

Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление: «Информационные системы и технологии»  
 Отделение: «Информационные технологии»

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Реализация инструмента для поиска и анализа пересечений объектов в системе «NeoPortal»

УДК 004.451.9:004.75:004.455.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Леонов Александр Вячеславович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Пономарев Алексей Анатольевич	Кандидат технических наук		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина Вероника Анатольевна	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Аверкиев Алексей Анатольевич			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Цапко Ирина Валериевна	Кандидат технических наук		

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (КОМПЕТЕНЦИИ ВЫПУСКНИКОВ)

по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные и общепрофессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания для комплексной инженерной деятельности по созданию, внедрению и эксплуатации геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием геоинформационных систем и технологий, информационных систем в бизнесе, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по созданию информационных систем и технологий, а также средств их реализации (информационных, методических, математических, алгоритмических, технических и программных).
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные геоинформационные системы и технологии, информационные системы и технологии в бизнесе, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Универсальные (общекультурные) компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом. Владеть иностранным языком (углублённый английский язык), позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций.
P10	Демонстрировать личную ответственность за результаты работы и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, а также готовность к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Направление: «Информационные системы и технологии»

Отделение: «Информационные технологии»

**УТВЕРЖДАЮ:**  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8И7А	Леонову Александру Вячеславовичу

Тема работы:

Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.02.2021 №36-82/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2021
--	------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделю или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Инструмент геоинформационной системы предприятия NeoPortal будет обеспечивать систему расчетами пересечений между объектами предприятия-партнера и объектами из открытых источников, таких как Росреестр. Целью ВКР является разработка инструмента поиска и анализа пересечений на основе микросервисной архитектуры, и предоставление системе NeoPortal необходимых методов API.</p>
--	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Анализ предметной области  2. Проектирование инструмента системы  3. Разработка инструмента  4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение  5. Социальная ответственность</p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация в формате *.pptx</p>

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Раздел</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Маланина Вероника Анатольевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Аверкиев Алексей Анатольевич</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p> </p>	
<p> </p>	
<p> </p>	

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

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Пономарев Алексей Анатольевич	Кандидат технических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Леонов Александр Вячеславович		

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление: «Информационные системы и технологии»  
 Отделение: «Информационные технологии»  
 Период выполнения: (осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	75
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	Социальная ответственность	10

#### СОСТАВИЛ:

##### Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Пономарев Алексей Анатольевич	Кандидат технических наук		

#### СОГЛАСОВАНО:

##### Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Цапко Ирина Валерьевна	Кандидат технических наук		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8И7А	Леонов Александр Вячеславович

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОИТ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.02 Информационные системы и технологии

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя (к.т.н., доцент) – 35000 руб. Оклад студента – 17500 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премиальный коэффициент 30%; Коэффициент доплат и надбавок 20%; Районный коэффициент 1,3; Коэффициент дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%;
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %;

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка потенциальных потребителей исследования. Проведение SWOT-анализа. Проведение Quad-анализа.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение трудоемкости выполнения работ; Расчет материальных затрат НИИ; Основная зарплата исполнителей; Дополнительная зарплата исполнителей; Отчисления во внебюджетные фонды; Накладные расходы; Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта;
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение эффективности исследования

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Диаграмма Ганта 4. Расчет бюджета НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ
--

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Маланина В. А.	к.э.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8И7А	Леонов Александр Вячеславович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8И7А	Леонов Александр Вячеславович

Школа		Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Информационные системы и технологии

Тема ВКР:

Реализация инструмента для поиска и анализа пересечений объектов в системе "NeoPortal"	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования: инструмент поиска и анализа пересечений для обеспечения системы "NeoPortal" расчетами пересечений между объектами, расположенных в базе данных предприятия, и объектами из открытых источников, таких как Росреестр</p> <p>Рабочая зона: место оператора ПЭВМ.</p> <p>Область применения: Диспетчерские отделения предприятий нефтегазовой отрасли.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 192-ФЗ (ред. от 30.04.2021).</li> <li>2. ГОСТ 22269-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места.</li> <li>3. ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя.</li> <li>4. ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора.</li> <li>5. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение</li> <li>6. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений</li> <li>7. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны»</li> <li>8. ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум.</li> </ol>

	<p>Общие требования безопасности»</p> <p>9. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Пожарная безопасность технологических процессов»</p> <p>10. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>2. Отклонение показателей микроклимата в помещении</li> <li>3. Повышенный уровень шума</li> </ol> <p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опасность поражения электрическим током</li> </ol>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<p>Литосфера: технологическая разработка карьеров.</p> <p>Воздействие на атмосферу и гидросферу не выявлено.</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p>Возможные ЧС:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. техногенные (взрывы, пожары, обрушение помещений);</li> <li>2. природные (наводнения, ураганы, бури, природные пожары);</li> <li>3. биологические (эпидемии, пандемии);</li> <li>4. антропогенные (война, терроризм).</li> </ol> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Аверкиев Алексей Анатольевич	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Леонов Александр Вячеславович		



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 85 с., 33 рис., 17 табл., 18 источников.

**Ключевые слова:** геоинформационная система, .NET C#, ASP.NET, PostGIS, интеграция, оптимизация заметания прямой, пересечения.

**Объектом исследования является** инструмент геоинформационной системы, предоставляющий функционал поиска и анализа пересечений объектов партнеров-предприятий.

**Цель работы:** разработка инструмента поиска и анализа пересечений для оптимизации работы оператора ГИС-системы NeoPortal.

**В процессе исследования** проводился анализ предметной области, изучение способов проецирования.

**В результате исследования** разработан инструмент поиска и анализа пересечений

**Степень внедрения:** планируется внедрение в промышленную эксплуатацию.

**Область применения:** информационные отделения клиентов продукции NST NeoPortal

**Экономическая эффективность/значимость работы:** разработка является экономически эффективной.

**В будущем планируется** расширение функциональности созданного инструмента и разработка клиентской части.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

**ASP .NET** – платформа разработки веб-приложений, разработанная Microsoft.

**WKT** – текстовый формат представления векторной геометрии и описания систем координат.

**REST** – архитектура взаимодействия программ с помощью HTTP запросов.

**WGS84** – всемирная система геодезических параметров Земли 1984 года, в число которых входит система геоцентрических координат.

**NST** – Neo Stack Technology производитель программного обеспечения.

**NeoPortal** – геоинформационная система, разработанная и поддерживаемая NST.

**API** – описание способов, которыми одна компьютерная программа может взаимодействовать с другой программой.

**WFS** – стандартный протокол для обслуживания через Интернет географических данных.

**WMS** – стандартный протокол для обслуживания через Интернет географически привязанных изображений, генерируемых картографическим сервером на основе данных из БД ГИС.

**WCS** – стандарт интерфейса для поиска пространственных данных на основе веб-технологий, представляющий изменяющиеся в пространстве / времени явления.

**Датум** – набор параметров эллипсоида, референц-эллипсоида или квазигеоида, зафиксированный в определённый момент времени.

**ПЭВМ** – персональная электронно-вычислительная машина.

## Оглавление

Введение.....	14
1 Анализ предметной области .....	16
1.1 ГИС-системы в нефтегазовой отрасли.....	16
1.2 Работа оператора ГИС-системы NeoPortal .....	17
2 Алгоритмы инструмента .....	20
2.1 Проецирование .....	20
2.1.1 Географическая система координат .....	21
2.1.2 Прямоугольная система координат .....	22
2.1.3 Датумы.....	22
2.1.4 Географические преобразования .....	23
2.2 Поиск пересечений.....	26
2.2.1 Базовая операция поиска пересечений.....	26
2.2.2 Метод заметания плоскости .....	31
3 Архитектура инструмента .....	37
3.1 Взаимодействие с API Росреестр.....	38
3.2 Проектирование кеширования .....	43
4 Интеграция инструмента .....	46
5 Выбор средств разработки .....	47
5.1 Выбор готовых решений для работы с геометрией.....	47
5.1.1 GDAL .....	47
5.1.2 PostGIS.....	47
5.1.4 ProjNet.....	48
5.1.5 GeoServer .....	48
5.1.6 NetTopologySuite.....	49

5.1.7 Вывод.....	49
5.2 Выбор инструментов разработки.....	50
6 Реализация.....	51
6.1 Реализация работы с открытым источником геоданных .....	51
6.2 Реализация поиска пересечений .....	52
6.2.1 Сравнение производительности.....	53
6.3 Реализация кеширования пересечений .....	55
6.4 Реализация проецирования.....	56
6.5 Упаковка инструмента в композицию контейнеров Docker.....	56
7 Финансовый менеджмент.....	57
7.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	57
7.1.1 Потребители результатов исследования.....	57
7.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	57
7.1.3 Технология QuaD.....	58
7.1.4 SWOT-анализ .....	60
7.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	61
7.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	61
7.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	62
7.2.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	63
7.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	65
7.3.1 Расчет амортизационных отчислений.....	66
7.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы.....	67
7.3.3 Дополнительная заработная плата.....	68

7.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	69
7.3.5 Накладные расходы.....	70
7.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	70
Вывод.....	71
8 Социальная ответственность .....	72
Введение.....	72
8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	72
8.2 Производственная безопасность.....	73
8.2.1 Анализ вредных производственных факторов.....	73
8.3 Экологическая безопасность.....	79
8.3.1 Загрязнение литосферы.....	79
8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	80
8.4.1 Пожаробезопасность .....	80
Вывод.....	81
Заключение .....	83
Список литературы .....	84

## **Введение**

Технологии работы с геометрией на картах являются необходимым решением для ряда отраслей промышленности. Одни из самых крупных клиентов с такой потребностью – это компании, которые занимаются добычей нефти и газа.

Как правило, ГИС-решения позволяют справиться с множеством проблем, возникающих у отделов таких компаний. Отсутствие единого источника данных и как следствие разрозненность картографических материалов, необходимость эффективного обмена пространственными данными между службами компании и проектными организациями, необходимость оперативного доступа к таким данным, а главное – потребность в простых и доступных инструментах решения прикладных задач с использованием геоданных.

NeoPortal – является связующим продуктом из каталога ГИС-решений компании NST. Таким образом, он располагает в себе фундаментальный функционал работы с геоданными, включая инструменты прикладных задач. Такие инструменты предназначены для решения большинства проблем, с которыми может столкнуться оператор системы, например, как оценка расстояний и площадей, снятие координат объектов, экспорт и печать, поиск оптимальных маршрутов, рисование, расчет зон затопления и др. Стремление оптимизации работы оператора может породить потребности в новых прикладных инструментах системы. Одним из таких оказался инструмент для поиска и анализа пересечений в системе NeoPortal.

Оператор системы, работая с геометрией, рисует ее на карте, делит на слои, заполняет необходимой информацией, в определенных ситуациях ему нужно узнать – не пересекается ли объекты одного слоя с другим, не пересекаются ли объекты клиентского предприятия с объектами из открытого источника. В большинстве случаев такие пересечения можно рассматривать как нарушение, например, взятый в аренду участок не может пересекаться с чужим участком, или же оператор допустил ошибку, и

произошло пересечение двух зданий, а может это и не ошибка, так как линии передач могут пересекать дороги. В таком случае должен происходить анализ пересечений с выводом дополнительной информации о полученном пересечении.

Архитектура проекта NeoPortal, позволяет интегрировать в себя новые инструменты, благодаря подходу с микросервисной архитектурой. Инструмент представляет собой сервис, который предоставляет геопорталу необходимый функционал.

## **1 Анализ предметной области**

### **1.1 ГИС-системы в нефтегазовой отрасли**

Добыча полезных ископаемых, а в частности нефти и газа, является одной из самых важных отраслей промышленности в России. Специалисты отрасли занимаются трудоемкими процессами, в которых требуется концентрация внимания и выполнение расчетов. Цифровизация бизнес-процессов затрагивает следующие области специалистов нефтегазовой отрасли:

- Картография;
- Хранение данных;
- Проектирование коммуникаций;
- Проектирование и прокладывание трубопровода;
- Анализ и мониторинг экологических параметров;
- Менеджмент и управление;

Цифровизация компаний с помощью ГИС-систем помогает им оптимизировать свои бизнес-процессы и улучшить качество выполняемой работы. При этом, ГИС-системы работают в команде с системами по хранению данных, могут интегрироваться с САПР-системами и др. Поэтому при разработке и внедрении ГИС-систем у потребителя нет цели заменить функционал своих продуктов, например промышленной СУБД, на предоставляемой ГИС-системой. Главной целью потребителя ГИС-системы является улучшение и дополнение уже существующего функционала. Так как человеку легче всего воспринимать и анализировать пространственные данные в виде геометрических примитивов на мониторе, система преобразует и структурирует данные в удобном для человека виде. Таким образом, можно выделить следующие обязанности ГИС-систем:

- Представление данных;
- Анализ геопространственных данных;



## 1.2 Работа оператора ГИС-системы NeoPortal

Операторы системы NeoPortal работают с ней, используя набор инструментов для работы с геоданными. На рисунке 1 представлено главное окно веб-клиента NeoPortal, на нем расположена карта, панель инструментов и меню фильтров.

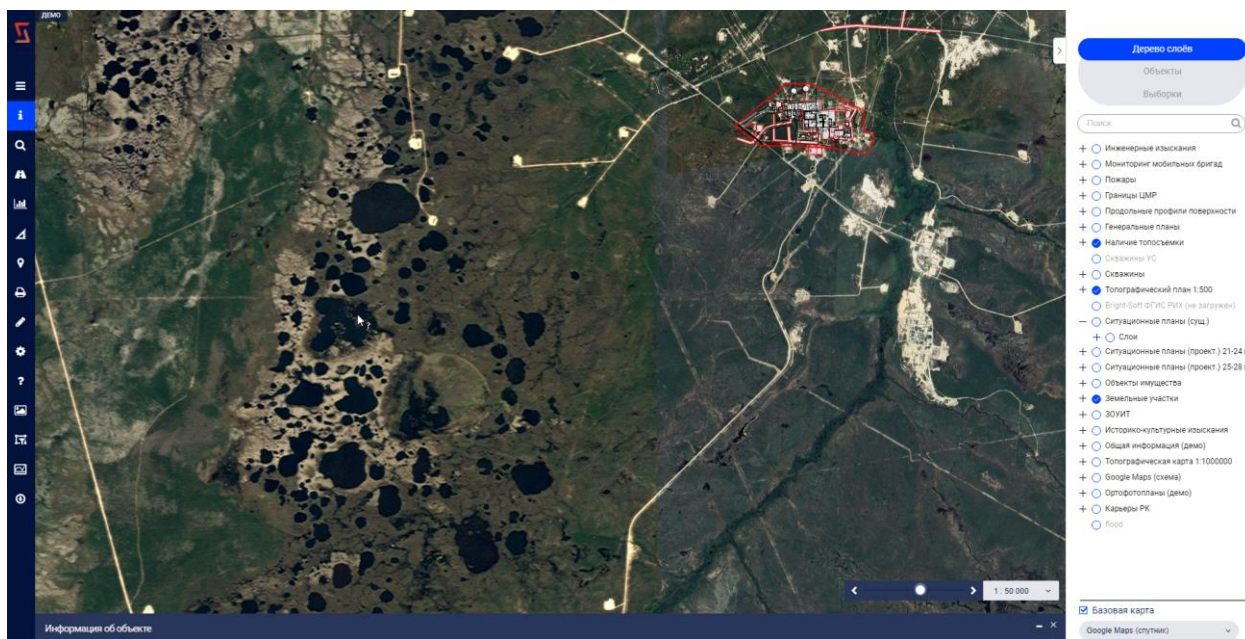


Рисунок 1 – Главное окно веб-клиента NeoPortal

NeoPortal предоставляет широкому кругу пользователей основные возможности работы с картой и анализа данных. Главными его задачами является:

- Визуализация данных на карте;
- Навигация по карте;
- Управление слоями (включение/выключение, настройка прозрачности, просмотр легенды);
- Просмотр атрибутивной информации по объектам карты;
- Просмотр легенды объектов карты;
- Переключение между тематическими и обзорными картами;
- Оценка расстояний между объектами, построение маршрута;
- Рисование;

Например, для оценки расстояний между объектами используется инструмент измерений, который показан на рисунке 2.

