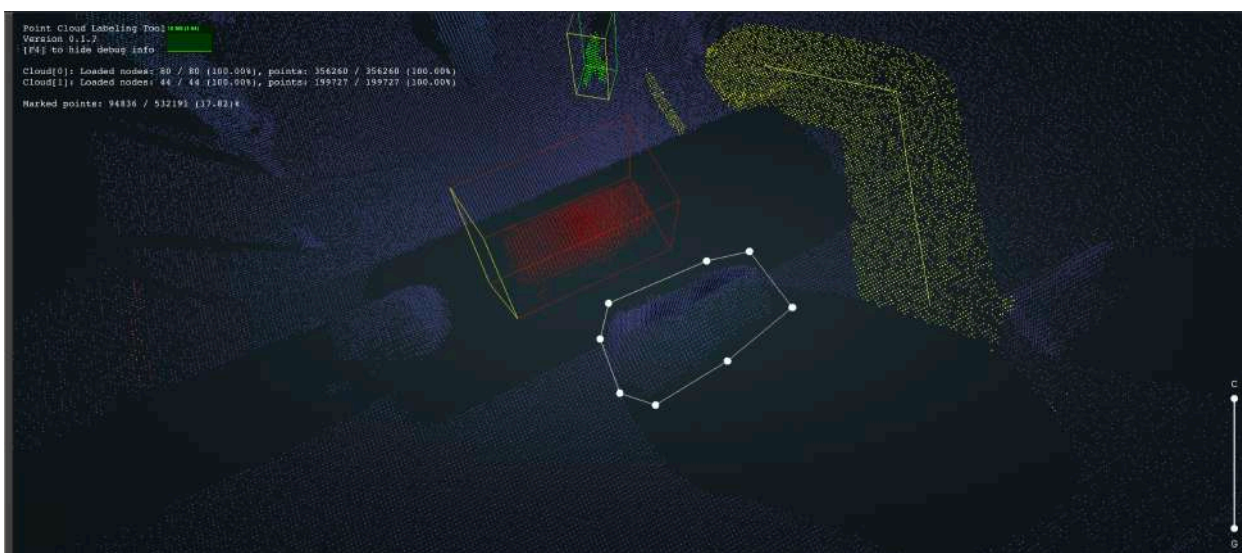


Рисунок 3.13 – Разметка объект помощью инструмента полигона

После создания полигона объект также приобретает цвет выбранного класса, а также имеется возможность изменить геометрию полигона, что представлено на рисунке 3.14.

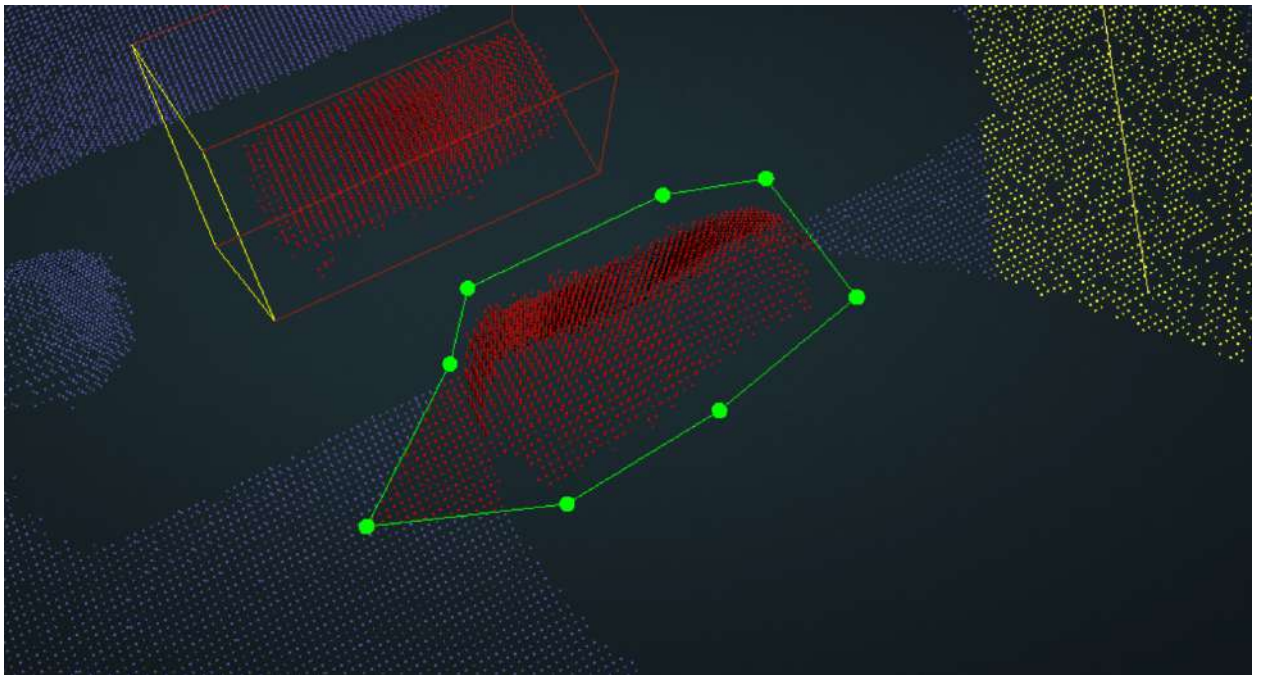


Рисунок 3.14 – Редактирование сегмента полигона

В случае, если в процессе разметки объекта с помощью полигона были размечены точки, которые не принадлежат к данному объекту, пользователь имеет возможность добавить отрицательный полигон, который уберет разметку с области, в которой определен полигон. Данный сценарий изображён на рисунке 3.15.

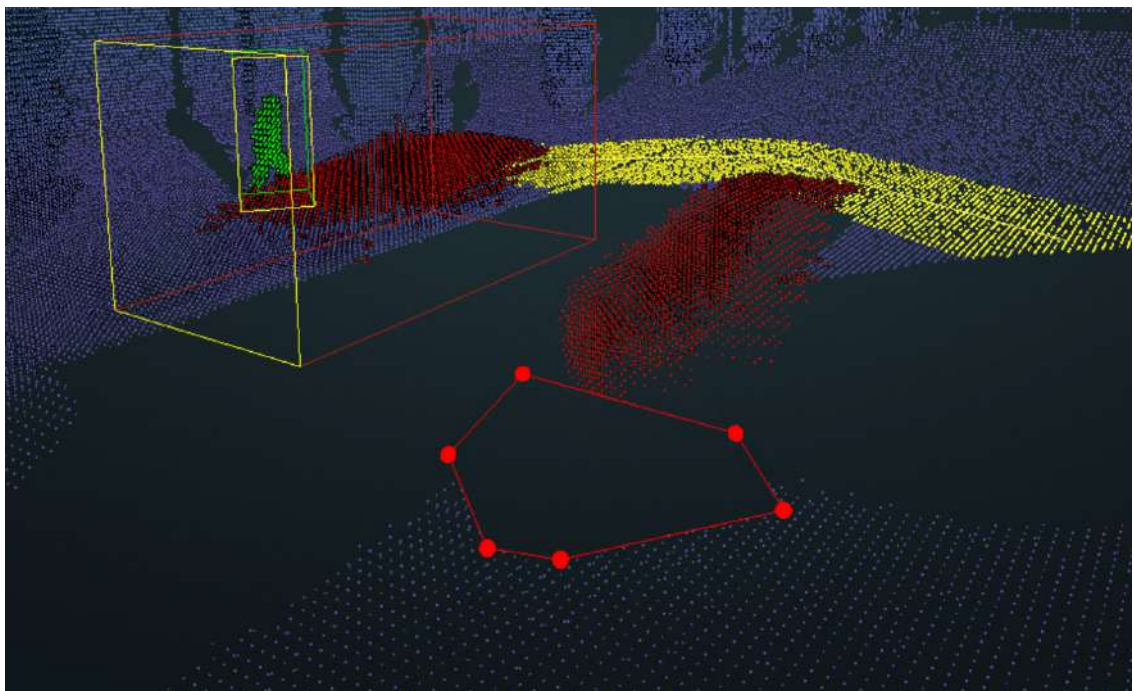


Рисунок 3.15 – Добавление отрицательного сегмента полигона



На рисунке 3.16 представлен конечный вариант размеченного автомобиля с помощью полигонов.