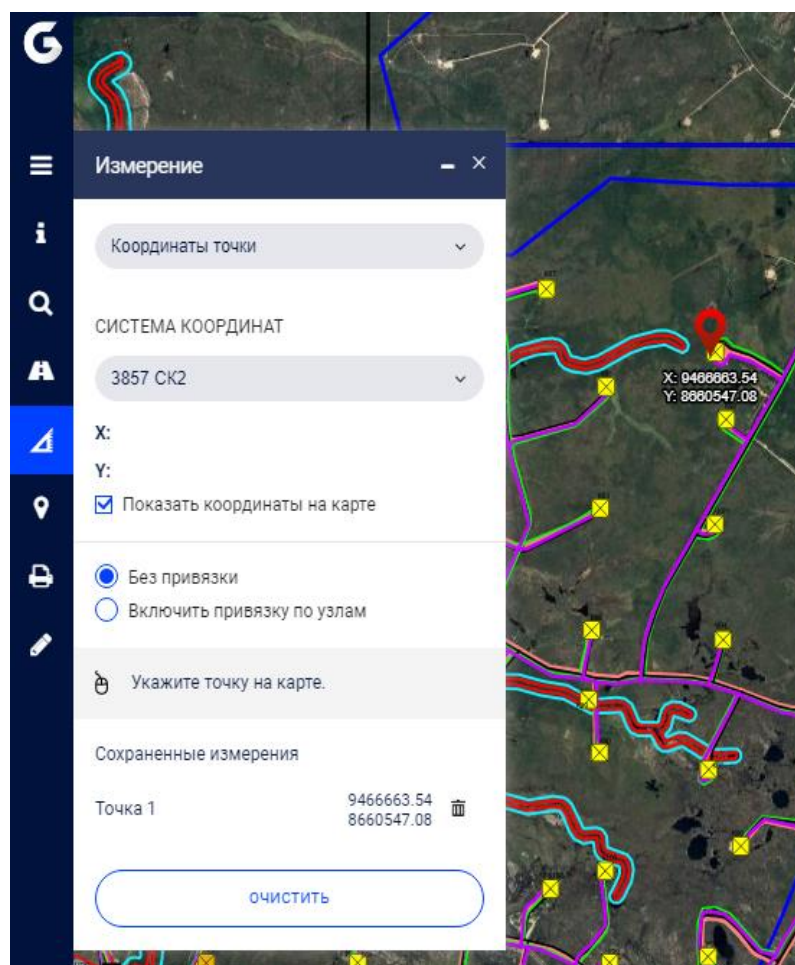


Рисунок 2 – Панель инструментов и инструмент измерения

Таким образом, портал позволяет визуализировать объекты, анализировать их, производить поиск и узнавать справочную информацию. При проектировке объектов могут возникать ошибки, которые трудно отловить. Оператор системы может работать с большим количеством объектов и не заметить пересечения, а также не знать о существовании участков, находящихся вне архивов предприятия. Такие ошибки намного легче отлавливать, если оператор может воспользоваться инструментом, который визуализирует ему все пересечения с фильтрами по классификации объектов.

Пример пересечения приведен на рисунке 3. В данном случае объект пересекает слой коммуникаций на видимой области в двух местах.

Работа инструмента должна гармонично вписываться к набору инструментов, и пользоваться готовыми решениями в областях интерфейса продукта.

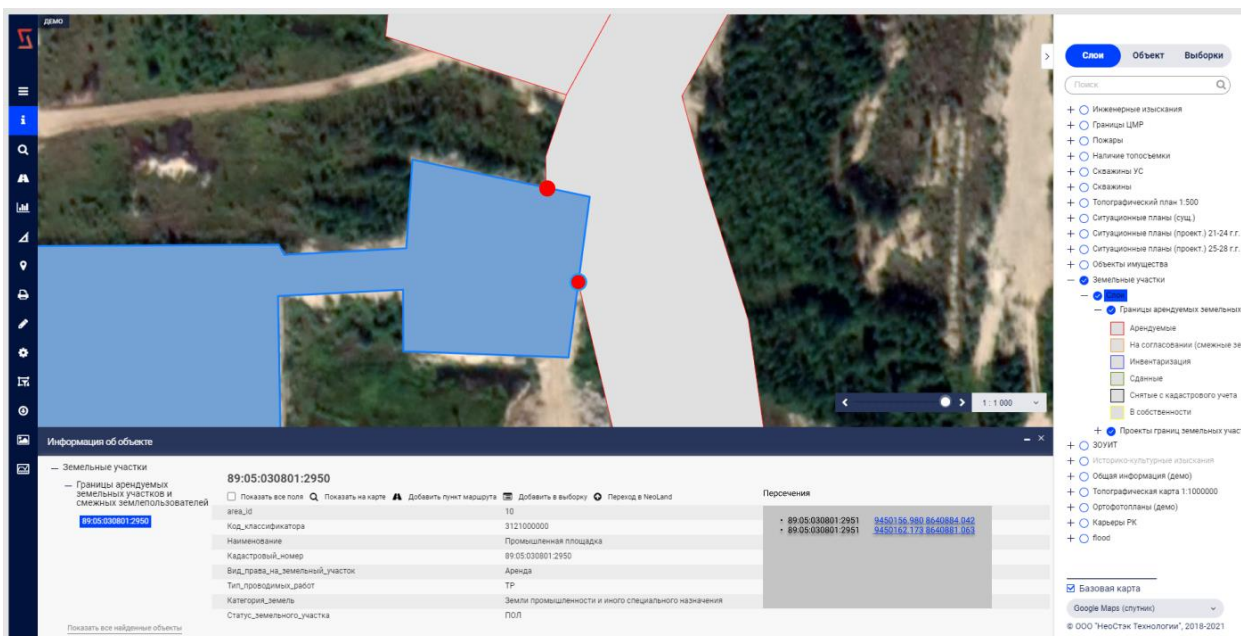


Рисунок 3 – Пример пересечения

## **2 Алгоритмы инструмента**

Для реализации инструмента необходимо использование двух типов алгоритмов.

Первым является проецирование, так как земля не является плоской, то простое хранение геометрии в декартовой системе координат является неверным по отношению к большим масштабам. Для этого геометрия хранится в базе геоданных с определенной системой координат. Так как анализируемые объекты геометрии могут находиться в разных системах координат, то требуется выполнять проецирование для перевода геометрии к одной общей системе координат.

Вторым является алгоритм поиска пересечений. Сам по себе это довольно трудоемкий процесс, когда требуется сравнивать сотни геометрических объектов между собой. Объекты, с которыми работают предприятия, представляют собой математические модели, которые можно описать с помощью геометрических образов. Сам геометрический образ – это, набор точек с координатами и можно выделить три базовых типа геометрии, с которым работает NeoPortal:

- Линия
- Полигон

### **2.1 Проецирование**

К сожалению, многих ГИС-специалистов, Земля не является плоской, не имеет форму шара, и даже форму сфероида. В картографии – науке о картах и атласах, карты содержат всего 2 координаты, одну для горизонтальной оси координат другую для вертикальной оси координат, то есть декартову систему координат.

Для ориентирования в пространстве используется два основных типа систем координат:

- Глобальная или сферическая система координат, которую можно выразить в виде долготы и широты;
- Системы координат проекций, например, как Меркатор, которые используются в механизмах проецирования сферической поверхности Земли на двухмерную плоскость с декартовой системой координат;

### 2.1.1 Географическая система координат

Географическая система координат основывается на факте схожести формы Земли к сферической. Положение любой точки на поверхности Земли сводится к поиску угла отклонения условной линии, проведенной через центр Земли и искомой точки, относительно нулевого меридиана и экватора. Географическая система координат делится на условные линии, которые называются параллелями и меридианами. На рисунке 4 представлен пример использования географической системы координат.

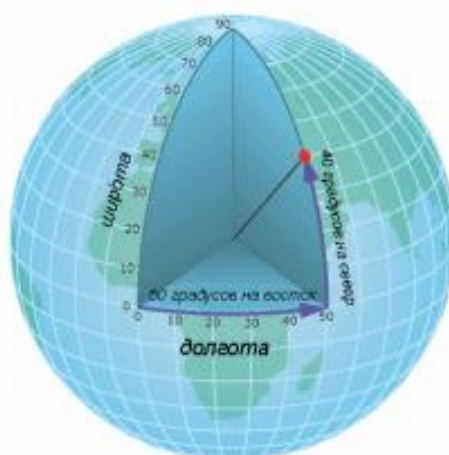


Рисунок 4 – Сфероид земли для вычисления на нем широты и долготы

Отсчет координат точки на поверхности Земли происходит с помощью широты и долготы относительно нулевой меридианы и параллели. В качестве нулевого меридиана выбран Гринвичский меридиан, а в качестве нулевой параллели выбран экватор.

## 2.1.2 Прямоугольная система координат

Определение положения точки на земной поверхности с помощью прямоугольной системы координат можно свести к определению координаты точки в значениях  $x$  и  $y$  в декартовой системе координат. Координаты точки имеют положительные значения и измеряются в метрах. Любое преобразование географической системы координат в прямоугольную систему координат ведет к искажению параметров Земли, у геометрических объектов изменяется площадь, расстояния между ними, а также направления.

## 2.1.3 Датумы

Датумы можно называть системой отсчета для заданной географической системы координат. Он используется для более точного описания трехмерной формы Земли. Датум используется для относительного измерения параметров местоположения точки относительно поверхности земли.

Благодаря спутниковым снимкам геодезическое сообщество сформировало глобальный датум, который обладает центром, лежащим на центре масс Земли. Таким образом, основой для измерения местоположения во всем мире принято называть датум WGS84.

Для более точного измерения местоположения было решено использовать локальные датумы. Так как, земля имеет не идеальную сферическую форму, в некоторых областях планеты, принято использовать свои локальные датумы. Так, например, для северной Америки используют датум NAD27. Параметры датума подбирают таким образом, чтобы часть его поверхности максимально точно совпадала с поверхностью Земли для определенного региона. Локальный датум представляет собой смещение начала отсчета координат от глобального датума, тем самым позволяя производить более точный расчет местоположения в выбранном регионе, относительно новой смещенной системы координат, как представлено на рисунке 5.

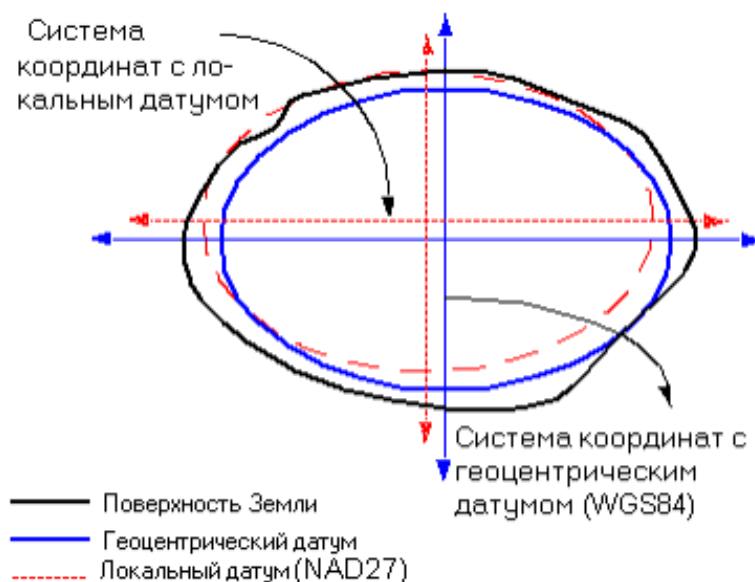


Рисунок 5 – Связь между локальным датумом и глобальным датумом

Работая с геометрическими объектами, иногда, их требуется проецировать в одну систему координат. Например, чтобы правильно найти местоположение пересечения в определённой заданной системе координат. Преобразование датумов из одного в другой требует проведение географических преобразований.

### 2.1.4 Географические преобразования

Перемещение данных используемых в инструменте между разными системами координат может включать преобразования между географическими системами координат. Так как географические системы координат содержат в себе датумы, то преобразования между датумами сводится к преобразованиям сфероидов.

Существует несколько преобразований между датумами. Получаемая погрешность может колебаться от нескольких сантиметров до нескольких метров. Это зависит от числа используемых параметров в математических преобразованиях.

Математические методы преобразований разделены на четыре типа.

#### Метод трёх параметров

Самым простым методом преобразования датумов является метод трех параметров. Однако, такой метод преобразования является самым неточным, в нем учитывается только расположения центров датумов, описанный тремя параметрами координатой X,Y,Z. Итоговая система координат получается в результате сдвига начала отсчета исходной системы координат на определенный вектор, как показано на рисунке 6.

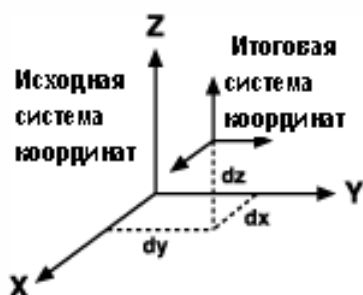


Рисунок 6 – Иллюстрация смещения центра СК

Описание новой системы координат получают с помощью линейного сдвига, разложенного на смещения по каждой оси координат, по формуле представленной ниже.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{новая}} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{оригинальная}}$$

### Метод семи параметров

Метод трех параметров лежит в основе метода семи параметров, но дает более точные результаты. Метод семи параметров использует дополнительные 4 параметра, описывающие отношение датумов к друг другу – коэффициент масштаба, и повороты относительно осей исходного датума, которые добавляются к трем параметрам сдвига начала отсчета.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{новая}} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + (1 + s) \cdot \begin{bmatrix} 1 & r_z & -r_y \\ -r_z & 1 & r_x \\ r_y & -r_x & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{оригинальная}}$$

Пример угловых поворотов датумов относительно друг друга по осям, представлены на рисунке 7.



Данный вид географического преобразования используется по умолчанию во многих информационных системах, так как является достаточно точным и простым в описании преобразования датумов.

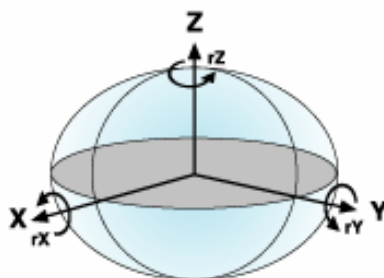


Рисунок 8 – Иллюстрация угловых поворотов вокруг каждой оси

### Метод Молоденского

Метод Молоденского выполняет прямые преобразования между двумя географическими системами координат без фактического перехода к системе координат X,Y,Z. Для метода Молоденского необходимо задать три сдвига (dX,dY,dZ) и разности между размерами больших полуосей ( $\Delta a$ ) и сжатиями ( $\Delta f$ ) двух сфероидов. Механизм проецирования автоматически пересчитывает разницу между сфероидами в зависимости от используемых датумов.

$$(M + h)\Delta\varphi = -\sin\varphi\cos\lambda\Delta X - \sin\varphi\sin\lambda\Delta Y + \cos\varphi\Delta Z + \frac{e^2\sin\varphi\cos\varphi}{(1 - e^2\sin^2\varphi)^{\frac{1}{2}}}\Delta a + \sin\varphi\cos\varphi\left(M\frac{a}{b} + N\frac{b}{a}\right)\Delta f$$

$$(N + h)\cos\varphi\Delta\lambda = -\sin\lambda\Delta X + \cos\lambda\Delta Y$$

$$\Delta h = \cos\varphi\cos\lambda\Delta X + \cos\varphi\sin\lambda\Delta Y + \sin\varphi\Delta Z - (1 - e^2\sin^2\varphi)^{\frac{1}{2}}\Delta a + \frac{a(1 - f)}{(1 - e^2\sin^2\varphi)^{\frac{1}{2}}}\sin^2\varphi\Delta f$$

Где,

- h = высота эллипсоида (в метрах)
- $\Phi$  = широта
- $\lambda$  = долгота
- a = большая полуось сфероида (в метрах)

- $b$  = малая полуось сфероида (в метрах)
- $f$  = сжатие сфероида
- $e$  = эксцентриситет сфероида

$M$  и  $N$  – это радиусы кривизны меридиана и первого вертикала соответственно для данной широты. Значения  $M$  и  $N$  вычисляются по следующим формулам:

$$M = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{\frac{3}{2}}}$$

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{\frac{1}{2}}}$$

### **Сокращённый метод Молоденского**

Сокращенный метод Молоденского – это упрощенная версия метода Молоденского. В нем используются следующие формулы:

$$(M + h)\Delta\varphi = -\sin\varphi \cos\lambda\Delta X - \sin\varphi \sin\lambda\Delta Y + \cos\varphi\Delta Z + (a\Delta f + f\Delta a) \cdot 2 \sin\varphi \cos\varphi$$

$$N \cos\varphi\Delta\lambda = -\sin\lambda\Delta X + \cos\lambda\Delta Y$$

$$\Delta h = \cos\varphi \cos\lambda\Delta X + \cos\varphi \sin\lambda\Delta Y + \sin\varphi\Delta Z + (a\Delta f + f\Delta a) \sin^2\varphi - \Delta a$$

## **2.2 Поиск пересечений**

Все объекты реальной жизни, например, как дороги, города, дома и улицы можно представить в виде геометрических примитивов на карте. Таким образом, поиск пересечений между участками, дорогами, реками и т.д. сводится к поиску пересечений среди множества отрезков.

### **2.2.1 Базовая операция поиска пересечений**

Для того чтобы искать пересечения среди множества отрезков, нужно определить базовую операцию поиска пересечения между двумя отрезками. Гораздо производительней будет использовать некоторые эвристики для того, чтобы определить факт пересечения отрезков, а затем вычисление точки пересечения отрезков.

Первой такой эвристикой является вычисление ограничивающих прямоугольников, показанных на рисунке 9. Если заведомо определить, что ограничивающие прямоугольники отрезков не пересекаются, тогда точно можно сказать, что данные отрезки не пересекаются. Однако, нельзя определить факт пересечения при обратном. На 2 и 3 части рисунка 9 показаны случаи, когда ограничивающие прямоугольники пересекаются, но факт пересечения отрезков нельзя доказать.

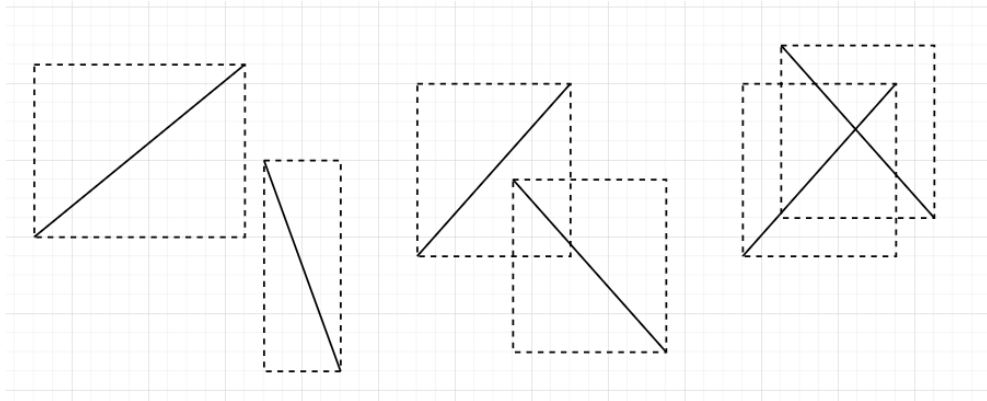


Рисунок 9 – Ограничивающие прямоугольники

Алгоритм для получения ограничивающего прямоугольника представлен на рисунке 10.

```

Ограничивающий Прямоугольник ( $p_a, p_b$ )  $\rightarrow$  ( $p_1, p_2$ )
Аргументы:  $p_a = (x_a, y_a)$  – первая координата отрезка,  $p_b = (x_b, y_b)$  – вторая координата отрезка
Результат: ограничивающий прямоугольник для отрезка ( $p_a, p_b$ ), заданный парой вершин ( $p_1, p_2$ ), где
     $p_1 = (x_1, y_1)$  – левый нижний угол прямоугольника;
     $p_2 = (x_2, y_2)$  – правый верхний угол прямоугольника;

 $x_1 \leftarrow \min(x_a, x_b)$ 
 $y_1 \leftarrow \min(y_a, y_b)$ 
 $x_2 \leftarrow \max(x_a, x_b)$ 
 $y_2 \leftarrow \max(y_a, y_b)$ 
Вернуть:  $p_1 = (x_1, y_1)$  и  $p_2 = (x_2, y_2)$ 
    
```

Рисунок 10 – Получение ограничивающего прямоугольника

Алгоритм поиска пересечения двух прямоугольников представлен на рисунке 11.

```

Листинг 2. Алгоритм ПересечениеПрямоугольников( $p_a, p_b, p_c, p_d$ )  $\rightarrow$  Boolean
Аргументы:
 $p_a = (x_a, y_a)$  – левый нижний угол первого прямоугольника,
 $p_b = (x_b, y_b)$  – правый верхний угол первого прямоугольника,
 $p_c = (x_c, y_c)$  – левый нижний угол второго прямоугольника,
 $p_d = (x_d, y_d)$  – правый верхний угол второго прямоугольника,
Результат: true если прямоугольники пересекаются, иначе false

if ( $x_b \geq x_c$ ) and ( $x_d \geq x_a$ ) and ( $y_b \geq y_c$ ) and ( $y_d \geq y_a$ )
then вернуть true
else вернуть false

```

Рисунок 11 – Алгоритм поиска пересечения двух прямоугольников

Если факт пересечения двух отрезков не удастся точно установить, следует проводить более углубленный анализ и рассматривать положения границ одного отрезка относительно другого отрезка.

В таком случае следует воспользоваться формулой площади ориентированного треугольника. Таким образом, в зависимости от знака ориентированной площади треугольника можно определить по какую сторону от прямой лежит точка. При граничном случае, когда точка будет лежать на прямой отрезка, а ограниченная площадь треугольника равняться нулю, следует проверить лежит ли точка на данном отрезке и сразу же попробовать обнаружить факт пересечения.

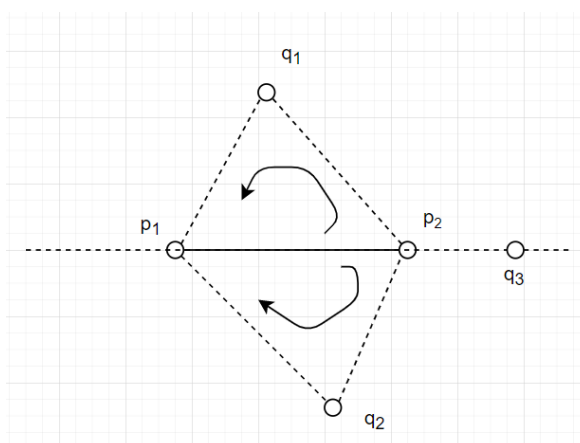


Рисунок 12 – Различные варианты расположения точки  $q$  относительно отрезка  $(p_1, p_2)$

На рисунке 12 представлены различные варианты расположения точки относительно отрезка. При таких вариантах знак площади будет определяться следующим образом:

- $S(p_1, p_2, q_1) > 0$ , точка  $q_1$  лежит слева от отрезка  $p_1p_2$ , треугольник ориентирован против часовой стрелки;
- $S(p_1, p_2, q_2) < 0$ , точка  $q_2$  лежит справа от отрезка  $p_1p_2$ , треугольник ориентирован по часовой стрелке;
- $S(p_1, p_2, q_3) = 0$ , точка  $q_3$  лежит на отрезке  $p_1p_2$ , треугольник вырожден;

Алгоритм расчета площади ориентированного треугольника представлен на рисунке 13.

```
Листинг 3. Алгоритм Площадь( $p_a, p_b, p_c$ )  $\rightarrow$   $2S(p_a, p_b, p_c)$   
Аргументы:  
 $p_a = (x_a, y_a)$  – первая точка отрезка,  
 $p_b = (x_b, y_b)$  – вторая точка отрезка,  
 $p_c = (x_c, y_c)$  – анализируемая точка  
Результат: удвоенная ориентированная площадь треугольника  
 $\Delta p_a p_b p_c$   
Вернуть  $x_a \cdot y_b + x_b \cdot y_c + x_c \cdot y_a - x_b \cdot y_a - x_c \cdot y_b - x_a \cdot y_c$ 
```

Рисунок 13 – Алгоритм расчета площади ориентированного треугольника

В частном случае треугольник может оказаться вырожденным, как показано на рисунке 14. Тогда требуется проверить, не лежит ли хотя бы один конец отрезка на другом отрезке. Алгоритм проверки точки представлен на рисунке 15.

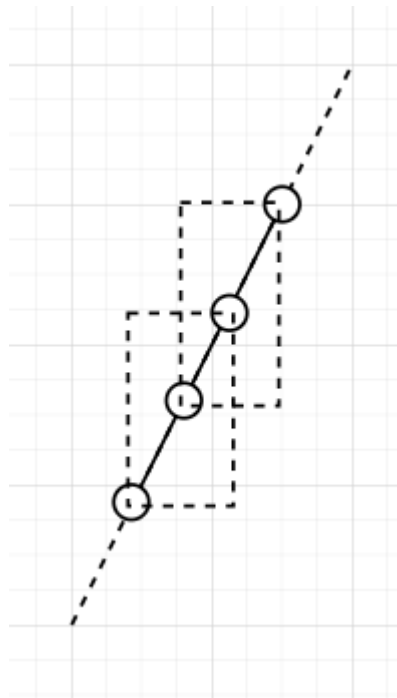


Рисунок 14 – Два пересекающихся отрезка, лежащих на одной прямой

```

Листинг 4. Алгоритм ПроверкаТочки( $p_a$ ,  $p_b$ ,  $p_c$ )  $\rightarrow$  Boolean
Аргументы:
 $p_a = (x_a, y_a)$  - первая точка отрезка,
 $p_b = (x_b, y_b)$  - вторая точка отрезка,
 $p_c = (x_c, y_c)$  - анализируемая точка
Предусловие:  $p_c$  лежит на одной прямой с отрезком
Результат: true если точка  $p_c$  лежит на отрезке, иначе
false

if  $\min(x_a, x_b) \leq x_c \leq \max(x_a, x_b)$  and  $\min(y_a, y_b) \leq y_c \leq$ 
 $\max(y_a, y_b)$ 
then Вернуть true
else Вернуть false

```

Рисунок 15 – Алгоритм проверки точки

Подведем итоги работы алгоритма на рисунке 16.

```

Листинг 5. Алгоритм ПересечениеОтрезков( $p_a, p_b, p_c, p_d$ )  $\rightarrow$  Boolean
Аргументы:
 $p_a = (x_a, y_a)$  – первая точка первого отрезка,
 $p_b = (x_b, y_b)$  – вторая точка первого отрезка,
 $p_c = (x_c, y_c)$  – первая точка второго отрезка,
 $p_d = (x_d, y_d)$  – вторая точка второго отрезка

Результат: true если отрезки пересекаются, иначе false

( $p_1, p_2$ )  $\leftarrow$  ОграничивающийПрямоугольник ( $p_a, p_b$ )
( $p_3, p_4$ )  $\leftarrow$  ОграничивающийПрямоугольник ( $p_c, p_d$ )
if not ПересечениеПрямоугольников( $p_1, p_2, p_3, p_4$ )
then Вернуть False
else
   $s_1 \leftarrow$  Площадь( $p_c, p_d, p_a$ )
   $s_2 \leftarrow$  Площадь( $p_c, p_d, p_b$ )
   $s_3 \leftarrow$  Площадь( $p_a, p_b, p_c$ )
   $s_4 \leftarrow$  Площадь( $p_a, p_b, p_d$ )
  if (( $s_1 > 0$  and  $s_2 < 0$ ) or ( $s_1 < 0$  and  $s_2 > 0$ )) and
  (( $s_3 > 0$  and  $s_4 < 0$ ) or ( $s_3 < 0$  and  $s_4 > 0$ ))
  then Вернуть true
  else if ( $s_1 = 0$ ) and ПроверкаТочки( $p_c, p_d, p_a$ )
    then Вернуть true
  else if ( $s_2 = 0$ ) and ПроверкаТочки( $p_c, p_d, p_b$ )
    then Вернуть true
  else if ( $s_3 = 0$ ) and ПроверкаТочки( $p_a, p_b, p_c$ )
    then Вернуть true
  else if ( $s_4 = 0$ ) and ПроверкаТочки( $p_a, p_b, p_d$ )
    then Вернуть true
  else Вернуть false

```

Рисунок 16 – Алгоритм пересечения отрезков

### 2.2.2 Метод заметания плоскости

В основе алгоритма заметания плоскости лежит интуитивно понятная логика расположения отрезков на плоскости. Так как работа будет происходить в двухмерной плоскости, то заметающая плоскость из трехмерного представления в двухмерное проецируется как прямая, поэтому будет употребляться словосочетание заметающей прямой.

Для того чтобы определить суть использования метода в поиске пересечений геометрических объектов следует описать роль заметающей прямой относительно анализируемых отрезков. Заметающая прямая представляет собой вертикальную прямую, которая движется слева на право,

заметающая плоскость с объектами, и в каждой ее позиции относительно плоскости, можно выделить полезную информацию относительно анализируемых отрезков. На рисунке 17 представлено положение заметающей прямой в позициях а и б, где в позиции а прямая пересекает отрезки  $l_1$  и  $l_2$ , а в позиции б отрезки  $l_3$ ,  $l_4$  и  $l_5$ .