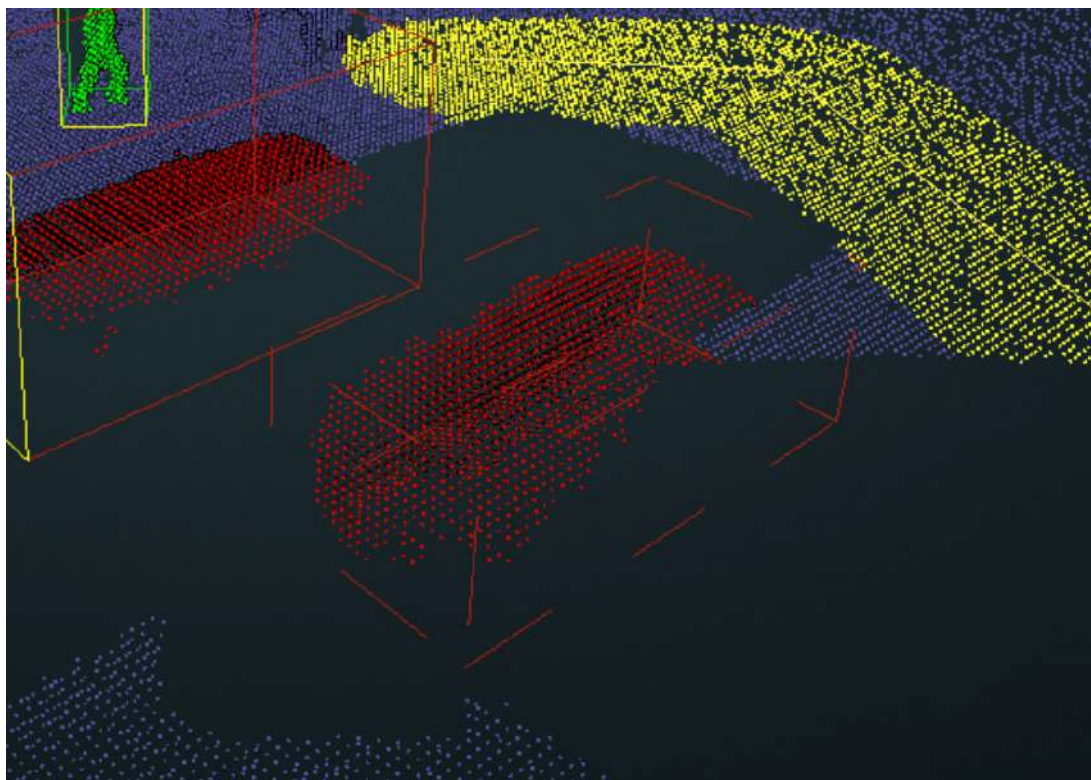


Рисунок 3.16 – Итоговый вариант размеченного объекта

После создания объектов на сцене с облаком точек их всех можно увидеть в списке классов. На рисунке 3.17 представлен примерный итоговый вид списков классов.

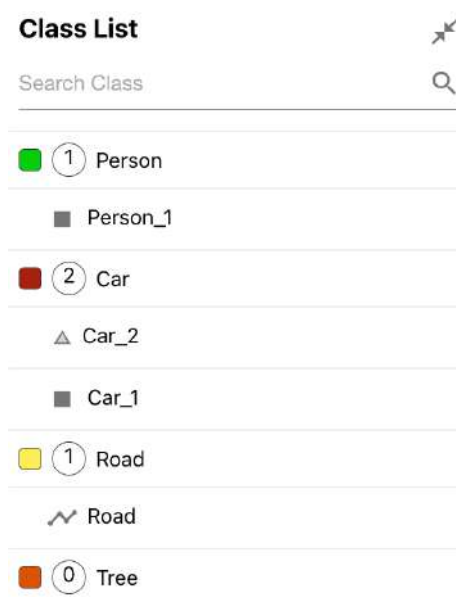


Рисунок 3.17 – Примерный итоговый список классов размеченного объекта

### 3.2 Описание выходных данных

Конечный выходной файл после разметки облака точек играет важную роль в процессе анализа и использования трехмерных данных. Выходной файл предоставляет результаты классификации объектов в облаке точек, что позволяет исследователям и профессионалам легко и быстро получить информацию о расположении, форме и характеристиках объектов в пространстве. Это может быть важным для принятия решений, планирования или дальнейшего анализа.

Выходной файл может использоваться для создания точных трехмерных моделей поверхностей или объектов. Он содержит информацию о координатах точек и их классификации, что позволяет воссоздать реалистичную трехмерную модель с высокой степенью точности. Это особенно полезно в таких областях, как архитектура, геодезия или визуализация, где требуется создание точных и детализированных моделей для дальнейшего использования.

Наконец, выходной файл после разметки облака точек может быть использован в дальнейшем анализе данных или обучении нейронных сетей. Он предоставляет набор данных, на основе которого можно проводить статистический анализ, извлекать дополнительные признаки или обучать модели машинного обучения для решения различных задач. Это помогает улучшить точность и эффективность анализа трехмерных данных и дает возможность получать более надежные результаты.

Таким образом, выходной файл после разметки облака точек является неотъемлемой частью процесса анализа трехмерных данных. Он предоставляет информацию о классификации объектов, используется для создания трехмерных моделей и является важным исходным материалом для дальнейшего анализа или обучения моделей машинного обучения.

Пример возможного выходного файла представлен в приложении В.



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа 8К93		ФИО Быстров Евгений Вячеславович	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.04. Программная инженерия

### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад научного руководителя – 45000 рублей. Оклад инженера – 5000 рублей.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент: 1,3. Коэффициент дополнительной заработной платы: 0,15. Коэффициент накладных расходов: 0,16.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды: 0,3.

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

### Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.02.2023 г.
--	---------------

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов Магеррам Али оглы	Д.Э.Н.		

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К93	Быстров Евгений Вячеславович		

## **4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Основная цель данного раздела заключается в оценке перспективности развития и планировании финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, представленного в рамках выпускной квалификационной работы.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы.
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы.
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка веб-приложения, предназначенного для разметки облаков точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей, обученные модели которых могут быть использованы для идентификации объектов на местности, например, в беспилотном транспорте, на строительных объектах и т. п.

### **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Разработка приложения для разметки облака точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей может привлечь разнообразных потенциальных потребителей, у которых есть потребность в эффективной и автоматизированной системе разметки и классификации объектов в трехмерном пространстве. Вот две категории потенциальных потребителей, которые могут быть заинтересованы в данном проекте:

Научные и исследовательские учреждения: ученые, исследователи и академические группы, занимающиеся обработкой трехмерных данных, компьютерным зрением и машинным обучением, могут быть заинтересованы в приложении для разметки облака точек. Это приложение может значительно облегчить и ускорить процесс разметки трехмерных данных, необходимый для обучения нейронных сетей. Такие организации могут использовать разработанное приложение в своих исследованиях и экспериментах, а также предложить дальнейшее совершенствование и сотрудничество в области разработки и применения алгоритмов классификации.

Компании и организации, работающие с трехмерными данными: в различных отраслях, таких как геодезия, архитектура, геология, автономные транспортные системы и робототехника, существует потребность в точной классификации и обработке трехмерных данных. Приложение для разметки облака точек может быть полезным инструментом для этих компаний и организаций, позволяющим им автоматизировать процесс разметки и обучения нейронных сетей для анализа трехмерных объектов. Такие потребители могут использовать приложение для оптимизации своих рабочих процессов, улучшения точности и скорости классификации объектов в трехмерном пространстве, а также для повышения эффективности своих продуктов и услуг, основанных на трехмерных данных.

Таким образом разработка такого приложения может предоставить эффективный инструмент для обработки трехмерных данных и использования их в различных отраслях, способствуя автоматизации и повышению качества работы с трехмерными объектами.

#### **4.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

На рынке уже существуют несколько конкурентных решений, которые также занимаются классификацией объектов в трехмерном пространстве и обучением нейронных сетей. Одним из таких решений является приложение CloudCompare, которое предоставляет возможность разметки облака точек и

обучения нейронных сетей для классификации объектов. Оно обладает широким функционалом и поддерживает различные алгоритмы классификации, позволяя пользователю выбирать наиболее подходящий метод для своих задач.

Однако, у приложения CloudCompare есть ограничение по производительности. При обработке больших облаков точек или при использовании сложных алгоритмов классификации, приложение может столкнуться с проблемами скорости и отклика, что может замедлить процесс работы и создать неудобства для пользователей.

Еще одним конкурентным решением является приложение Pix4D, которое также предлагает функционал по разметке и классификации облака точек. Оно отличается удобным интерфейсом, интуитивно понятными инструментами и возможностью интеграции с различными системами и форматами данных.

У приложения Pix4D наблюдаются некоторые ограничения в функционале. Некоторые продвинутые алгоритмы классификации и инструменты могут отсутствовать, что ограничивает возможности пользователей в проведении более сложных задач классификации или требует использования дополнительных инструментов или программ.

При разработке данного проекта необходимо учитывать эти конкурентные решения и предложить преимущества, которые будут выделять приложение на фоне существующих. Это может быть улучшенная точность классификации, более интуитивный интерфейс, интеграция с другими инструментами и технологиями, а также удобство использования и быстрота работы.

Сравнение конкурентных решений представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Сравнение конкурентных технических решений (исследовательских работ).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Высокая точность классификации объектов	0.2	4	4	4	0,8	0,8	0,8
2. Простота использования и интуитивный интерфейс	0.1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
3. Поддержка различных форматов облака точек	0.15	4	3	3	0,6	0,45	0,45
4. Наличие облачных возможностей и удаленного доступа	0.15	5	2	2	0,75	0,3	0,3
5. Технические возможности и инновационность	0.2	5	3	4	1	0,6	0,8
6. Поддержка и сообщество пользователей	0.1	3	4	5	0,3	0,4	0,5
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Цена	0.05	5	2	4	0,25	0,1	0,2
2. Стоимость обслуживания и поддержки	0.05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>36,00</b>	<b>25,00</b>	<b>29,00</b>	<b>4,45</b>	<b>3,15</b>	<b>3,60</b>

Исходя из полученных результатов, оценка основных технических и экономических характеристик конкурентных программных решений показывает, что разрабатываемое веб-приложение является конкурентоспособным по сравнению с рассмотренными аналогами.

Основным недостатками конкурентных программных продуктов являются практически полное отсутствие облачного клиента для приложения, ограниченный набор форматов облаков точек для работы, не везде понятный интерфейс приложений.