Введем понятие смежности отрезком, относительно заметаемой прямой. Если прямая пересекает отрезки таким образом, что в порядке вертикально положения точки их пересечения окажутся смежными, то и эти отрезки будут являться смежными. Например, в позиции а отрезки  $l_1$  и  $l_2$  являются смежными, а в позиции б отрезки  $l_4$  и  $l_5$ , при этом отрезки  $l_3$  и  $l_5$  не являются смежными, хотя и одновременно пересекаются заметающей прямой в позиции б.

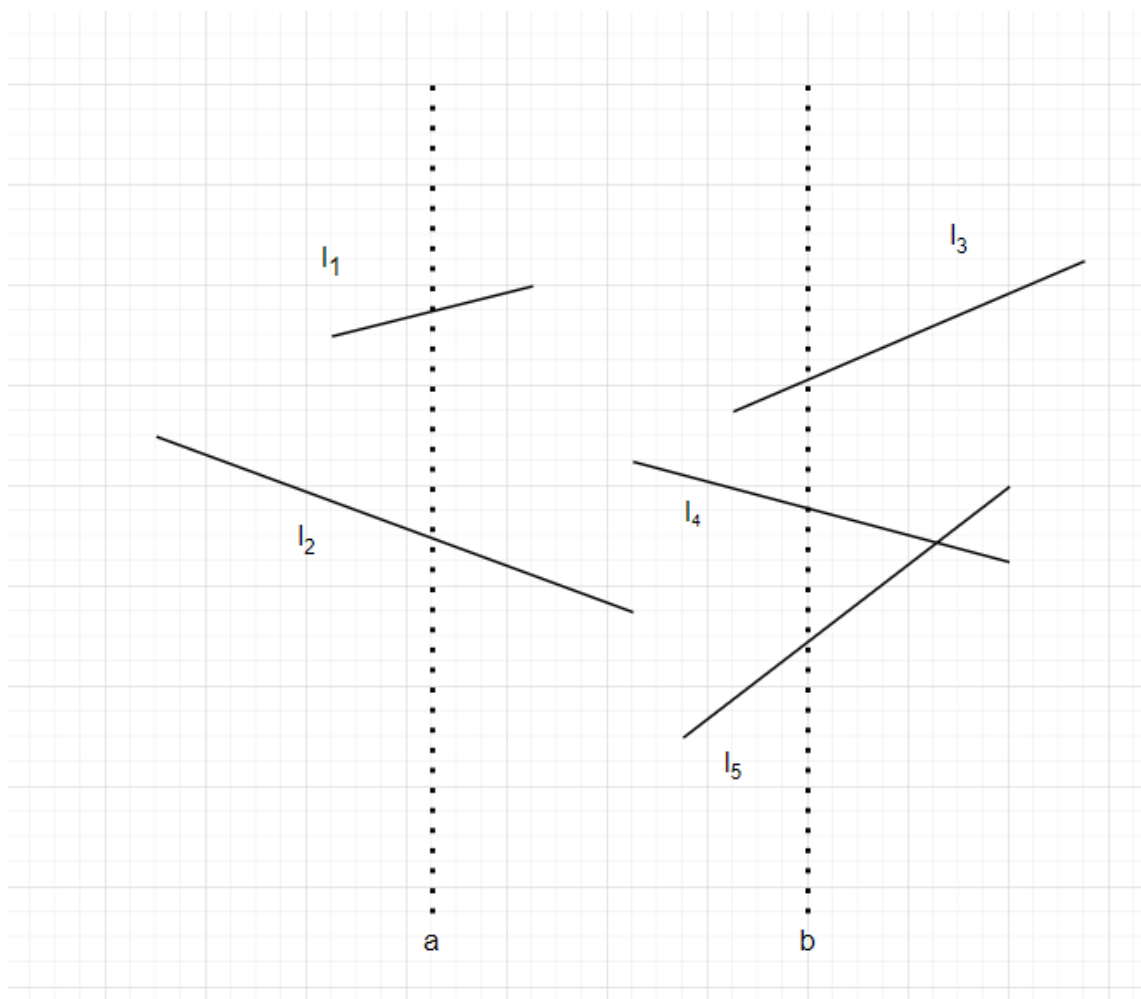


Рисунок 17 – Положение заметающей прямой в позициях а и б



Теоретически заметающая прямая может найти все пересечения между отрезком, если она будет двигаться непрерывно. Так как это выглядит крайне невыгодно для алгоритма, следует ввести события, в которых может находиться заметающая прямая. Список событий представляет собой точки абсцисс, которые в порядке возрастания проходит заметающая прямая. Список событий может динамически обновляться, если в процессе заметания обнаружилось пересечение двух отрезков, то абсцисса этого пересечения добавляется в список событий, для того чтобы менять положение отрезков в вертикальном положении заметающей прямой.

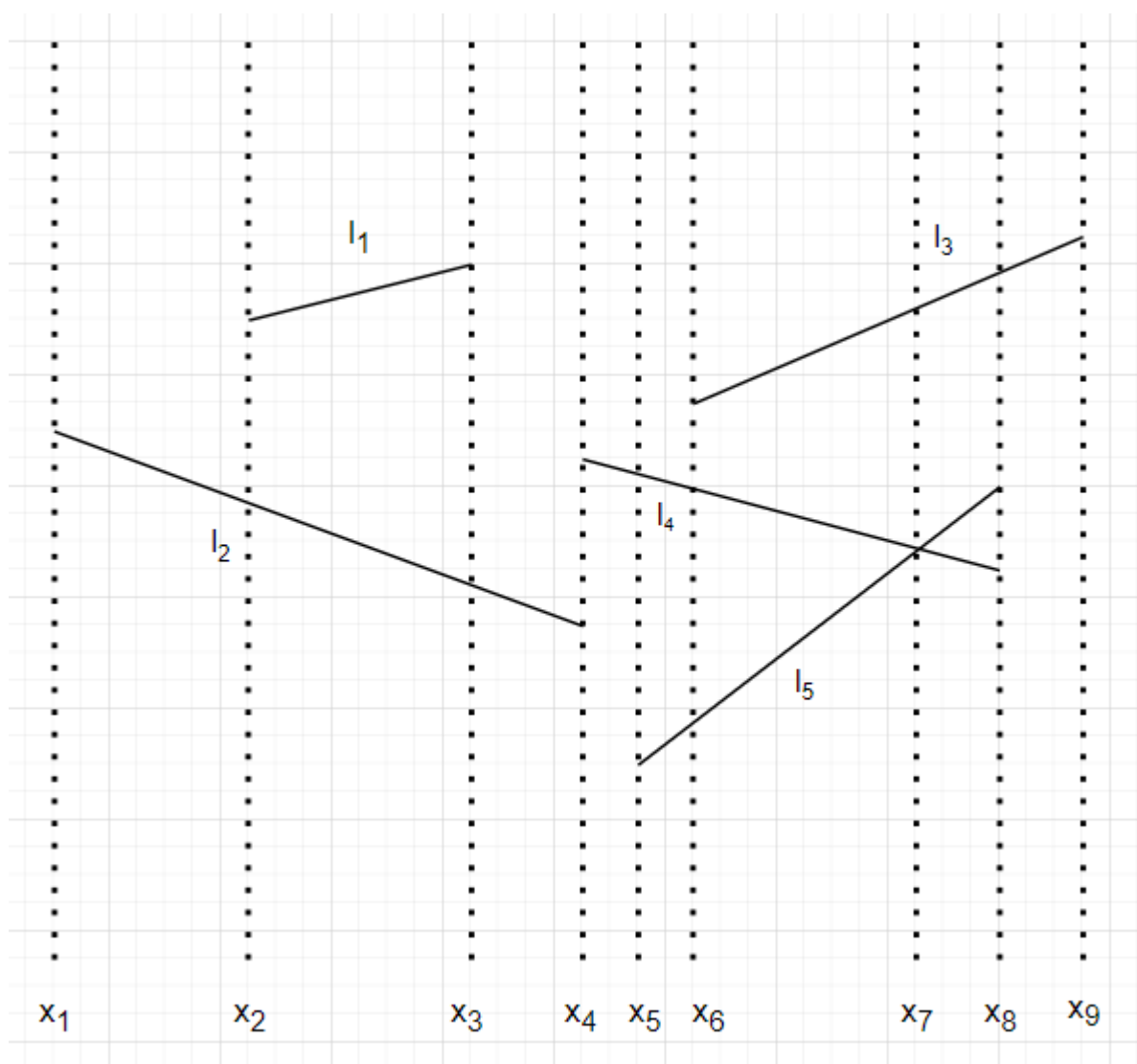


Рисунок 18 – События пересечения заметающей прямой.

Идея использования метода заметания плоскости в нахождении всех пересечений отрезков на плоскости заключается в использовании двух структур, которые описывают текущий момент работы алгоритма.

Первой структурой является упорядоченный лист отрезков, которые расположены в порядке возрастания относительно своих точек пересечения с заметающей прямой. Соответственно в каждом событии лист содержит столько отрезков, сколько он пересекает в текущий момент. При наступлении нового события в лист могут вноситься и удаляться новые отрезки.

Второй структурой является список событий. Список событий формируется перед началом работы алгоритма из абсцисс концов отрезков, а также по мере работы алгоритма в этот список могут добавляться новые события в виде найденных пересечений. Список является упорядоченным по возрастанию.

Перед началом работы алгоритма, требуется выбрать все концы отрезков, упорядочить их по абсциссе и составить словарь для поиска отрезка с помощью координаты  $x$ . Данный словарь будет выдавать отрезок, если одна из его координат имеет запрашиваемую координату  $x$ , и ничего не выдавать, если отрезков с такими координатами нет.

Каждую итерацию алгоритма требуется брать наименьшее значение абсциссы из списка концов отрезка, представляя его как событие, после этого требуется обновлять список отрезков, которые в данном событии пересекает заметающая прямая.

Обозначим операции необходимые для работы со структурами алгоритма. Первой структурой является статус заметающей прямой, которая содержит список упорядоченных отрезков для работы с ними. У данного списка должны присутствовать следующие операции:

- **ВСТАВИТЬ**( $p, S$ ) – вставить отрезок  $p$  в упорядоченный список отрезков для статуса  $S$ ;
- **УДАЛИТЬ**( $p, S$ ) – удалить отрезок  $p$  из упорядоченного списка отрезков для статуса  $S$ ;

- НАД( $p, S$ ) – получить отрезок, находящийся непосредственно над отрезком  $p$  в текущем статусе заметающей прямой  $S$ ;
- ПОД( $p, S$ ) – получить отрезок, находящийся непосредственно под отрезком  $p$  в текущем статусе заметающей прямой  $S$ ;

В качестве реализации списка отрезков при вставке и удалении можно использовать бинарное дерево, словарь или массив, каждая из них имеет свои преимущества и недостатки во вставке, удалении и получении из них данных, так как все эти три операции выполняются во время алгоритма, то выбор типа структуры должен зависеть от обрабатываемых данных.

Второй структурой является список событий, который выражен списком остановок и обновления статуса заметающей прямой. У данного списка должны присутствовать следующие операции:

- МИН( $E$ ) – получить наименьший элемент события по абсциссе  $x$  из списка событий  $E$ ;
- ВСТАВИТЬ( $e, E$ ) – вставить новое событие  $e$  в упорядоченный список событий  $E$ ;
- СОДЕРЖИТ( $e, E$ ) – определить содержит ли список событий  $E$  событие  $e$ ;

Собрав все исходные структуры получим алгоритм, представленный на рисунке 19.

```

НайтиВсеПересечения(P) → I
Вход: множество P отрезков {p1, p2, ..., pn}, заданных со своими концами
p = [ma, mb]
Выход: W – последовательность пар пересекающихся отрезков
Упорядочить 2n концов отрезков по x и y и поместить их в приоритетную
очередь Q
A ← ∅
while Q ≠ ∅ do
  a ← МИН(Q)
  if (a – левый конец отрезка) then
    p ← отрезок, которому принадлежит конец a
    ВСТАВИТЬ(p, SL)
    p1 ← НАД(p, SL)
    p2 ← ПОД(p, SL)
    if (p1 пересекает p) then A ← A ∪ (p1, p)
    if (p2 пересекает p) then A ← A ∪ (p2, p)
  else if (a – правый конец отрезка) then
    p ← отрезок, которому принадлежит конец a
    ВСТАВИТЬ(p, SL)
    p1 ← НАД(p, SL)
    p2 ← ПОД(p, SL)
    if (p1 пересекает p2 справа от a) then A ← A ∪ (p1, p2)
    УДАЛИТЬ(p, SL)
  else (a – точка пересечения)
    (p1, p2) ← отрезки, пересекающиеся в a, p1 = НАД(p2)
    p3 ← НАД(p1, SL)
    p4 ← ПОД(p2, SL)
    if (p3 пересекает p2 справа от p) then A ← A ∪ (p3, p2)
    if (p1 пересекает p4 справа от p) then A ← A ∪ (p1, p4)
    поменять местами p1 и p2 в SL
  endif
endif

while A ≠ ∅ do
  (p1, p2) ← следующие из A
  X ← абсцисса пересечения p1 и p2
  if not СОДЕРЖИТ(x, Q) then
    Добавить в W пересечение (p1, p2)
    ВСТАВИТЬ(x, Q)
  endif
enddo
enddo

```

Рисунок 19 – Алгоритм поиска всех пересечений между отрезками с использованием заметающей прямой

### 3 Архитектура инструмента

Архитектура инструмента проектировалась для решений, которые сформировались в процессе анализа и исследования требований к инструменту вычисления пересечений.

Были отмечены следующие решения:

- Инструмент представляет собой микросервис, поэтому сам должен предоставлять NeoPortal интерфейс своего приложения;
- Функции поиска пересечений, для вычисления пересечений между объектами геометрии в базе данных NeoPortal, а также между объектами из открытого источника Росреестра;
- Реализация собственного алгоритма получения участков из Росреестра;
- Работа в фоне для обеспечения быстродействия;
- Предоставление возможностей для проецирования геометрии;

Таким образом, была реализована диаграмма компонентов, представленная на рисунке 20.

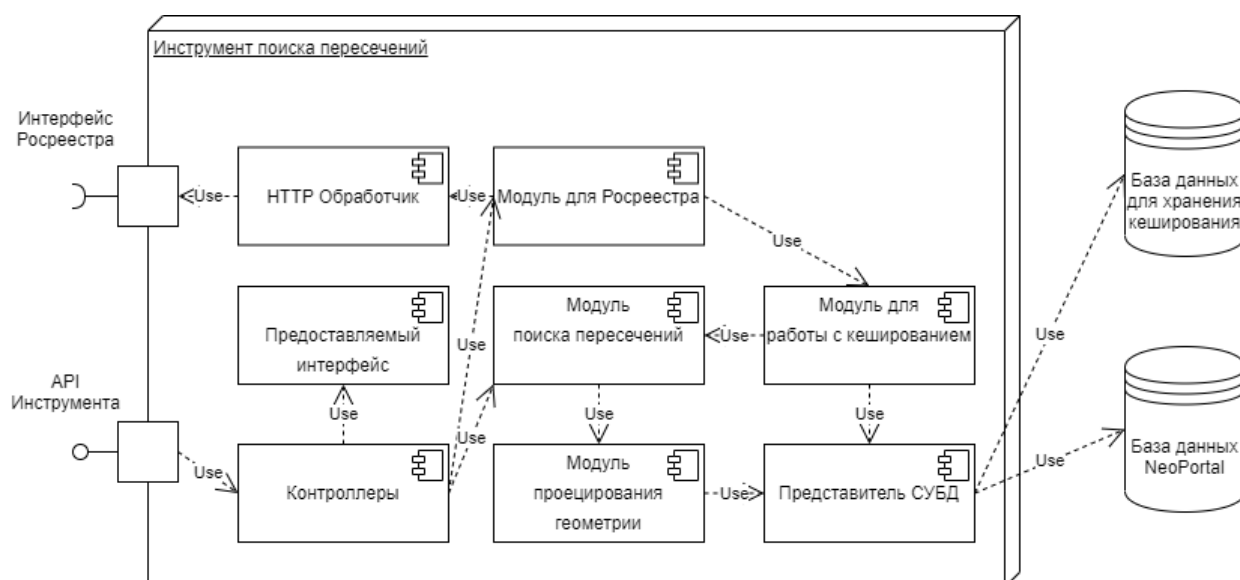


Рисунок 20 – Диаграмма компонентов системы

Инструмент состоит из следующих компонент:

- HTTP Обработчик. Организует работу с сетью, использует предоставляемые реализации API Росреестра и API NeoPortal;
- Предоставляемый интерфейс. Набор разметки и стилей для веб приложения, для того чтобы передавать ее системе NeoPortal;
- Контроллеры. Обеспечивают обработку входящих запросов;
- Модуль для поиска пересечений. Содержит функционал работы с геометрией, который вычисляет ее пересечения;
- Модуль для проецирования геометрии. Обеспечивает проецирование геометрии из одной системы координат в другую;
- Модуль для Росреестра. Содержит функционал и алгоритмы работы с Росреестром;
- Модуль для работы с кешированием. Представляет собой сервис, который с определенным интервалом опрашивает NeoPortal в поисках участков, для которых он может найти пересечения, а затем проводит работу с росреестром и отправляет полученный результат на кеширование;
- Представитель СУБД. Предоставляет работу с СУБД средствами среды исполнения приложения;

Таким образом, данная организация компонентов позволяет сохранить абстракцию для родительского продукта, а также обеспечить требуемую надежность и быстродействие.

### **3.1 Взаимодействие с API Росреестр**

Работа с API Росреестра будет вестись с помощью дополнительного модуля, организованного в инструменте. На текущий момент API позволяет получать объекты из ЕГРН несколькими видами запросов. Для интеграции с модулем поиска пересечений подходит вариант запроса с геометрическими параметрами. Таким образом, лучше всего было бы отправлять анализируемый участок в виде геометрии на сервер Росреестра и получать в

ответ список участков, его пересекаемых. Предположительно, внутри взаимодействия его сервисов существует такой функционал, так как было сказано ранее, что в данный момент наиболее часто используемым вариантам хранения геоданных является PostgreSQL с расширением PostGIS, которое уже позволяет своими методами расширений искать пересечения между геометрией.

На данный момент Росреестр содержит только один метод работы с геометрией: поиск объектов по координатам.

Пример HTTP запроса представлен ниже:

```
POST /api/cadaster/geosearch HTTP/1.1
Host: apiegrn.ru
Token: XXXX-XXXX-XXXX-XXXX
Content-Type: application/json
{
  "query": "49.223128, 143.097678"
}
```

Пример ответа:

```
{
  "objects": [
    {
      "CADNOMER": "65:17:0000009:5464",
      "ADDRESS": "Сахалинская область,
Поронайский район, г Поронайск, ул Сахалинская, д
4",
      "TYPE": "Земельный участок"
    },
    {
      "CADNOMER": "65:17:0000009:5519",
      "ADDRESS": "Сахалинская область, р-н
Поронайский, г Поронайск, ул Сахалинская, д 4",
      "TYPE": "ОКС"
    },
    {
      "CADNOMER": "65:17:0000009",
      "ADDRESS": null,
      "TYPE": "Квартал"
    }
  ],
  "objects_around": [
```

```

    {
        "CADNOMER": "65:17:0000009:5525",
        "ADDRESS": "Сахалинская область, р-н
Поронайский, г Поронайск, ул Молодежная",
        "TYPE": "Земельный участок"
    }
],
"found": 4,
"region": "Сахалинская область",
"error": []
}

```

Описания атрибутов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Описание атрибутов

Название	Тип	Описание
objects	<i>array</i>	Список объектов, в границах которых находятся координаты указанной точки
objects_around	<i>array</i>	Иные объекты в радиусе 8м (относительно заданной координаты)
objects[n].CADNOMER	<i>string</i>	Кадастровый номер
objects[n].ADDRESS	<i>string</i>	Адрес
objects[n].TYPE	<i>string</i>	Тип объекта (Земельный участок, ОКС, Квартал)
found	<i>int</i>	Количество найденных объектов
region	<i>string</i>	Регион, где находится объект

Описание ошибок, которые можно получить от сервера, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Описание ошибок

Коды ошибок	Описание	Причины и решения
Универсальные ошибки		Универсальные ошибки, связанные с обработкой http запросов.



SEARCH_OVERLIMIT	Exceeded the limit on the search for objects	Превышен лимит на поиск объектов методами Cadastre/Search и/или Cadastre/GeoSearch.
TIMEOUT	Rosreestr is not responding	Сервера Росреестра не отвечают в течении 60 секунд.
COORDINATES_NOT_PARSED	Invalid coordinates format	Координаты должны быть в формате WGS84, например: "49.223128, 143.097678".

Исходя из описания данного API, можно обозначить следующие достоинства:

- Существует возможность поиска участка с помощью объектов геометрии, а именно точки;

Также для интеграции данный метод имеет следующие недостатки:

- Требуется реализация собственного метода поиска пересечений с участком, основанного на поиске участка по одной координате;
- Существует лимит запросов в определенную единицу времени;
- Если запрос к сервису посредством протокола HTTP занимает в среднем доли секунды, то множество запросов, которые необходимы для работы полного цикла поиска пересечений одного участка, уже могут занимать значительно большее время;

Проведя анализ выбранного метода доступа к Росреестру, было решено использовать следующий подход:

Самым банальным, но надежным способом является разбиение объекта участка из системы NeoPlan на объекты точек, таким образом,

происходит дискретизация геометрической фигуры, как показано на рисунке 21.

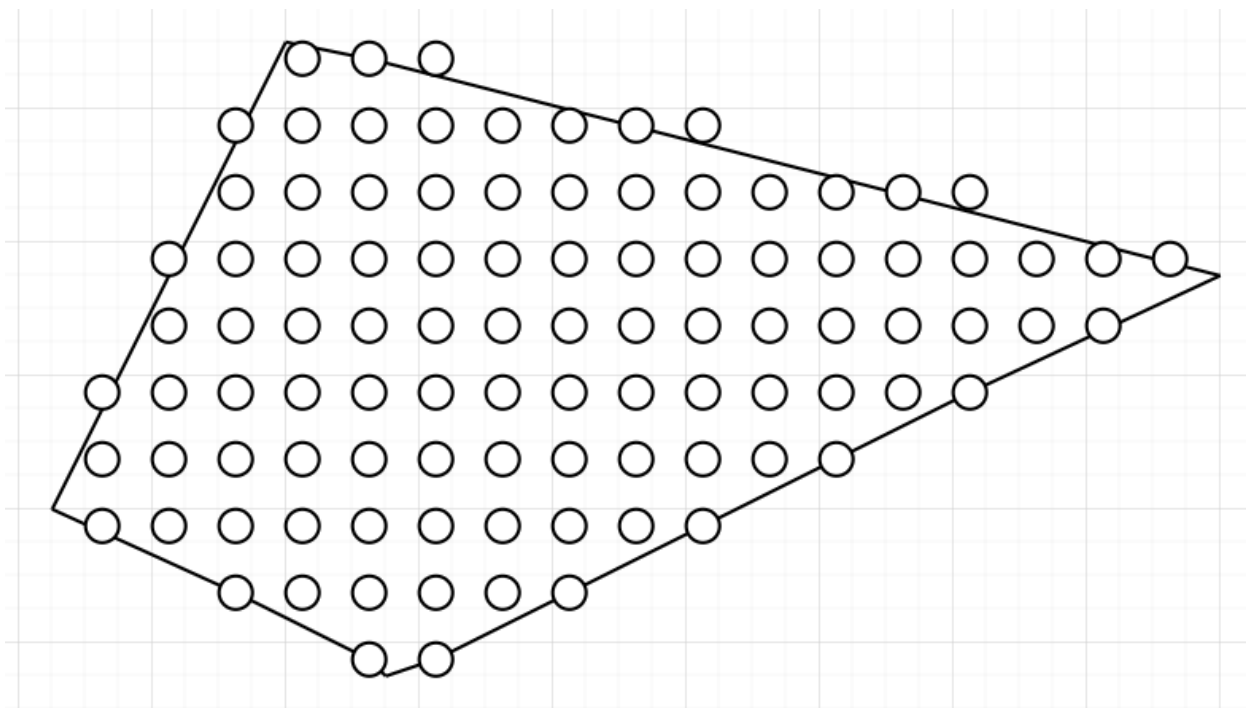


Рисунок 21 – Дискретизация участка на точки

С определенным интервалом между точками, можно достигнуть результата с определенной допустимой точностью. Соответственно, каждая точка является запросом к серверу Росреестра, чем меньше интервал, тем больше запросов и ожидания отклика операции. Участки могут быть расположены самым разным способом, и мы не имеем доступа к полной базе данных участков Росреестра, поэтому другого варианта определить находящиеся участки не предоставляется возможным.

Тем не менее, даже такое простое и неудобное решение можно улучшить следующими доработками:

- В большинстве случаев пользователь будет работать с какой-то локальной областью, на которой находятся его участки, поэтому его запросы можно кешировать и хранить результаты в модуле инструмента. Это позволит организовать повторный запрос быстрее, чем первоначальный. Также кеширование является подходящим случаем, так как изменения объектов в ЕГРН

происходит с достаточно большим интервалом времени, относительно сеанса работы пользователя;

- Благодаря особенностям ответа от сервера, мы можем получать объекты, находящиеся рядом с запрашиваемой координатой в радиусе 8 метров. Таким образом, минимальный интервал дискретизации уже определен возможностями системы;
- Получая кадастровые номера участков, мы используем запрос для получения его геометрии, таким образом, можно получать геометрию участков, находящихся рядом с координатами и производить повторное вычисление пересечений, реализованное собственными методами;

Ввиду того, что пользователь работает с системой непостоянно, а количество запросов к Росреестру ограничено, было решено, что данный компонент инструмента будет работать в двух режимах: непосредственно на отклики пользователя и в фоновом режиме. Отвечая на запрос пользователя, инструмент будет выполнять операции, описанные ранее, дискретизация выбранного участка на точки, выполнение набора запросов, получение ответов и их кеширования. Работая в фоновом режиме, инструмент имеет доступ к базе данных участков клиента и может ее использовать для составления периодических запросов к Росреестру, получая пересечения для каждого участка в системе, а затем, кешируя их. Это позволит в некоторых случаях использовать время простоя машины, на которой работает инструмент, в пользу быстрогодействия на отклики пользователя.

### **3.2 Проектирование кеширования**

Как правило, многие микросервисы обходятся без собственной базы данных. Особенно если они берут на себя задачу обработки информации без ее изменения и удаления. В случае инструмента поиска и анализа пересечений обращение к стороннему сервису как Росреестр или расчет всех

пересечений между большими слоями геометрических объектов может занимать много времени.

Так как геометрические объекты из росреестра и хранилища данных предприятия меняются не так часто, как происходят запросы на поиск пересечения от оператора, то информацию о поиске пересечения можно кешировать при вычислении. А также системе было решено дать возможность работать в фоновом режиме. Так как инструментом пользуются не так часто, то он может поэтапно вычислять пересечения между геометрическими объектами предприятия и в случае удачного запроса пользователя выдавать ему информацию о пресечении с уже выполненными расчетами.

Для такой функции была спроектирована физическая схема базы данных, представленная на рисунке 22.

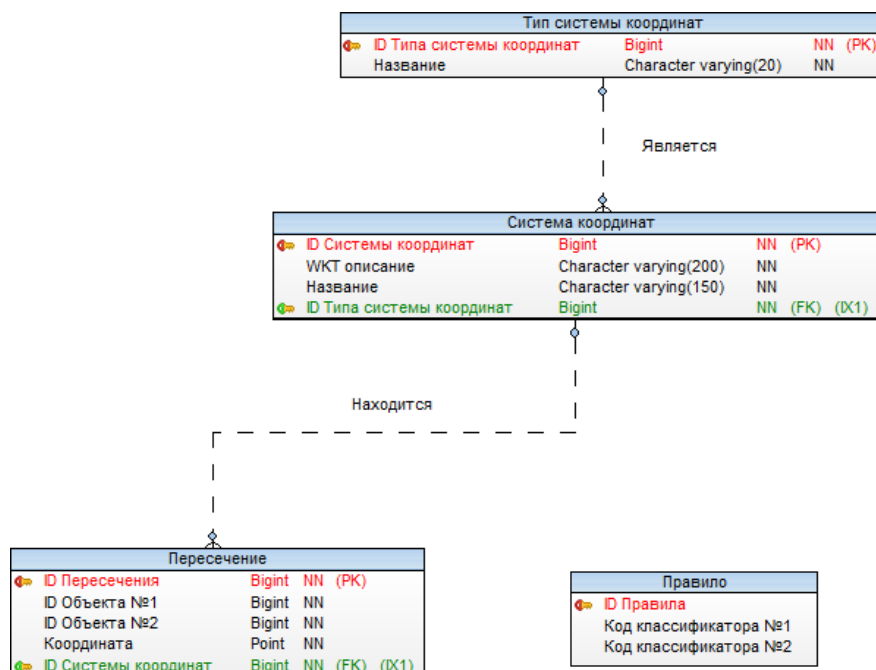


Рисунок 22 – Физическое представление базы данных объекта

Таким образом, в задачи инструмента входит:

- Занесение информации о рассчитанном пересечении по запросу пользователя, и в случае аналогичного повторного запроса в определенном промежутке времени выдаче результата без расчета из своей базы данных;

- Периодический запуск вычисления пересечений между каждым геометрическими объектами из хранилища предприятия и занесения их в свою базу данных. В случае запроса на поиск пересечения определенных объектов, для которых уже был произведен расчет пересечения за определённый промежуток времени, выдавать результат без расчета из своей базы данных;

## 4 Интеграция инструмента

Сопряжение NeoPortal с данным модулем происходит посредством пингования API сервиса для определения статуса работоспособности сервиса. Если сервис доступен, NeoPortal получает через API сервиса необходимый код и разметку для отображения интерфейса на своем клиентском приложении, если сервис недоступен, то это никак не влияет на работу NeoPortal.

Интеграция инструмента между двумя продуктами NeoPortal и Росреестра осуществляется с помощью REST подхода. Диаграмма интеграции представлена на рисунке 23.