Разрабатываемое веб-приложение не имеет таких недостатков как у конкурентов, наоборот, предлагает более инновационное решение для разметки и классификации облаков точек.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле 4.1:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (4.1)$$

Где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

### 4.1.3 SWOT-анализ

В данной работе был проведен анализ SWOT для изучения внешней и внутренней среды проекта. В рамках этого анализа были подробно оценены сильные и слабые стороны исследовательского проекта, а также его возможности и угрозы.

На первом этапе была составлена матрица SWOT, в которой были описаны слабые и сильные стороны проекта, а также выявленные возможности и угрозы для его реализации. Эти факторы проявились или могут появиться во внешней среде проекта и представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
С1. Уникальность и инновационность концепции приложения	Сл1. Необходимость высокой вычислительной мощности для обработки больших объемов данных
С2. Высокая точность и эффективность классификации объектов благодаря использованию нейронных сетей	Сл2. Необходимость постоянного обновления моделей и алгоритмов для обеспечения высокой точности классификации
С3. Интуитивно понятный и удобный интерфейс приложения для разметки облака точек	Сл3. Необходимость активного продвижения и маркетинга продукта для привлечения клиентов
С4. Гибкость и настраиваемость системы в соответствии с потребностями пользователей	
С5. Поддержка различных форматов данных	
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
В1. Растущий спрос на автоматизированные системы разметки и классификации объектов	У1. Конкуренция от уже установленных и известных компаний и продуктов в области разметки и классификации данных

В2. Возможность расширения функциональности приложения для поддержки других задач обработки данных	У2. Быстрое развитие технологий и появление новых алгоритмов, которые могут представлять конкуренцию
В3. Потенциал для применения в различных отраслях, таких как автономная навигация, медицина и геоинформационные системы	У3. Риски нарушения конфиденциальности и безопасности данных при обработке и передаче информации
В4. Возможность установления партнерских отношений с другими компаниями и организациями для совместной разработки и внедрения продукта	

На втором этапе на основании матрицы SWOT были построены интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надёжность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 4.3–4.6:

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны».

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	-	-	+	-
	В2	+	+	-	+	+
	В3	0	+	-	+	-
	В4	+	-	-	0	-

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны».

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	-	-	-
	В2	+	+	-
	В3	-	-	-
	В4	-	-	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны».

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	0	+	+	+
	У2	+	+	-	-	-
	У3	-	-	-	-	-

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны».

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	0	-
	У2	0	+	-
	У3	-	-	-

В рамках третьего этапа была составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приведена в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – SWOT-анализ.

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Уникальность и инновационность концепции приложения.</p> <p>С2. Высокая точность и эффективность классификации объектов благодаря использованию нейронных сетей.</p> <p>С3. Интуитивно понятный и удобный интерфейс приложения для разметки облака точек.</p> <p>С4. Гибкость и настраиваемость системы в соответствии с потребностями пользователей.</p> <p>С5. Поддержка различных форматов данных.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Необходимость высокой вычислительной мощности для обработки больших объемов данных.</p> <p>Сл2. Необходимость постоянного обновления моделей и алгоритмов для обеспечения высокой точности классификации.</p> <p>Сл3. Необходимость активного продвижения и маркетинга продукта для привлечения клиентов.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Растущий спрос на автоматизированные системы разметки и классификации объектов.</p> <p>В2. Возможность расширения функциональности приложения для поддержки других задач обработки данных.</p> <p>В3. Потенциал для применения в различных отраслях, таких как</p>	<p>Высокая потребность рынка в программных продуктах, которые способны автоматизировать многие процессы, связанные с определением объектов в пространстве, открывает большие возможности перед приложением, а сильные стороны делают его более привлекательным среди возможных конкурентных решений.</p>	<p>Основная слабость проекта заключается в том, что для его реализации и поддержки, а также эксплуатации необходимы мощные вычислительные устройства и актуальные алгоритмы, однако потребность рынка в данном продукте на данном этапе больше, нежели возможные риски, связанные с нехваткой мощности и остальным.</p>



автономная навигация, медицина и геоинформационные системы. В4. Возможность установления партнерских отношений с другими компаниями и организациями для совместной разработки и внедрения продукта.		
Угрозы: У1. Конкуренция от уже установленных и известных компаний и продуктов в области разметки и классификации данных. У2. Быстрое развитие технологий и появление новых алгоритмов, которые могут представлять конкуренцию. У3. Риски нарушения конфиденциальности и безопасности данных при обработке и передаче информации.	Главной угрозой проекта являются непосредственно существующие и только развивающиеся конкурирующие решения, способные удовлетворить часть потребностей рынка на данный момент, однако уникальность и инновационность проекта создает более вероятные шансы на овладение большей частью рынка, а гибкость проекта позволяет занять различные области и сферы.	Быстрое развитие технологий в настоящее время создает значительную угрозу проекту, так как может появиться алгоритм, способный заменить собой разработку приложения.

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ. В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ и определяются их исполнители.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- Определение структуры работ в рамках научного исследования.
- Определение участников каждой работы.
- Установление продолжительности работ.
- Построение графика проведения научных исследований.

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей по данным видам работ в рамках проводимого научно-исследовательского проекта представлен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследований	1	Поиск и изучение материалов по теме	Студент Руководитель
	2	Анализ источников и представленной в них информации	Студент
	3	Выбор направления исследований	Студент Руководитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Студент
Разработка технического задания	5	Составление задания	Студент
	6	Утверждение задания	Руководитель
Проектирование приложения	7	Проектирование архитектуры	Студент Руководитель
	8	Определение средств разработки	Студент Руководитель
	9	Варианты использования	Студент
	10	Эскизное проектирование интерфейса	Студент
Реализация приложения	11	Реализация загрузки облаков точек на 3D сцену	Студент
	12	Реализация инструментов разметки	Студент
	13	Реализация экспорта данных разметки	Студент
	14	Тестирование приложения и правки	Студент
Оформление отчета по НИР	15	Составление пояснительной записки	Студент

### 4.3 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты являются одной из самых больших статей расходов исследования, поэтому важным моментом является точное определение трудоемкости работ каждого участника исследования.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована формула 4.2:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (4.2)$$

Где:

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой  $i$ -ой работы в рабочих днях  $T_{Pi}$ , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт (по формуле 4.3) позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{Pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (4.3)$$

Где:

$T_{Pi}$  – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел;

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой 4.4:

$$T_{ki} = T_{Pi} \times k \quad (4.4)$$

Где:

$T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{Pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле 4.5:

$$k = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{праз}} \quad (4.5)$$

Где:

$T_{\text{кал}}$  – общее количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – общее количество выходных дней в году;

$T_{\text{праз}}$  – общее количество праздничных дней в году;

Расчеты временных показателей проведения научного исследования представляются в таблице 4.9:

Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования.

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{\text{рi}}$	Длительность работ в календарных днях $T_{\text{кi}}$
	$t_{\text{mini}}$ , чел-дни		$t_{\text{maxi}}$ , чел-дни		$t_{\text{оzi}}$ , чел-дни			
	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Поиск и изучение материалов по теме	4	4	7	8	5,2	5,6	5,6	8,3
2. Анализ источников и представленной в них информации	8	0	12	0	9,6	0	9,6	14,2
3. Выбор направления исследований	1	2	3	4	1,8	2,8	2,8	4,1
4. Календарное планирование работ по теме	2	0	4	0	2,8	0	2,8	4,1
5. Составление задания	1	0	2	0	1,4	0	1,4	2,1
6. Утверждение задания	0	1	0	2	0	1,4	1,4	2,1
7. Проектирование архитектуры	14	4	20	8	16,4	5,6	16,4	24,2
8. Определение средств разработки	2	2	5	4	3,2	2,8	3,2	4,7

9. Варианты использования	5	0	9	0	6,6	0	6,6	9,8
10. Эскизное проектирование интерфейса	28	0	34	0	30,4	0	30,4	44,9
11. Реализация загрузки облаков точек на 3D сцену	60	0	70	0	64	0	64	94,6
12. Реализация инструментов разметки	50	0	60	0	54	0	54	79,8
13. Реализация экспорта данных разметки	40	0	50	0	44	0	44	65,0
14. Тестирование приложения и правки	14	0	20	0	16,4	0	16,4	24,2
15. Составление пояснительной записки	2	0	4	0	2,8	0	2,8	4,1
<b>Итого:</b>	<b>231</b>	<b>13</b>	<b>300</b>	<b>26</b>	<b>258,6</b>	<b>18,2</b>	<b>261,4</b>	<b>386,3</b>

Для наглядного представления распределения работ участников проекта и затраченного времени была построена диаграмма Ганта. Построенная диаграмма представлена в приложении Б.

#### **4.4 Бюджет научно-технического исследования**

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

#### 4.4.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при исследовании. Результаты расчета затрат представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Материальные затраты.

Наименование материалов	Единица измерения	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Канцелярских принадлежностей	Шт.	180	5	900
Бумага для записи	Шт.	380	1	380
Материалы для печати	Шт.	848,4	2	1 696,8
Итого:				2 976,8

#### 4.4.2 Расчет амортизации специального оборудования

Для определения амортизационных отчислений в данном расчете учитываются только рабочие дни, связанные с данной работой, поскольку оборудование было приобретено и использовалось до ее начала.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле 4.6:

$$H_A = \frac{1}{n} \quad (4.6)$$

Где:  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле 4.7:

$$A = \frac{H_A I}{12} \times t \quad (4.7)$$

Где:

$I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;  $t$  – время использования, мес.