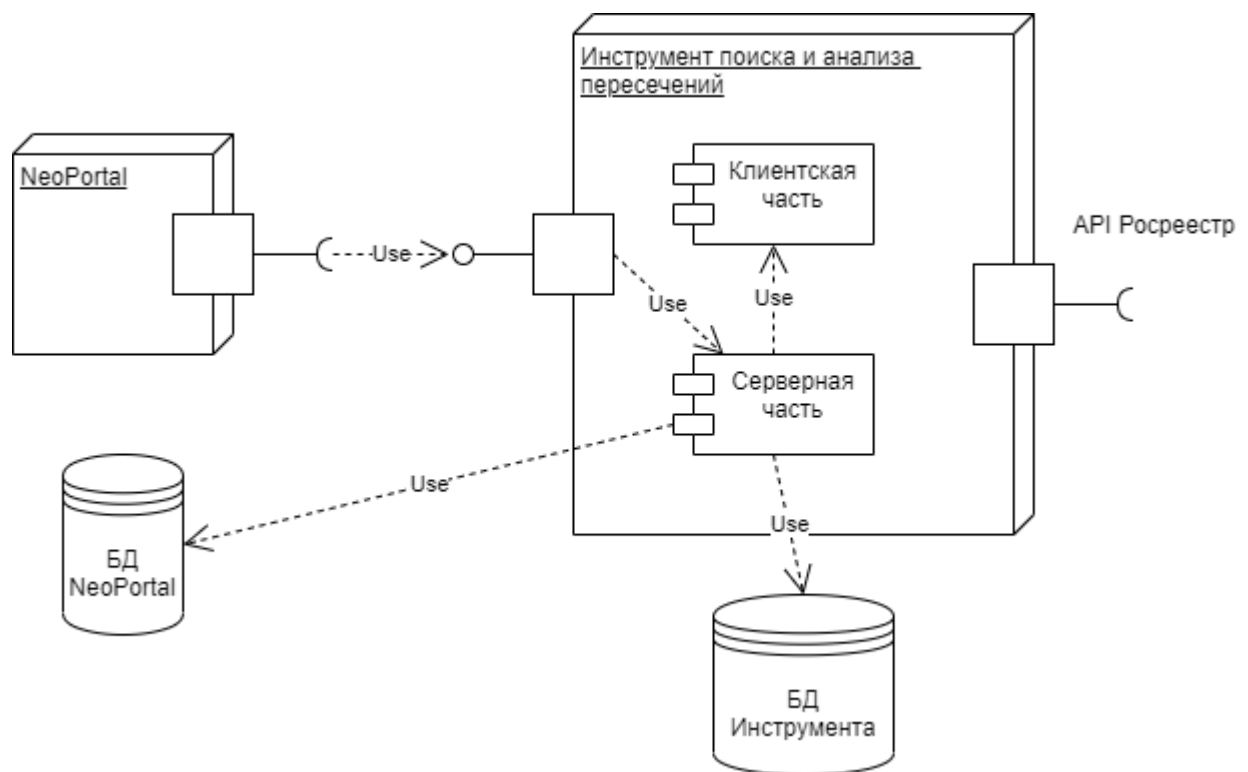


Рисунок 23 – Диаграмма интеграции

Такая организация продуктов позволяет соответствовать микросервисной архитектуре и управлять сложностью во время расширения системы. В любой момент данный инструмент можно выгрузить из системы и не нарушить ее работу.

## **5 Выбор средств разработки**

### **5.1 Выбор готовых решений для работы с геометрией**

По функционалу работы с геоданными в области информационных технологий явно можно выделить нескольких лидеров. Некоторые решения являются Open Source технологиями, что дает разработчикам определенную свободу действий. Каждое из них специализируется на определенных задачах, решаемых в области геоинформационных технологий. Таким образом, данные технологии можно использовать в гибких комбинациях и разрабатывать гибкие и масштабируемые продукты.

#### **5.1.1 GDAL**

Библиотека для работы с географическими форматами данных. Представляет собой набор утилит для обработки растровых данных, имеет возможность конвертирования геометрических объектов между собой, позволяет строить геометрию. Может тесно работать с уже популярными инструментами геообработки данных, например, как QGIS, MapInfo, ArcGIS. Библиотека является Open Source решением и распространяется бесплатно. Из важного стоит отметить, что продукт имеет возможность проецирования и вычисления характеристик геометрических объектов, реализован на языке программирования C++.

Ключевые особенности GDAL, которые влияют на решение в выборе продукта:

- Open Source решение;
- Имеет необходимый функционал работы с геоданными;
- Реализация библиотеки только на языке C++;

#### **5.1.2 PostGIS**

Хорошо известное в геоинформационных кругах расширение для СУБД PostgreSQL позволяет хранить геометрические данные в реляционных

таблицах базы данных. Распространяется с бесплатной лицензией и является Open Source решением.

Ключевые особенности PostGIS, которые влияют на решение в выборе продукта:

- Open Source решение;
- В авангарде геоинформационных технологий, и как следствие множество документации и подробных примеров;
- Поддерживает работу в связке со сторонними продуктами, например, как NetTopologySuite;
- Имеет встроенные функции расширения для работы с геометрическими объектами, например, как поиск пересечения;

#### **5.1.4 ProjNet**

Хорошо известное в геоинформационных кругах решение, реализованное в качестве библиотек, поддерживающие множество языков разработки. Сам по себе проект является настолько важным и значимым инструментом для специалистов, что даже имеет собственный формат описания системы координат, который имеет одноименное название.

Ключевые особенности ProjNet, которые влияют на решение в выборе продукта:

- Open Source решение;
- В авангарде геоинформационных технологий;
- Огромное количество документации и подробных примеров;
- Поддерживает работы в связке с такими продуктами, как NetTopologySuite;

#### **5.1.5 GeoServer**

Представляет собой решение, которое организывает доступ, хранение, изменение и удаление объектов геометрии с помощью специальных протоколов взаимодействия, наиболее известные из них это



WFS, WMS, WCS. Продукт разработан на языке Java, является мощным и функциональным инструментом в области геоинформационных технологий.

Ключевые особенности GeoServer, которые влияют на решение в выборе продукта:

- Поддерживает CRUD операции для объектов геометрии, с помощью определенных протоколов;
- Имеет собственную реализацию проецирования;
- Работает как отдельное приложение;

### **5.1.6 NetTopologySuite**

Библиотека для обработки геометрических объектов. Предоставляет функционал поиска пересечений, поиска площади, построения геометрических образов. Является популярным и масштабным решением в геоинформационных технологиях.

Ключевые особенности NetTopologySuite, которые влияют на решение в выборе продукта:

- OpenSource решение;
- Мощный функционал и набор алгоритмов по работе с геометрией;
- Может работать в связке с PostGIS и ProjNet;

### **5.1.7 Вывод**

Для разработки инструмента было решено выбрать следующие продукты:

- PostGIS;
- NetTopologySuite;
- ProjNet;

Для хранения геометрии используется расширение СУБД PostgreSQL – PostGIS, благодаря своей простоте и функциональности на фоне своего конкурента – GeoServer. GeoServer имеет неоправданно огромный

функционал для простого хранения и определенные сложности в реализации протоколов взаимодействия. Ввиду определенных особенностей по технологическому стеку компании, для которой разрабатывается данный инструмент, большинство ее продуктов реализовано с помощью языка разработки C#. Таким образом, продукция GDAL не удовлетворяет всем условиям разработки инструмента поиска пересечений.

## **5.2 Выбор инструментов разработки**

Для реализации инструмента поиска пересечений были выбраны следующие инструменты:

- ASP.NET Core Web API – позволяет разработать веб-решение на основе REST архитектуры с помощью средств языка разработки C# и базовой библиотеки классов .NET. Позволяет разработать кроссплатформенное решение и запускать приложение на Open Source обеспечении;
- СУБД PostgreSQL – используется для кеширования пересечений в инструменте. Является OpenSource решением;
- Docker – используется для быстрого развертывания решения на рабочей машине с помощью специальных контейнеров, поддерживая таким образом микросервисную архитектуру;
- Swagger – библиотека, позволяющая развернуть документацию API, основанную на доменных моделях системы.

## 6 Реализация

### 6.1 Реализация работы с открытым источником геоданных

Реализация работы с открытым источником геоданных имеет свои особенности. Ответ, возвращаемый инструментом, представляет собой агрегацию множества ответов, возвращаемых с помощью API Росреестра.

На рисунке 24 представлен пример запроса и ответа для поиска участка из открытого источника. Для данного запроса было предусмотрено параметр, определяющий ширину шага дискретизации участка. При слишком большом количестве запросов, указанном пользователем в настройках, инструмент вернет ошибку.

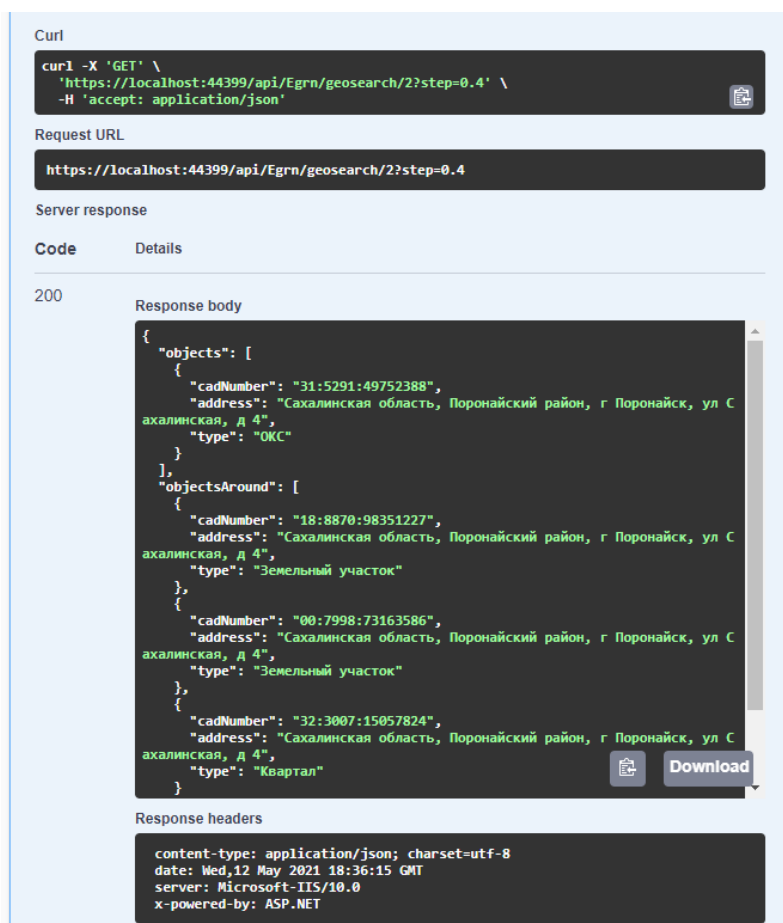


Рисунок 24 – Пример запроса и ответа для поиска участков из открытых ИСТОЧНИКОВ

На рисунке 25 представлена визуализация дискретизации участка, полученные координаты отправляются, как очередь запросов к API Росреестра.

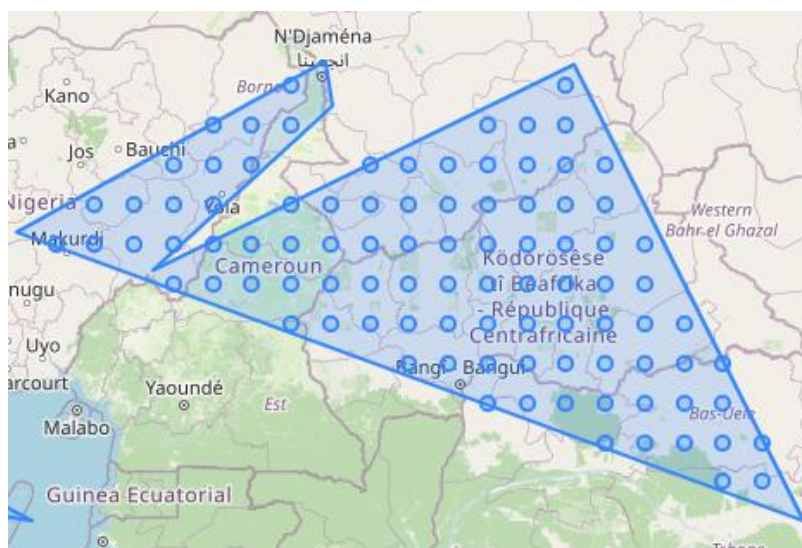
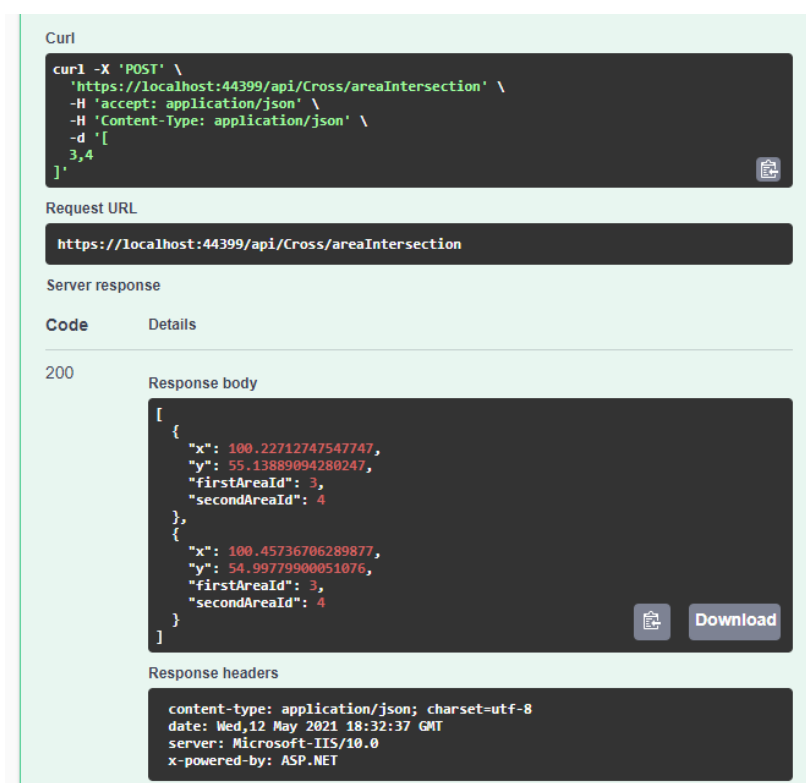


Рисунок 25 – Реализация дискретизации участка на точки запросов

## 6.2 Реализация поиска пересечений

На рисунке 26 представлен пример ответа от инструмента, при поиске пересечений между участков.



Рисунко 26 – Пример ответа на поиск пересечений

Для поиска пересечения между несколькими участками использовался алгоритм обычного перебора отрезков, основанный на поиске базового пересечения между отрезками. Для поиска пересечений между слоями использовался алгоритм заметающей прямой. Результат поиска пересечений и их кеширования в базу данных представлен на рисунке 27.

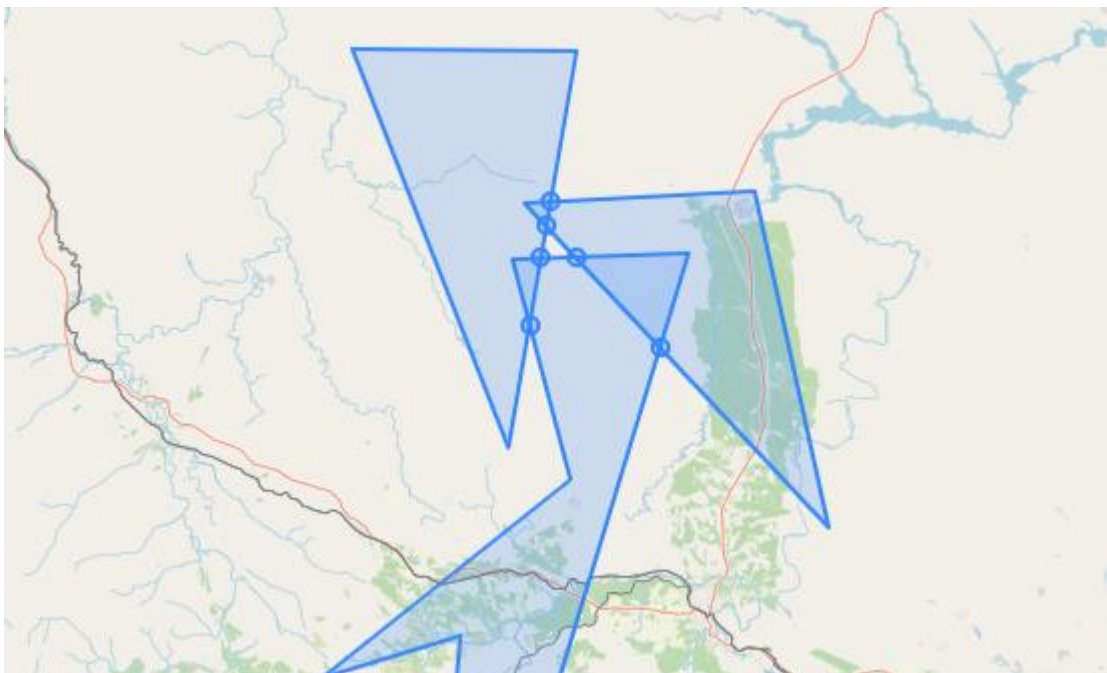


Рисунок 27 – Реализация поиска пересечений

### 6.2.1 Сравнение производительности

Для сравнения производительности использовались следующие алгоритмы:

- Полный перебор, с расчетом базового пересечения отрезков через PostGIS;
- Полный перебор, с расчетом базового пересечения отрезков через применяемые в работе эвристики;
- Метод заметающей прямой на основе базового пересечения отрезков через применяемые в работе эвристики;

На рисунке 28 представлены результаты тестирования. Тестирование на производительность производилось с помощью open-source решения BenchmarkNet. Тестовый набор участков представлен на рисунке 28.

По результатам теста можно сказать, что расчет пересечения в PostGIS происходит быстрее, так как при использовании собственных эвристик тратится время на получение геометрических объектов из базы данных в адресное пространство программы, в то время как при использовании PostGIS расчеты производятся средствами самой СУБД PostgreSQL. Метод заметающей прямой оказался быстрее всех, благодаря своей пространственно-ориентированной природе.

```
// * Summary *
BenchmarkDotNet=v0.13.0, OS=Windows 10.0.19041.985 (2004/May2020Update/20H1)
Intel Core i5-6200U CPU 2.30GHz (Skylake), 1 CPU, 4 logical and 2 physical cores
.NET SDK=5.0.300
[Host] : .NET 5.0.6 (5.0.621.22011), X64 RyuJIT [AttachedDebugger]
DefaultJob : .NET 5.0.6 (5.0.621.22011), X64 RyuJIT
```

Method	Mean	Error	StdDev
CalculateIntersectionsWithPostgis	4.000 s	0.1152 s	0.3398 s
CalculateIntersectionsWithBase	4.495 s	0.1157 s	0.3410 s
CalculateIntersectionsWithSL	3.233 s	0.1483 s	0.4373 s

Рисунок 28 – Результаты тестов

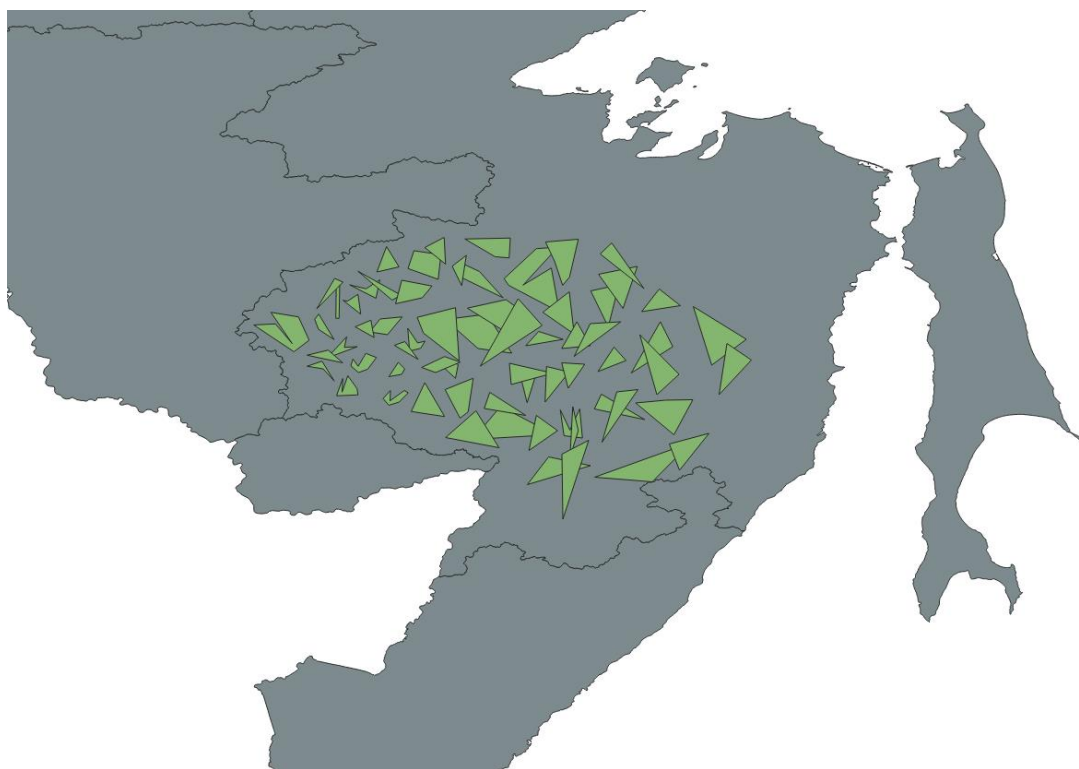


Рисунок 29 – Тестовый набор участков

### 6.3 Реализация кеширования пересечений

Для реализации кеширования пересечений был использован подход, основанный на правилах. Правила позволяют инструменту определять, между какими участками стоит искать пересечения. Так как для описания видов слоев в геосообществе принято использовать коды классификатора, то правила содержат в себе пару кодов классификаторов, между которыми пересечения могут быть запрошены системой.

С помощью интерфейса `IHostedService` платформы ASP .NET Core можно запускать фоновые задачи, которые выполняются в одном домене с родительским приложением.

Реализация фонового сервиса кеширования пересечений представлена на рисунке 30. Как правило, запуск поиска пересечений происходит с определенной периодичностью. Сервис очищает базу данных от старых пересечений и вычисляет новые пересечения на основе всех имеющихся правил. По умолчанию было решено установить период вычисления кеша в 1 день, но данный параметр можно изменить в настройках приложения.

```
/// <inheritdoc />
Ссылка: 0
protected override async Task ExecuteAsync(CancellationToken stoppingToken)
{
    while (!stoppingToken.IsCancellationRequested)
    {
        try
        {
            var areas :List<HydraArea> = await _areaRepository.GetAllAsync();
            var rules :List<Rule> = await _ruleRepository.GetRulesAsync();

            foreach (var rule in rules)
            {
                var firstRuleAreas :IEnumerable<HydraArea> = areas.Where(x :HydraArea => x.ClassifierCode == rule.FirstClassifierCode);
                var secondRuleAreas :IEnumerable<HydraArea> = areas.Where(x :HydraArea => x.ClassifierCode == rule.SecondClassifierCode);
                await IntersectLayersAsync(firstRuleAreas, secondRuleAreas);
            }
        }
        catch (Exception e)
        {
            _logger.LogError(e, e.Message);
        }
        await Task.Delay(_cashSetting.Period * 1000, stoppingToken);
    }
}
```

Рисунок 30 – Фоновый сервис кеширования

## 6.4 Реализация проецирования

Для реализации проецирования использовалось готовое решение ProjNet. Был реализован сервис, который связывает между собой хранилище систем координат инструмента и преобразования геометрии с помощью библиотеки ProjNet. Реализация проецирования представлена на рисунке 31.

```
/// <inheritdoc />
ссылка: 1
public class ProjectService: IProjectService
{
    /// <inheritdoc />
    ссылка: 2
    public Geometry ProjectGeometry(Geometry geometry, SpatialReference sourceCoordinateSystem,
        SpatialReference destCoordinateSystem)
    {
        var coordinateSystemFactory = new CoordinateSystemFactory();
        var sourceSrs = coordinateSystemFactory.CreateFromWkt(sourceCoordinateSystem.WktDescription);
        var destinationSrs = coordinateSystemFactory.CreateFromWkt(destCoordinateSystem.WktDescription);

        var transform =
            new CoordinateTransformationFactory().CreateFromCoordinateSystems(sourceSrs, destinationSrs);

        return Transform(geometry, transform.MathTransform);
    }

    /// <summary>
    /// Преобразовать геометрию.
    /// </summary>
    /// <param name="geom"> Геометрия. </param>
    /// <param name="transform"> Трансформация. </param>
    /// <returns> Преобразования геометрии. </returns>
    ссылка: 1
    private Geometry Transform(Geometry geom, IMathTransform transform)
    {
        geom = geom.Copy();
        geom.Factory.CoordinateSequenceFactory.Create(Transform(geom.Coordinates, transform).ToArray());
        return geom;
    }

    /// <summary>
    /// Трансформация.
    /// </summary>
    /// <param name="coordinates"> Координаты. </param>
    /// <param name="transform"> Трансформация. </param>
    /// <returns> Трансформированные координаты. </returns>
    ссылка: 1
    private IList<Coordinate> Transform(Coordinate[] coordinates, IMathTransform transform)
    {
        var coord = coordinates.Select(x => new [] { x.X, x.Y }).ToList();
        var transformedCoordinates = transform.TransformList(coord);
        var resultCoordinates = transformedCoordinates.Select(x => new Coordinate(x[0], x[1])).ToList();
        return resultCoordinates;
    }
}
```

Рисунок 31 – Проецирование

## 6.5 Упаковка инструмента в композицию контейнеров Docker

Так как разработка инструмента находится на стадии интеграции для геоинформационной системы, то было решено использовать Docker. Docker позволяет разворачивать композицию контейнеров в виде инструмента и СУБД PostgreSQL с его базой данных. Таким образом, разработчику, который будет заниматься интеграцией инструмента в систему, потребуется только Docker и никаких дополнительных средств разработки.



## 7 Финансовый менеджмент

### 7.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности

**проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### 7.1.1 Потребители результатов исследования

Данный инструмент поимка и анализа пересечений предназначен для использования в продуктах компании ООО “ТомскАСУПроект”. Это большая коммерческая организация, соответственно, решения для таких организаций будут рассмотрены в анализе конкурентных решений.

#### 7.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Проведем сравнительный анализ конкурентных технических решений, существующих на рынке информационных систем по поиску пересечений:

1. Библиотека для работы с геоданными “GDAL”
2. Расширение СУБД для работы с геоданными “PostGIS”
3. Приложение для работы с геоданными “GeoServer”

Анализируемые данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Бф	Бк1	Бк2	Бк3	Кф	Кк1	Кк2	Кк3
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
Функциональная мощность	0,2	5	5	4	5	1	1	0,8	1
Устойчивость	0,1	5	4	4	5	0,5	0,4	0,4	0,5
Надежность хранения данных	0,2	5	0	5	4	1	0	1	0,8
Уровень защиты доступа	0,1	5	4	4	5	0,5	0,4	0,4	0,5

Простота интерфейса	0,1	5	2	0	2	0,5	0,2	0	0,2
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности									
Цена	0,2	5	2	5	5	1	0,4	1	1
Степень влияния на рынок	0,05	1	5	5	5	0,05	0,25	0,25	0,25
Поддержка продукта	0,05	2	3	5	4	1	0,15	0,25	0,2
Итого	1					5,55	2,8	4,1	4,45

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разрабатываемый инструмент для поиска и анализа пересечений в системе “NeoPortal” имеет ряд преимуществ перед конкурентами:

1. Минимальные вложения в реализацию;
2. Не требует дополнительных модулей;
3. Является кроссплатформенным решением;
4. Гибкие настройки конфигурации;

### 7.1.3 Технология QuaD

Для оценки качества нашей разработки и ее перспективности на рынке была применена технология QuaD. В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины двух групп показателей: качества и коммерческого потенциала разработки. Оценка показателей производится экспертным путем по сто бальной шкале. В таблице 4 представлена оценочная карта.

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Макс. балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
Показатели оценки качества разработки					
Функциональная мощность	0,2	80	100	0,8	0,16
Устойчивость	0,1	75	100	0,75	0,075
Надежность хранения данных	0,1	100	100	1	0,1
Удобство эксплуатации	0,15	90	100	0,9	0,135
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Конкурентно-способность продукта	0,1	95	100	0,95	0,095
Степень влияния на рынок	0,1	55	100	0,55	0,055
Финансовая эффективность научной разработки	0,05	85	100	0,85	0,0425
Перспективность рынка	0,15	90	100	0,9	0,135
Поддержка продукта	0,05	45	100	0,45	0,0225
Итого	1	685	900	6,85	0,82

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

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

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

$P_{cp} = 82$ , отсюда можно сделать вывод, что система является перспективной.

#### 7.1.4 SWOT-анализ

Для комплексного анализа системы применен SWOT-анализ. В ходе анализа были выделены сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для проекта. При этом сильные и слабые стороны - это факторы внутренней среды системы, а возможности и угрозы - внешней среды. Выделение данных параметров позволит сделать упор на сильные стороны и возможности проекта, компенсируя слабые стороны и покрывая угрозы.

В таблице 5 представлена итоговая матрица SWOT-анализа.

Таблица 5 – SWOT-анализ.

Сильные стороны	Слабые стороны
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Внедрение без усилий и затрат;</li><li>2. Быстродействие;</li><li>3. Кеширование;</li><li>4. Минимальные вложения в реализацию;</li><li>5. Не требует дополнительных модулей для развертывания;</li><li>6. Является кроссплатформенным веб-приложением;</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Узконаправленная разработка;</li><li>2. Зависимость от родительского продукта;</li></ol>
Возможности	Угрозы
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Потребность нового родительского продукта в поиске пересечений;</li><li>2. Переход на микросервисные решения</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Возможны непредвиденные ошибки в приложении;</li></ol>

SWOT-анализ выявил сильные стороны инструмента и возможности, которые могут сделать его конкурентоспособным, если развивать его в данных направлениях. Также были определены слабые стороны проекта и

угрозы в работе инструмента. Их необходимо минимизировать, тщательно контролируя процесс отладки приложения, используя различные тесты для проверки приложения на ошибки и возможные недочеты.