Таблица 4.11 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Персональный компьютер	1	4	70 000	70 000
2	Жесткий диск	2	2	5 000	10 000
Итого		80 000			

Норма амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 4 года:

$$H_{A1} = \frac{1}{n} = \frac{1}{4} = 0.25$$

Сумма амортизационных отчислений:

$$A_1 = \frac{H_{A1}I}{12} \times m = \frac{0.25 \times 70000}{12} \times 14 = 20\,416.67 \text{ руб}$$

Норма амортизации для жесткого диска, с учётом того, что срок полезного использования составляет 2 года:

$$H_{A2} = \frac{1}{n} = \frac{1}{2} = 0.5$$

Сумма амортизационных отчислений:

$$A_2 = \frac{H_{A2}I}{12} \times m = \frac{0.5 \times 10000}{12} \times 14 = 5\,833.34 \text{ руб}$$

Общая сумма амортизационных отчислений:

$$A_{\text{общ}} = A_1 + A_2 = 20\,416.67 + 5\,833.34 = 26\,250.02 \text{ руб}$$

#### 4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле 4.8:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \times T_p \quad (4.8)$$

Где:

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дней.

(по таблице 4.9 для инженера:  $T_{p1} = 258.6$  дней, для руководителя:  $T_{p2} = 18.2$  дней).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 4.9:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \times M}{F_d} \quad (4.9)$$

Где:

$Z_M$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дней (в данном случае  $F_d = 247$  дней);

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 118 раб. дней,  $M = 8,1$  месяц, 6-дневная рабочая неделя);

Должностной оклад работника за месяц определяется по формуле 4.10:

$$Z_M = Z_{mc} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p \quad (4.10)$$

Где:

$Z_{mc}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб (для руководителя  $Z_{mc2} = 45\ 000$ , а для инженера  $Z_{mc1} = 5\ 000$ );

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

$k_p$  – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томск).

Должностной оклад инженера за месяц:

$$\begin{aligned} Z_{M1} &= Z_{mc1} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 5\ 000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 \\ &= 9\ 750 \text{ руб} \end{aligned}$$

Должностной оклад руководителя за месяц:

$$\begin{aligned} Z_{M2} &= Z_{mc2} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 45\ 000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 \\ &= 87\ 750 \text{ руб} \end{aligned}$$

Среднедневную заработную плату у инженера можно рассчитать по формуле:

$$Z_{дн1} = \frac{Z_{M1} \times M}{F_d} = \frac{9750 \times 8,1}{247} = 319,74$$

Среднедневную заработную плату у руководителя можно рассчитать по формуле:

$$Z_{дн2} = \frac{Z_{M2} \times M}{F_d} = \frac{87750 \times 8,1}{247} = 2\ 877,63$$

Основную заработную плату инженера можно рассчитать по формуле:

$$Z_{осн1} = Z_{дн1} \times T_p = 319,74 \times 258,6 = 82\ 684,76 \text{ руб}$$



Основную заработную плату руководителя можно рассчитать по формуле:

$$Z_{\text{осн2}} = Z_{\text{дн2}} \times T_p = 2877.63 \times 18.2 = 52\,372.87 \text{ руб}$$

Таким образом, затраты на общую основную заработную плату составляют:

$$Z_{\text{осн общее}} = Z_{\text{осн1}} + Z_{\text{осн2}} = 82\,684.76 + 52\,372.87 = 135\,057.63 \text{ руб}$$

Перечисленные информации представляются в таблице 4.12:

Таблица 4.12 – Расчеты основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{\text{мс}}$ , руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб	$Z_{\text{дн}}$ , руб	$T_p$ , дни	$Z_{\text{осн}}$ , руб
Руководитель	45000	0,3	0,2	1,3	55770	2 877,63	18,2	52 372,87
Инженер	5000	0,3	0,2	1,3	12675	319,74	258,6	82 684,76
Итого:								135 057,63

#### 4.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата определяется по формуле 4.11:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}} \quad (4.11)$$

Где:

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата;

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15);

По формуле определим дополнительную заработную плату для инженера:

$$Z_{\text{доп1}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн1}} = 0.15 \times 82\,684,76 = 12\,402,71$$

По формуле определим дополнительную заработную плату для руководителя:

$$Z_{\text{доп2}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн2}} = 0.15 \times 52\,372,87 = 7\,855,93$$

Таким образом, общая дополнительная заработная плата составляет:

$$Z_{\text{доп общ}} = Z_{\text{доп1}} + Z_{\text{доп2}} = 12\,402,714 + 7\,855,93 = 20\,258,64$$

#### 4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяются по формуле 4.12:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (4.12)$$

Где:

$k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2021 году – 30% (ст. 425 НК РФ).

Отчисления во внебюджетные фонды для руководителя найдена по формуле:

$$Z_{\text{внеб}2} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}2} + Z_{\text{доп}2}) = 0.3 \times (52\,372.87 + 7\,855.93) = 18\,068.64$$

Отчисления во внебюджетные фонды для инженера найдена по формуле:

$$\begin{aligned} Z_{\text{внеб}1} &= k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}1} + Z_{\text{доп}1}) = 0.3 \times (82\,684.76 + 12\,402.71) \\ &= 28\,526.24 \end{aligned}$$

Таким образом, общие затраты на составляется отчисления во внебюджетные фонды:

$$Z_{\text{внеб общ}} = Z_{\text{внеб}1} + Z_{\text{внеб}2} = 28\,526.24 + 18\,068.64 = 46\,594.88$$

#### 4.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и т.д.

Величина накладных расходов определяется по формуле 4.13:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \times k_{\text{нр}} \quad (4.13)$$

Где:

$k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

Рассчитанная величина накладных расходов:

$$Z_{\text{накл}} = (2976,8 + 26\,250,02 + 135\,057,63 + 20\,258,64 + 46\,594,88) \times 0,16$$

$$= 36\,982,08$$

#### 4.4.7 Бюджетная стоимость НИР

Группировка затрат по статьям представляется в таблице 4.13:

Таблица 4.13 – Затраты по статьям для текущего проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НТИ	2 976,8
Затраты на амортизацию оборудования.	26 250,02
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	135 057,63
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	20 258,64
Отчисления во внебюджетные фонды	46 594,88
Накладные расходы	36 982,08
<b>Бюджет затрат НТИ</b>	<b>268 120,05</b>

Аналогичным образом были проведены расчеты бюджетной стоимости НИР для двух других вариантов исполнения.

Затраты по статьям для первого варианта исполнения представлены в таблице 4.14:

Таблица 4.14 – Затраты по статьям для первого варианта исполнения

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НТИ	3 150,50
Затраты на амортизацию оборудования.	38 024,02
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	183 177,34
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	27 476,60
Отчисления во внебюджетные фонды	63 196,18
Накладные расходы	50 403,94
<b>Бюджет затрат НТИ</b>	<b>365 428,59</b>

Затраты по статьям для второго варианта исполнения представлены в таблице 4.15:

Таблица 4.15 – Затраты по статьям для второго варианта исполнения

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НТИ	8300,00
Затраты на амортизацию оборудования.	40138,67
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	356278,40
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	53441,76
Отчисления во внебюджетные фонды	122916,05
Накладные расходы	92971,98
<b>Бюджет затрат НТИ</b>	<b>674046,86</b>

#### 4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается по формуле 4.14:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (4.14)$$

Где:

$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения из всех вариантов;

По перечисленным вычислениям определяются общие затраты для всех вариантов:

$$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 268\,120,05,$$

$$\Phi_{\text{исп1}} = 365\,428,59,$$

$$\Phi_{\text{исп2}} = 674\,046,86,$$

$$\Phi_{max} = \Phi_{\text{исп2}} = 674\,046,86.$$

По формуле можно найти интегральный финансовый показатель для текущего проекта:

$$I_{\text{финр}}^{\text{текущ.проект}} = \frac{\Phi_{\text{текущ.проект}}}{\Phi_{max}} = \frac{268\,120,05}{674\,046,86} = 0,3978$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{\Phi_{\text{исп1}}}{\Phi_{max}} = \frac{365\,428,59}{674\,046,86} = 0,5421$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{\Phi_{\text{исп2}}}{\Phi_{max}} = \frac{674\,046,86}{674\,046,86} = 1$$

Проведение расчетов интегральных финансовых показателей для трех вариантов разработки позволяет сделать вывод о том, что текущий проект является более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральные показатели ресурсоэффективности всех вариантов определяются путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра. Сравнительные оценки приведены в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Сравнительная оценка характеристик всех вариантов.

<b>Объекты исследования</b>	<b>Весовой коэффициент параметра</b>	<b>Текущий проект</b>	<b>Исп.2</b>	<b>Исп.3</b>
<b>Критерии</b>				
1. Производительность работы приложения	0,25	4	5	5
2. Информационная безопасность приложения	0,15	5	4	3
3. Количество инструментов для разметки	0,1	4	4	5
4. Количество	0,2	5	3	4

поддерживаемых форматов				
5. Удобство интерфейсов	0,3	5	4	4
ИТОГО	1	4,8	4	4,2

По данным из таблицы 4.16 определяется интегральный показатели ресурсоэффективности для текущего проекта:

$$I_p^{\text{текущ.проект}} = 0,25 \times 4 + 0,15 \times 5 + 0,1 \times 4 + 0,2 \times 5 + 0,3 \times 5 = 4,65$$

Подобно определяется интегральный показатели ресурсоэффективности для первого конкурентного проекта:

$$I_p^{\text{исп.1}} = 0,25 \times 5 + 0,15 \times 4 + 0,1 \times 4 + 0,2 \times 3 + 0,3 \times 4 = 4,05$$

И определяется интегральный показатели ресурсоэффективности для второго конкурентного проекта:

$$I_p^{\text{исп.1}} = 0,25 \times 5 + 0,15 \times 3 + 0,1 \times 5 + 0,2 \times 4 + 0,3 \times 4 = 4,2$$

После проведения расчетов интегральных показателей ресурсоэффективности для трех вариантов разработки, можно сделать вывод о том, что текущий проект является наиболее приемлемым с точки зрения ресурсной эффективности.

Интегральные показатели эффективности всех вариантов вычисляются на основании показателей ресурсоэффективности и интегральных финансовых показателей по формуле 4.15:

$$I_{\text{эф.}i} = \frac{I_p^{\text{исп.}i}}{I_{\text{фин}}^{\text{исп.}i}} \quad (4.15)$$

Где:

$I_{\text{эф.}i}$  – интегральный показатель эффективности  $i$ -ого варианта разработки;

$I_p^{\text{исп.}i}$  – интегральный показатель ресурсной эффективности  $i$ -ого варианта разработки;

$I_{\text{фин}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель  $i$ -ого варианта разработки;

По формуле определяется интегральный показатель эффективности для текущего проекта:

$$I_{\text{эф.текущ.проект}} = \frac{I_{\text{р}}^{\text{исп.текущ.проект}}}{I_{\text{фин}}^{\text{исп.текущ.проект}}} = \frac{4,65}{0,3978} = 11,69$$

По формуле определяется интегральный показатель эффективности для первого конкурентного проекта:

$$I_{\text{эф.исп.1}} = \frac{I_{\text{р}}^{\text{исп.1}}}{I_{\text{фин}}^{\text{исп.1}}} = \frac{4,05}{0,5421} = 7,47$$

По формуле определяется интегральный показатель эффективности для второго конкурентного проекта:

$$I_{\text{эф.исп.2}} = \frac{I_{\text{р}}^{\text{исп.2}}}{I_{\text{фин}}^{\text{исп.2}}} = \frac{4,2}{1} = 4,2$$

Далее среднее значение интегрального показателя эффективности каждого варианта НИР сравнивалось с средним значением интегрального показателя эффективности текущего проекта с целью определения сравнительной эффективности проектов. Среднее значение интегрального показателя эффективности находится по формуле 4.16.

$$\mathcal{E}_{\text{ср.}i} = \frac{I_{\text{эф.исп.}i}}{I_{\text{эф.текущ.проект}}} \quad (4.16)$$

По формуле определяется сравнительная эффективность для первого конкурентного проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср.1}} = \frac{I_{\text{эф.исп.1}}}{I_{\text{эф.текущ.проект}}} = \frac{7,47}{11,69} = 0,639$$

По формуле определяется сравнительная эффективность для второго конкурентного проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср.2}} = \frac{I_{\text{эф.исп.2}}}{I_{\text{эф.текущ.проект}}} = \frac{4,2}{11,69} = 0,359$$

Таблица 4.17 – Сравнительные эффективности разработок.

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,3978	0.5421	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	4,05	4.2
3	Интегральный показатель эффективности	11,69	7,47	4,2
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,084	0,359

Сопоставление средних интегральных показателей между вариантами позволяет сделать вывод, что текущий проект является наиболее финансово- и ресурсноэффективным.



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 8K93	ФИО Быстров Евгений Вячеславович		
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	09.03.04. Программная инженерия

Тема ВКР:

Разработка приложения для разметки облака точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p><b>Введение</b></p> <p>–Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</p> <p>–Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации</p>	<p><i>Объект исследования:</i> веб-приложение для разметки облаков точек.</p> <p><i>Область применения:</i> автомобильная промышленность, геология и геодезия, архитектура и строительство, экология.</p> <p><i>Рабочая зона:</i> офис.</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 6*5 м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> 2, компьютер с большой вычислительной мощностью, система хранения (жесткий диск).</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> обработка данных облаков (фильтрация, приведение системы координат), разметка данных, классификация данных, обучение нейронных сетей, анализ результатов.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b></p> <p>–специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>–организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Трудовой кодекс РФ.</li> <li>2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</li> <li>3. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.</li> <li>4. ТОИ Р-45-084-01. Типовая инструкция по охране труда на персональном компьютере.</li> </ol>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> <p>–Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p>	<p><b>Опасные:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенный уровень статического электричества.</li> </ol> <p><b>Вредные:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Длительное статическое напряжение мышц.</li> <li>2. Монотонность труда, вызывающая монотонию.</li> <li>3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.</li> <li>4. Повышенный уровень шума.</li> </ol> <p><b>Требуемые средства коллективной защиты от выявленных факторов:</b> системы естественного освещения, приборы искусственного освещения, изоляционные средства, предохранительные устройства.</p>

<b>3. Экологическая безопасность <u>при эксплуатации</u></b>	<b>Воздействие на селитебную зону:</b> не выявлено. <b>Воздействие на литосферу:</b> не выявлено. <b>Воздействие на гидросферу:</b> возможно из-за неверного способа утилизации рабочей техники. <b>Воздействие на атмосферу:</b> возможно из-за неверного способа утилизации рабочей техники.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях <u>при эксплуатации:</u></b>	<b>Возможные ЧС:</b> Природные (землетрясения). Техногенные (возгорание неисправных электрических систем, аварии коммунальных систем). Биолого-социального (пандемия, террористические акты). <b>Наиболее типичная ЧС:</b> возгорание неисправных электрических систем.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику   27.02.2023 г.	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К93	Быстров Евгений Вячеславович		

## **5 Социальная ответственность**

### **5.1 Введение**

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка веб-приложения, предназначенного для разметки облаков точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей, обученные модели которых могут быть использованы для идентификации объектов на местности, например, в беспилотном транспорте, на строительных объектах и т. п.

Для выполнения работ по разметки и дальнейшего обучения нейронных сетей веб-приложение может быть использовано физическими лицами или работниками юридических лиц.

В данном разделе будут рассмотрены вредные и опасные факторы, которые оказывают влияние на рабочую деятельность персонала при эксплуатации приложения, рассмотрены воздействия приложения на окружающую среду, правовые и организационные вопросы, мероприятия в чрезвычайных ситуациях.

Рабочим местом для эксплуатации приложения является офисное помещение, размерами 6\*5 м, включающее в себя стол со стулом и персональный компьютер с необходимыми периферийными устройствами (мышь, клавиатура, жесткий диск). Осуществляемые рабочие процессы – обработка данных облаков точек (фильтрация, приведение системы координат), разметка данных, классификация данных, обучение нейронных сетей, анализ результатов.

### **5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

#### **5.2.1 Правовые нормы трудового законодательства**

Нормативное регулирование трудовой деятельности при эксплуатации веб-приложения, предназначенного для разметки облаков точек с целью

классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей посредством таких документов, как:

- Трудовой кодекс Российской Федерации 197-ФЗ [11] (далее – Трудовой кодекс или ТК);
- СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [12] (далее – СанПиН);
- Типовая инструкция ТОИ Р-45-084-01 [13] (далее Типовая инструкция).

В Трудовом кодексе дается следующая характеристика организации труда в течении смены:

- продолжительность рабочего времени не должна превышать 40 часов в неделю;
- длительность рабочей смены не должна превышать 8 часов;
- установка обеденного перерыва для отдыха и питания. продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

Трудовой кодекс не предусматривает правила относительно специальных перерывов в работе, которые следует делать при выполнении обязанностей с использованием компьютера.

Согласно СанПиН, рекомендуется устраивать перерывы продолжительностью 10–15 минут каждые 45-60 минут работы за компьютером. В любом случае, согласно Типовой инструкции, непрерывная работа за компьютером не должна превышать двух часов.

Во время регламентированных перерывов рекомендуется выполнять комплексы упражнений и проветривать помещение для оптимального использования времени.

## 5.2.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [14] рабочий стол может быть любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики и позволяющей удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы.

Выполнение требований на данном рабочем месте отражено ниже в таблице 5.1, согласно ГОСТ 12.2.032-78.

Таблица 5.1 – Требования к организации рабочего места при работе с ПЭВМ

Требование	Требуемое значение
Высота рабочей поверхности стола	Регулируемая высота (680- 800мм) Нерегулируемая высота (725мм)
Рабочий стул	Подъемно-поворотный, регулируемый по высоте и углу наклона спинки
Расположение монитора от глаз пользователя	600-700мм

СанПиН 1.2.3685-21 также устанавливает требования к помещениям, в которых осуществляется эксплуатация программных средств, таких как веб-приложения. Площадь рабочей зоны должна быть рассчитана по формуле  $4,5 \text{ м}^2$  на каждое оборудованное рабочее место с ЖК-мониторами. Окна в помещении должны быть направлены на север или северо-восток. Рабочие столы должны быть расположены таким образом, чтобы расстояние между мониторами составляло не менее 2 метров, если они расположены один за другим, и 1,2 метра, если они расположены в ряд. Рабочие места должны быть спланированы так, чтобы расстояние между лицом сотрудника и экраном составляло от 60 до 70 см. Искусственное освещение должно быть равномерным, предпочтительно комбинированным.

Кроме того, этот нормативный акт требует ежедневной влажной уборки, проветривания помещений каждый час, а также обязательного

оснащения офисов системами вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха.

### 5.3 Производственная безопасность

Производственные факторы согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [15] подразделяются на опасные и вредные. Опасным производственным фактором называется фактор, воздействие которого приводит к травме или резкому ухудшению здоровья. Вредным производственным фактором является фактор, воздействие которого приводит к заболеванию или снижению работоспособности. Возможные опасные и вредные факторы представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте с ПЭВМ

<b>Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)</b>	<b>Нормативные документы</b>
Вредные факторы	
Длительное статическое напряжение мышц	MP 2.2.9.2311-07. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности
Монотонность труда, вызывающая монотонию	ГОСТ Р ИСО 10075-1-2019. Эргономические принципы обеспечения адекватности умственной нагрузки
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий
Повышенный уровень шума	ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
Опасные факторы	
Повышенный уровень статического электричества	ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов

#### 5.3.1 Длительное статическое напряжение мышц

Согласно MP 2.2.9.2311-07 [16] основными обуславливающими развитие производственно-профессионального стресса (стрессового состояния) трудовыми нагрузками при физической нагрузке являются

динамические и статические мышечные нагрузки, связанные с подъемом, перемещением и удержанием различного по массе груза, значительные усилия, прикладываемые к органам управления и ручным инструментам, многократно повторяющиеся движения рук различной амплитуды, выполнение глубоких наклонов корпуса, длительное поддержание физиологически нерациональных рабочих поз.

Работники офиса, проводящие большую часть своего рабочего времени в сидячем положении, сталкиваются с риском развития нескольких типичных профессиональных заболеваний и травм, связанных с их сидячим образом работы.

Во-первых, длительное сидение может привести к проблемам со спиной. Постоянное напряжение позвоночника и неправильная осанка могут вызвать боли в нижней части спины, шейном отделе и плечах. Отсутствие регулярной физической активности и недостаток растяжки мышц спины и ног увеличивают риск развития таких проблем.

Во-вторых, сидячая работа может способствовать развитию синдрома карпального канала. Постоянное использование клавиатуры и мыши при работе на компьютере может привести к повышенному давлению на запястье и нервы, вызывая онемение, покалывание и слабость в руках и пальцах. Неправильное положение рук и отсутствие регулярных перерывов только усиливают риск развития этого заболевания.

Наконец, сидячий образ жизни, характерный для офисных работников, может способствовать развитию ряда заболеваний, связанных с недостатком физической активности. Длительное время, проведенное в сидячем положении, может привести к проблемам с обменом веществ, ухудшению кровообращения и слабости мышц. В результате у работников офиса могут возникать проблемы с весом, повышенным давлением, сердечно-сосудистыми заболеваниями и снижением общей физической выносливости. Регулярные физические упражнения, активные перерывы и поддержание

здорового образа жизни могут помочь справиться с этими проблемами и улучшить общее физическое состояние.

Работа за компьютером предполагает локальные мышечные нагрузки, поэтому в таблице 5.3 приведены физиологические нормы напряжения организма при физическом труде для данного вида работ согласно МР 2.2.9.2311-07 [16].

Таблица 5.3 – Физиологические нормы напряжения организма при физическом труде за ПЭВМ (согласно МР 2.2.9.2311-07 (Приложение 1. «Физиологические нормы напряжения организма при физическом труде различного характера»))

Физиологические показатели	Количественные значения показателей
	мышечные нагрузки
	локальные
Выносливость мышц к статическому усилию (% снижения к концу смены)	До 30
Уровень биоэлектрической активности мышц во время выполнения работы (в % от МПС)	До 14
Частота сердечных сокращений (уд./мин)	До 80
Частота сердечных сокращений (превышение среднесменной ЧСС над уровнем покоя, уд./мин)	На 10
Артериальное давление, систолическое (мм рт. ст.)	До 120
Минутный объем дыхания (л, STPD)	До 9
Энерготраты, ккал/мин ( $Вт/м^2$ )	До 1,7 (65,7)
Накопление тепла в организме, кДж/кг	До 2,60
Дефицит тепла в организме, кДж/кг	До 2,72
Температура кожи тыла кисти, °С	> 24,5

Для снятия мышечного напряжения у работников физического труда, с учетом характера мышечных нагрузок, регламентированные перерывы следует использовать для проведения физкультурных пауз, самомассажа рук, шеи, поясницы и ног, производственной гимнастики.



### **5.3.2 Монотонность труда, вызывающая монотонию**

Длительный процесс разработки программного обеспечения является монотонным трудом, способным вызвать монотонию.

Согласно ГОСТ Р ИСО 10075-1-2019 «Эргономические принципы обеспечения адекватности умственной нагрузки» [17] монотония – медленно развивающееся состояние пониженной активизации, возникающее при длительном выполнении однообразных, повторяющихся заданий, в основном проявляющееся в виде сонливости, утомления, снижения или колебания работоспособности, снижения адаптируемости и восприимчивости, а также сопровождающееся повышением изменчивости частоты сердечных сокращений.

Монотонная работа может стать причиной развития нескольких типичных профессиональных заболеваний и травм, связанных с ежедневным повторением однотипных задач и монотонностью работы.

Во-первых, монотонность работы может привести к развитию мышечных расстройств и синдрома перенапряжения мышц. Постоянное повторение одних и тех же движений и позиций может вызвать напряжение и перегрузку определенных групп мышц. Это может привести к болям в шее, спине, плечах и руках, а также к ограничению подвижности и ухудшению гибкости.

Во-вторых, монотонная работа может способствовать развитию умственного и эмоционального истощения, такого как синдром выгорания. Постоянная работа над одними и теми же задачами, отсутствие разнообразия и стимулирующих факторов может привести к чувству утомления, потере интереса и мотивации. Работники офиса и программисты могут столкнуться с эмоциональным истощением, пониженной эффективностью и чувством неполноценности.

Для снижения риска развития таких профессиональных заболеваний и травм, работники офиса и программисты должны стремиться к разнообразию в работе, включать регулярные перерывы и упражнения, а также

обеспечивать себе время для отдыха и восстановления. Важно также создавать баланс между работой и личной жизнью, заниматься физической активностью и осознанно относиться к своему психологическому благополучию.

### **5.3.3 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения**

Неправильное расположение рабочей зоны относительно источников естественного и искусственного света может привести к недостаточной освещенности рабочей зоны при разработке веб-приложения для создания тематических карт. При недостаточном освещении человек быстро утомляется, работает менее продуктивно, а также может возникнуть риск развития профессиональных заболеваний, например, близорукости.

Требования к освещению на рабочих местах, где установлены персональные компьютеры, определены в таблице 5.4 в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 [12].

Таблица 5.4 – Требования к освещению на рабочих местах с ПЭВМ

<b>Показатель</b>	<b>Норма</b>
Освещенность поверхности рабочего стола	300-500 лк
Освещенность экрана	Не более 300 лк
Яркость светящихся поверхностей	Не более 200 кд/м <sup>2</sup>
Яркость бликов на экране	Не более 40 кд/м <sup>2</sup>
Показатель ослабленности	Не более 20
Показатель дискомфорта	Не более 40
Соотношение яркости между рабочими поверхностями	Не более 3:1 - 5:1
Соотношение яркости между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования	Не более 10:1
Коэффициент пульсации	Не более 5%

### **5.3.4 Повышенный уровень шума**

Превышение уровня шума в рабочих помещениях является вредным фактором. Источниками шума могут быть различные офисные устройства, включая компьютеры, кондиционеры, вентиляторы, копировальную технику и другое оборудование.

Этот фактор, при превышении нормативных значений, оказывает негативное влияние не только на органы слуха человека, но также на его нервную систему, что отражается на общем самочувствии и работоспособности. Уровни шума для различных категорий рабочих мест в служебных помещениях регулируются ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности» [18].

Помещения, в которых используются компьютеры, не должны располагаться рядом с помещениями, где уровни шума превышают нормативные значения. В случае разработки веб-приложения, основными источниками шума являются компьютеры и кондиционер. Уровень шума на таких рабочих местах не должен превышать значений, которые указаны в СП 51.13330.2011 [20], где, согласно пункту 6.3, уровень шума в офисе не должен превышать значение в 65 дБА.

На рабочем месте, где используется компьютер, основными источниками шумов являются его составляющие (система охлаждения, кулеры). Методы для уменьшения воздействий шума представлены в СНиП 23-03-2003:

- Экранирование рабочих мест, то есть установка перегородок между рабочими местами.
- Установка оборудования, производящего минимальный шум.
- Применение звукопоглощающих материалов.
- Для обеспечения снижения уровня шума персональных компьютеров, необходимо регулярно проводить чистку от пыли, замену смазывающих веществ и прочее техническое обслуживание.

### **5.3.5 Повышенный уровень статического электричества**

Помещение, в котором расположены персональные компьютеры, относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствуют следующие факторы:

- Высокая температура.

- Токопроводящая пыль.
- Токопроводящие полы.
- Сырость.
- Возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам и механизмам, металлическим корпусам электрооборудования.

Источником возникновения фактора могут являться возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электrorаспределительных щитов. Для предотвращения возможности поражения электрическим током принимаются следующие мероприятия:

Запрещается выполнение работ на задней панели при включенном сетевом напряжении.

Осуществляется заземление корпусов приборов и инструментов, чтобы защитить от возможного поражения электрическим током, который может пробиться на корпус через инструмент.

Работы по устранению неисправностей должны выполняться компетентными специалистами.

Постоянно следят за исправностью электропроводки и в случае обнаружения неисправностей сразу принимаются меры по их устранению.

Согласно ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация» [19] к средствам защиты от повышенного уровня статического электричества относятся:

- Заземляющие устройства.
- Антиэлектростатические вещества.
- Экранирующие устройства.

## 5.4 Экологическая безопасность

Процесс эксплуатации веб-приложения не оказывает негативного воздействия на окружающую среду, так как все процессы осуществляются внутри ПЭВМ. Это значит, что нет загрязнения селитебной зоны и литосферы. Однако разработка программного обеспечения может негативно сказаться на гидросфере и атмосфере.

Потребление электроэнергии в процессе разработки программного обеспечения оказывает значительное негативное влияние на гидросферу и атмосферу планеты.

Многие этапы разработки ПО требуют мощных компьютерных систем и серверов, которые потребляют большое количество электроэнергии. Центры обработки данных и серверные фермы работают круглосуточно, поддерживая высокую производительность и доступность систем. Для обеспечения их работы требуется большое количество энергии, а значит, и большой объем электроэнергии должен быть произведен. Это приводит к увеличению нагрузки на энергетические системы и инфраструктуру, что может повлечь за собой увеличение выбросов парниковых газов и загрязнение гидросферы, в зависимости от вида получаемой энергии.

Для снижения негативного влияния потребления электроэнергии в разработке программного обеспечения необходимо стремиться к более энергоэффективным решениям. Компании могут внедрять методы виртуализации и оптимизации энергопотребления серверов, а также переходить на использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечная или ветровая энергия. Такие шаги помогут снизить отрицательное воздействие потребления электроэнергии на гидросферу и атмосферу.

Также неправильная утилизация электронного мусора, происходящая в процессе разработки программного обеспечения, представляет серьезную угрозу для экологии.

Устаревшая техника и неисправные компьютеры, используемые в разработке, часто оказываются выброшенными на свалки или сжигаются, что

приводит к выделению токсичных веществ в атмосферу и загрязнению гидросферы.

Утилизация компьютерной и организационной техники ограничена законодательством из-за использования в их производстве материалов, которые могут причинить значительный вред окружающей среде. Главными нормативными актами, регулирующими утилизацию ноутбуков, являются федеральные законы Российской Федерации "Об охране окружающей среды" и "Об отходах производства и потребления". Утилизация компьютерного оборудования включает обязательное извлечение компонентов, их сортировку и последующую отправку для повторного использования. Такая утилизация должна проводиться квалифицированным персоналом.

Утилизация отходов, таких как бумажная макулатура и канцелярские отходы, осуществляется через сбор, сортировку и утилизацию. Отходы, которые могут быть повторно использованы после сортировки, отправляются на переработку специализированным компаниям.

## **5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

При работе локально в офисных помещениях и за его пределами возможны различные чрезвычайные ситуации, такие как пожары, землетрясения, эпидемии, техногенные чрезвычайные ситуации, связанные с авариями коммунальных систем, а также террористические акты.

При эксплуатации веб-приложения наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар, а именно возгорание неисправных электрических систем. В рабочих помещениях, где используются компьютеры, распространенные причины возникновения пожара включают короткое замыкание, использование неисправного электрооборудования, курение в неположенных местах, неправильное обращение с оборудованием и другие факторы.

Пожар может причинить вред жизни, здоровью и материальные потери. В случае пожара могут быть уничтожены бумажные и/или электронные носители информации, необходимые для разработки. Для защиты этих

данных рекомендуется хранить файлы с документами в облачных хранилищах данных.

В соответствии с действующим Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" был определен класс возможного пожара в офисном помещении с размещенным компьютером – это Класс Е, который относится к пожарам горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением. В случае возникновения пожара этого класса, связанного с возгоранием ПЭВМ, можно применить переносной или передвижной огнетушитель, который находится в офисном здании, для его тушения.

Для профилактики возникновения ЧС должен проводиться следующий комплекс мер по предотвращению возгорания:

- Не допускается блокирование или загромождение пожарных выходов.
- Необходимо проводить регулярные проверки первичных средств для тушения пожаров и систем оповещения.
- Во всех служебных помещениях должны быть установлены «Планы эвакуации людей при пожаре и других ЧС».
- Должны проводиться инструктажи по пожарной безопасности и тренировки действий в случае возникновения пожаров.
- Необходимо правильное содержание и эксплуатация электрических приборов.
- Должны соблюдаться установленные в организации правила противопожарной безопасности.
- Помещения с ПЭВМ должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения (разрешается использование углекислотных и порошковых огнетушителей).
- Недопустимо использовать для тушения пожара пенные огнетушители или воду, так как они проводят электрический ток.

- Помещения с ПЭВМ должны проектироваться согласно I или II степени огнестойкости.

В случае если источник возгорания не может быть ликвидирован самостоятельно необходимо вызвать службы для пожаротушения и организовать эвакуацию персонала в минимально возможные сроки.

## **5.6 Вывод по разделу**

В соответствии с приказом Минтруда России от 15.12.2020 N 903н "Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок" рабочему помещению относится к категории помещений без повышенной опасности.

Согласно пункту 1.1.13 Правил устройства электроустановок (ПУЭ-7), рабочая зона считается помещением без повышенной опасности относительно риска поражения людей электрическим током, так как в ней отсутствуют условия, которые могут создавать повышенную опасность.

В соответствии с "Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок" требуется, чтобы персонал обладал первой группой по электробезопасности.

Работы, которые выполняются в процессе эксплуатации приложения с использованием ПЭВМ, могут быть отнесены к категории тяжести труда Ib. Это связано с тем, что все работы во время эксплуатации производится в сидячем положении и сопровождается незначительным физическим напряжением.

В связи с наличием возгораемых материалов, предметов и в рабочей зоне, ему можно присвоить категорию В по взрывопожарной и пожарной безопасности согласно СП 12.13130.2009.

Из-за отсутствия выбросов или негативных факторов, которые могут непосредственно влиять на окружающую среду в процессе эксплуатации веб-приложения, объект можно отнести к 4-ой категории с точки зрения негативного воздействия на окружающую среду.



## **Заключение**

В данной работе были представлены проектирование и разработка приложения для разметки облака точек с целью классификации объектов в пространстве и обучения нейронных сетей. Был проведен анализ предметной области, рассмотрены различные методы разметки облака точек и классификации объектов, а также изучены существующие конкурирующие решения.

Разработанное приложение предоставляет удобный интерфейс для взаимодействия с облаком точек, позволяя пользователям эффективно размечать и классифицировать объекты. Приложение обеспечивает гибкость и интуитивно понятные функции.

Приложение имеет широкий спектр применений в различных областях, включая геодезию, робототехнику, автономные транспортные системы и виртуальную реальность. Благодаря возможности классификации объектов в пространстве, приложение может быть использовано для создания точных моделей поверхностей, анализа территорий, определения объемов и других важных задач.

Приложение открывает новые возможности и перспективы в области трехмерного моделирования и анализа данных. Дальнейшие исследования и развитие данного приложения могут привести к еще более точным и автоматизированным методам анализа трехмерных данных и улучшению в различных областях применения.

На этапе финансового анализа были выявлены конкурентные черты разработки собственного решения, бюджет и сроки реализации. Результат этапа социальной ответственности продемонстрировал отсутствие нарушений при эксплуатации веб-приложения по различным аспектам в области безопасности.

Таким образом, в рамках выпускной квалификационной работы были выполнены все поставленные задачи, что позволило достигнуть цель работы.

## Список использованных источников

1. Трехмерные облака точек: что это такое и зачем нужно? / [Электронный ресурс] // Systemnet.com.ua: [сайт]. — URL: <https://systemnet.com.ua/trexmernye-oblaka-tochek-hto-eto-takoe-i-zachem-nuzhno/> (дата обращения: 06.03.2023).
2. Обзор алгоритмов семантической классификации облака точек / [Электронный ресурс] // Medium.com: [сайт]. — URL: <https://medium.com/phygitalism/3d-semantic-segmentation-overview-9d6b6384eb04> (дата обращения: 20.03.2023).
3. CloudCompare / [Электронный ресурс] // Danielgm.com: [сайт]. — URL: <https://www.danielgm.net/cc/> (дата обращения: 27.03.2023).
4. Autodesk Civil 3D / [Электронный ресурс] // Autodesk.com: [сайт]. — URL: <https://www.autodesk.com/products/civil-3d/> (дата обращения: 27.03.2023).
5. Pix4D / [Электронный ресурс] // 4. Pix4D.com: [сайт]. — URL: <https://www.pix4d.com> (дата обращения: 27.03.2023).
6. Документация TypeScript / [Электронный ресурс] // Typescriptlang : [сайт]. — URL: <https://www.typescriptlang.org/> (дата обращения: 10.04.2023).
7. GLSL Tutorial – Core / [Электронный ресурс] // Lighthouse3d.com: [сайт]. — URL: <https://www.lighthouse3d.com/tutorials/glsl-tutorial/> (дата обращения: 10.04.2023).
8. Документация ReactJS / [Электронный ресурс] // ReactDev : [сайт]. — URL: <https://react.dev/> (дата обращения: 8.05.2023).
9. Документация Three.js / [Электронный ресурс] // Threejs : [сайт]. — URL: <https://threejs.org> (дата обращения: 8.05.2023).
10. Документация Potree.js / [Электронный ресурс] // Github : [сайт]. — URL: <https://github.com/potree/potree> (дата обращения: 8.05.2023).

11. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023).
12. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
13. ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере» (утв. Приказом Минсвязи РФ от 02.07.2001 N 162).
14. ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
15. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
16. МР 2.2.9.2311-07 "Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности" (утв. руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 18 декабря 2007 г.).
17. ГОСТ Р ИСО 10075-1-2019 «Эргономические принципы обеспечения адекватности умственной нагрузки».
18. ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».
19. ГОСТ 12.4.011-89 «ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».
20. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.

# Приложение А

## Блок-схема процесса создания объекта в нотации EPC

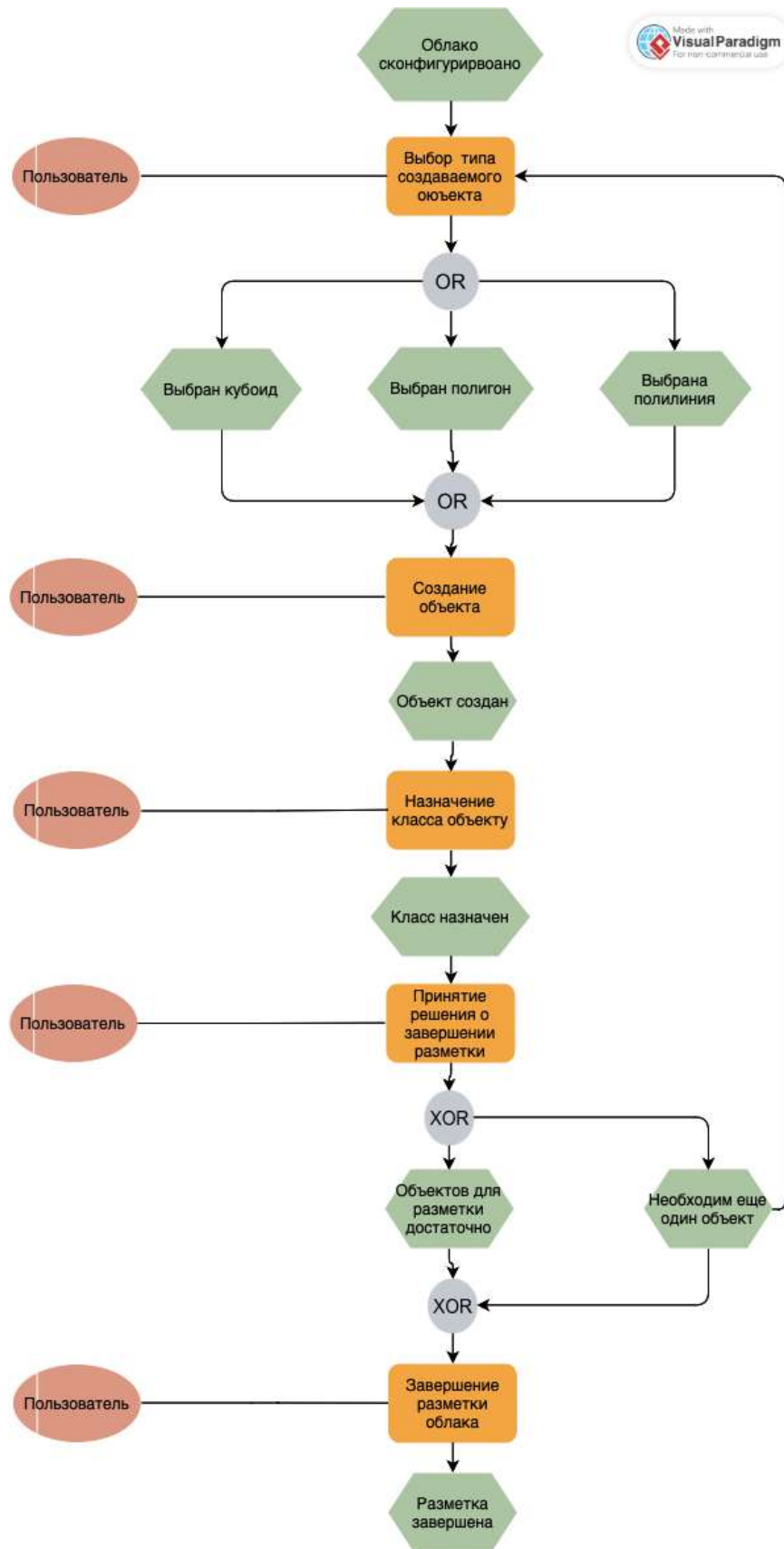


Рисунок А.1 – Процесс создания объекта

# Приложение Б

## Диаграмма Ганта

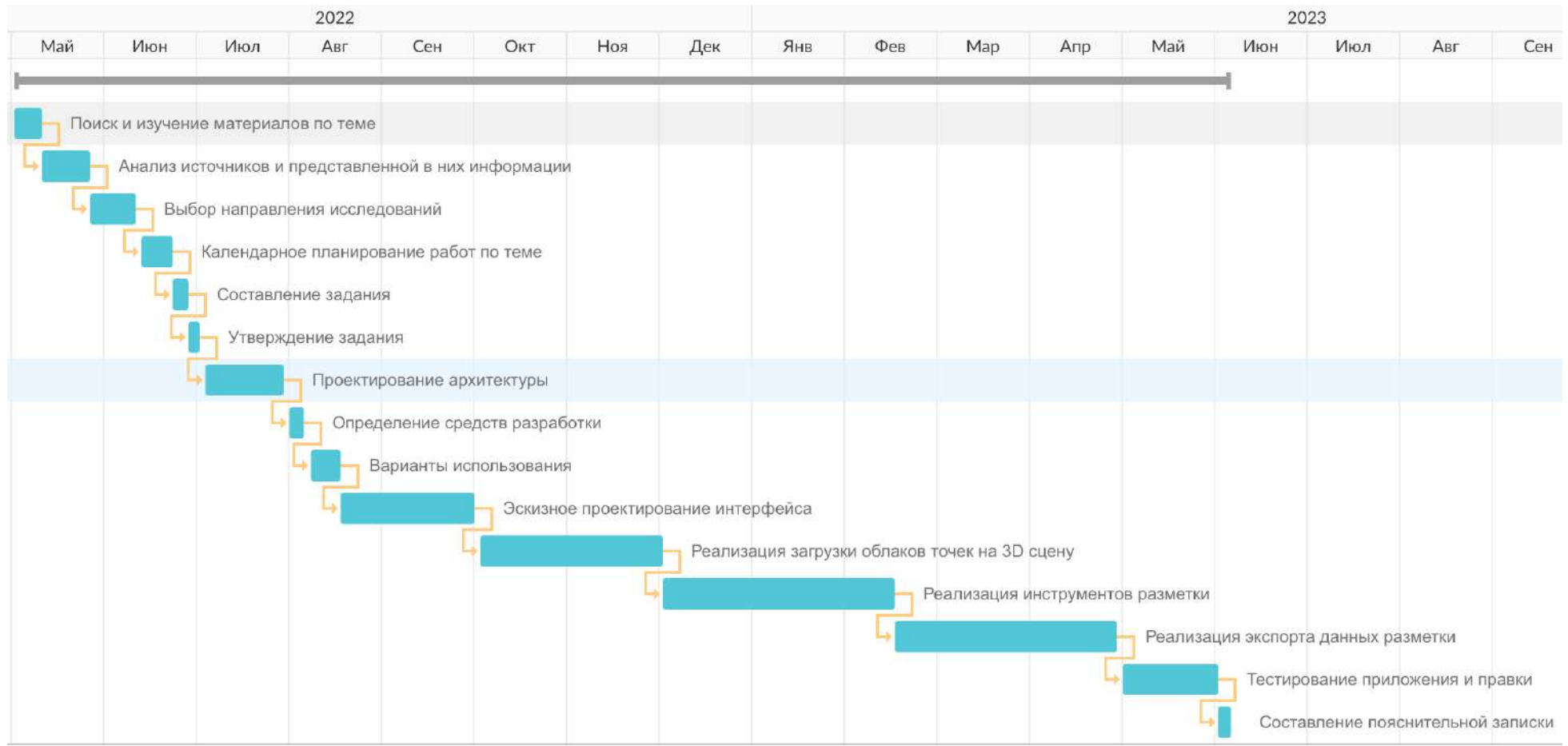


Рисунок Б.1 – График работ по проекту

## Приложение В

### Пример выходного файла

```
[
  {
    "id": "4e1ca9a2-0dd5-49ae-86ae-e0809e31592f",
    "identity": 1,
    "createdAt": "2022-11-21 10:22:34",
    "classId": "1",
    "class": "Person",
    "geometry": {
      "id": "49c3ce9e-499a-46bd-9b1e-3e136746e3ca",
      "position": {
        "x": 1.3000001907348633,
        "y": 8.644266970968632,
        "z": -1.9073486345888568e-7
      },
      "rotation": {
        "x": 0,
        "y": 0,
        "z": 0
      },
      "boxSize": {
        "x": 7.301195088578069,
        "y": 7.301195088578069,
        "z": 7.301195088578069
      },
      "clipTask": 1
    },
    "isVisible": true,
    "isLocked": false,
    "deleted": false,
    "discarded": false,
    "taxonomy_attribute": {
      "Visibility": 1,
      "Truncated": false,
      "Occluded": false
    },
    "updated_on": 1685637561417,
    "order": 0,
    "key": "1_4e1ca9a2-0dd5-49ae-86ae-e0809e31592f",
    "idbkey": "6367d1a65ad879d2a1c66903_1_4e1ca9a2-0dd5-49ae-86ae-
e0809e31592f",
    "seq_no": "1",
    "object_type": "cuboid",
    "isUpdated": false,
    "node_wise_batch_details_id": "6367d1a65ad879d2a1c66903",
    "uniqueToken": "6478c9a5f6b37e19566358fa"
  }
]
```