## 7.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 7.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Комплекс предполагаемых работ имеет следующий порядок:

1. Определение структуры работ в рамках научного исследования;
2. Определение участников каждой работы;
3. Установление продолжительности работ;
4. Построение графика проведения научных исследований и разработок.

Реализацией информационной системы занимается научная группа, состоящая из руководителя проекта – преподавателя и студентов. Виды запланированных работ распределены между ними и представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Оформление идеи разработки	1	Формирование задания	Студент, руководитель проекта
Составление технического задания	2	Анализ материалов предметной области	Студент, руководитель проекта
	3	Выработка концепции планируемого инструмента	Студент, руководитель проекта
Выбор подходов для решения текущей задачи, написание программы и ее отладка	4	Выбор инструментов разработки	Студент
	5	Проектирование архитектуры инструмента	Студент
	6	Разработка	Студент
	7	Модульное тестирование	Студент
Обобщение по	8	Оценка эффективности	Студент, руководитель

проделанной работе. Оценка результатов.		полученных результатов	проекта
Тестирование системы конечными пользователями	9	Тестирование конечными пользователями	Студент
	10	Отладка	Студент
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	11	Составление пояснительной записки	Студент, руководитель проекта

### 7.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Основная стоимость инструмента образуется из трудовых затрат участников, следовательно, необходимо определить трудоемкость работ.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожи}$  используется формула:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

где  $t_{ожи}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_r$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных

исследований составляет около 65 %. Продолжительность одной работы определяется по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Для создания графика разработки информационной системы используется специализированный инструмент – Диаграмма Ганта. Это горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Чтобы определить длительность этапов работ, отображаемых на графике, была использована формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_k$$

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

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

$k_k$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_k = \frac{T_k}{T_k - T_{вых} - T_{пр}}$$

где  $T_k$  – количество календарных дней в году;

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

$T_{пр}$  – количество праздничных дней в году.

$$k_k = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

### **7.2.3 Разработка графика проведения научного исследования**

Подсчет показателей трудоемкости представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень работ и подсчет показателей

Описание работы	Исполнители	$t_{\min}$	$t_{\max}$	$t_{\text{ожид}}$	Ч	$T_{pi}$	$T_{ki}$
Формирование задания	Студент, руководитель	2	5	3,2	2	1,6	2,0
Анализ материалов предметной области	Студент, руководитель	3	6	4,2	2	2,1	2,6
Выработка концепции планируемого инструмента	Студент, руководитель	3	6	4,2	2	2,1	2,6
Выбор инструментов разработки	Студент	1	2	1,4	1	1,4	1,7
Проектирование архитектуры инструмента	Студент	10	15	12	1	12	14,6
Разработка	Студент	20	25	22	1	22	26,8
Модульное тестирование	Студент, руководитель	8	10	8,8	1	8,8	10,7
Оценка эффективности полученных результатов	Студент, руководитель	6	10	7,6	2	3,8	4,6
Тестирование конечными пользователями	Студент	6	8	6,8	1	6,8	8,3
Отладка	Студент	4	10	6,4	1	6,4	7,8
Составление пояснительной записки	Студент, руководитель	3	7	4,6	2	2,3	2,8
Итого	Студент	66	104	81,2	-	69,3	84,5
	Руководитель	25	44	32,6	-	20,7	25,3

На основе рассчитанных временных показателей проведения научного исследования была построена диаграмма Ганта представленная на рисунке 32 и занятость ресурсов на рисунке 33.



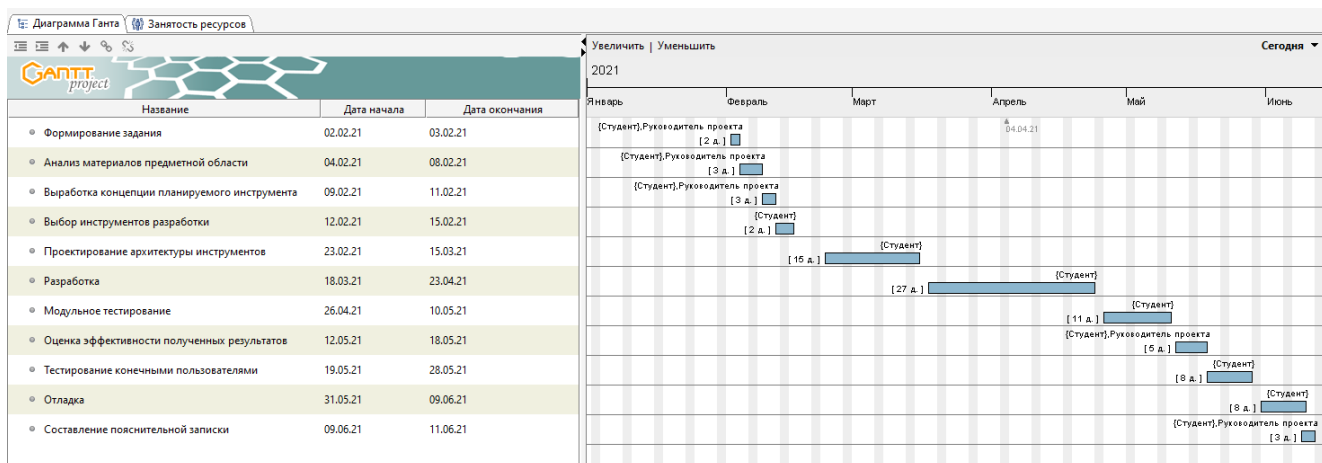


Рисунок 32 – Диаграмма Ганта

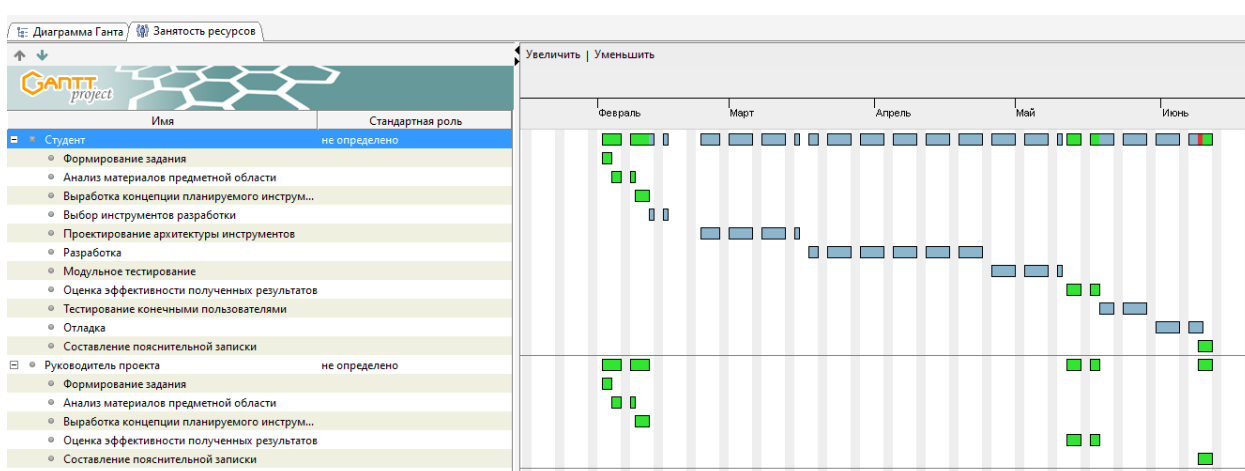


Рисунок 33 – Занятость ресурсов студента и руководителя проекта

### 7.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- расчет амортизационных отчислений;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

### 7.3.1 Расчет амортизационных отчислений

Расчет затрат на специальное оборудование для научных целей включает в себя затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого при разработке проекта. Т.к. при работе студента и руководителя над проектом использовался ПК уже имеющийся на производстве, стоимость этого оборудования учитывается в подсчете в виде амортизационных отчислений.

Расчет амортизации ПК: первоначальная стоимость ПК 50000 рублей; срок полезного использования для машин офисных код 330.28.23.23 составляет 2-3 года, возьмем 2 года. Планируемое время использования ПК для написания ВКР - 5 месяцев. Амортизация основных средств рассчитывается по следующей формуле:

$$A = OC_{\text{перв}} \cdot A_M$$

где  $OC_{\text{перв}}$  – первоначальная стоимость основных средств;

$A_M$  – норма амортизации.

Тогда расчет амортизации ПК:

- норма амортизации:

$$A_n = \frac{1}{n} \cdot 100\% = \frac{1}{2} \cdot 100\% = 50\%$$

- годовые амортизационные отчисления:

$$A_r = 50000 \cdot 0,5 = 25000 \text{ рублей}$$

- ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_r = \frac{25000}{12} = 2083 \text{ рубля}$$

- итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A_r = 2083 \cdot 5 \cdot 2 = 20830 \text{ рублей}$$

В итоге сумма затрат на специальное оборудование (его амортизацию) составляет 20830 руб.

### 7.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В данную статью включается основная заработная плата (включая премии, доплаты) и дополнительная заработная плата участников проекта. Рассчитаем основную заработную плату исполнителей проекта.

Зарботная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп},$$

где  $З_{осн}$  – основная заработная плата исполнителя;

$З_{доп}$  – дополнительная заработная плата исполнителя (12-20% от размера основной заработной платы  $З_{осн}$ ).

Основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p \cdot (1 + K_{пр} + K_d) \cdot K_p,$$

где  $З_{дн}$  – среднедневная заработная плата, руб.

$K_{пр}$  – премиальный коэффициент (0,3);

$K_d$  – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,5);

$K_p$  – районный коэффициент (для Томска – 1,3);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 9:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где  $З_m$  – месячный должностной оклад исполнителя, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 рабочих дня  $M = 11,2$  месяца, 5–дневная неделя;

при отпуске в 48 рабочих дней  $M = 10,4$  месяца, 6–дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени персонала по разработке.

Предположим, что размер месячного должностного оклада без учета коэффициента научного руководителя со степенью кандидата технических наук и должностью доцента 35 тыс. рублей, студента-ассистента без степени

– 17,5 тыс. рублей. Баланс рабочего времени для 6-дневной рабочей недели сформирован в таблицу 8.

Таблица 8 – Баланс рабочего времени (для 6-дневной недели)

Показатели рабочего времени	Дни
Календарные дни	365
Нерабочие дни (праздники/выходные)	66
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни)	56
Действительный годовой фонд рабочего времени	243

Исходя из представленных данных, была рассчитана среднедневная заработная плата:

$$Z_{\text{дн}}(\text{студент}) = \frac{17500 * 10,4}{243} = 737,44 \text{ рублей}$$

$$Z_{\text{дн}}(\text{научный руководитель}) = \frac{35\,000 * 10,4}{243} = 1497,94 \text{ рубля}$$

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Затраты на основную заработную плату

Исполнители	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$K_{\text{пр}}$	$K_{\text{д}}$	$K_{\text{р}}$	$T_{\text{р}}$	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Студент	737,44	0,3	0,2	1,3	69	99222,55
Научный руководитель	1497,94	0,3	0,2	1,3	21	61340,65
Итого						160563,2

### 7.3.3 Дополнительная заработная плата

Законодательно предусмотрена дополнительная заработная плата, которая состоит из доплат за отклонение от нормальных условий труда, выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций. Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

где  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 –0,15);

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

$k_{\text{доп}}$  равен 0,15. Вычисление затрат на дополнительную плату приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Затраты на дополнительную заработную плату

Исполнители	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$K_{\text{доп}}$	$Z_{\text{доп}}$ , руб.
Студент	99222,55	0,15	14883,4
Научный руководитель	61340,65	0,15	9201,1
Итого			24084,5

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется по формуле:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице Таблица 11.

Таблица 11 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$Z_{\text{доп}}$ , руб.	$K_{\text{внеб}}$	$Z_{\text{внеб}}$ , руб.
Студент	99222,55	14883,4	0,302	34459,9
Научный руководитель	61340,65	9201,1	0,302	21303,6
Итого				55763,5

### 7.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы – дополнительные к основным затратам расходы, необходимые для обеспечения процессов производства, связанные с управлением, обслуживанием. Накладные расходы вычисляются по формуле 11:

$$Z_{\text{нкл}} = \text{сумма статей(1 - 4)} * k_{\text{нр}}, (11)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент накладных расходов (16% от суммы затрат, подсчитанных выше).

Расчет затрат на отчисления во внебюджетные фонды приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет накладных расходов

Статьи затрат	Сумма, руб.
Затраты на специальное оборудование	20830
Затраты на основную заработную плату	160563,2
Затраты на дополнительную заработную плату исполнителям проекта	24084,5
Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	55763,5
Коэффициент накладных расходов	0,16
Накладные расходы	41798,6

### 7.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %	Примечание
1. Затраты на специальное оборудование	20830	6,87	Пункт 7.3.1
2. Затраты на основную заработную плату	160563,2	52,98	Пункт 7.3.2
3. Затраты на дополнительную заработную плату	24084,5	7,94	Пункт 7.3.3
4. Страховые взносы	55763,5	18,4	Пункт 7.3.4
5. Накладные расходы	41798,6	13,79	16 % от суммы ст.1-4
Общий бюджет	303039,8	100	Сумма ст.1-5

Таким образом, общий бюджет НТИ составляет 303039,8 рубля.

### **Вывод**

Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения выявило сильные и слабые стороны данного технического решения, определило наиболее значимые возможности, которые помогут сделать информационную систему конкурентоспособной (SWOT и QuaD анализы). Был составлен рейтинг-план по созданию инструмента с помощью диаграммы Ганта. Рассчитаны затраты на создание инструмента поиска и анализа пересечений.

## 8 Социальная ответственность

### Введение

Целью работы является создание инструмента поиска и анализа пересечений, в рамках геоинформационной системы предприятия NeoPortal. Отдельный микросервис будет обеспечивать систему расчетами пересечений между объектами клиентского предприятия и объектами из открытых источников, таких как Росреестр.

Инструмент используется оператором информационной системы NeoPortal, поэтому будут рассмотрены меры по защите оператора от вредных и опасных факторов в рабочей зоне при использовании средств вычислительной техники.

Выделены следующие вредные факторы:

1. Недостаточная освещенность;
2. Отклонения показателей микроклимата;
3. Повышенный уровень шума;

К опасным факторам относится опасность поражения электрическим током.

Рассмотрено косвенное влияние инструмента поиска пересечений на степень разработки участков и карьеров.

### 8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения

#### безопасности

Режим труда и отдыха регламентируется ТК РФ **Ошибка! Источник ссылки не найден.Ошибка! Источник ссылки не найден.Ошибка! Источник ссылки не найден.**, а организация рабочего места оператора системы “NeoPortal” регламентируется ГОСТ 22269-76, ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 21889-76.

Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю;



Организация рабочего места должна быть реализована таким образом, чтобы:

Взаимное расположение элементов рабочего места могло обеспечивать необходимые зрительные и звуковые связи между оператором и оборудованием, а также между операторами;

Не препятствовать выполнению трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля;

Органы управления соответствовали эргономическим требованиям и располагались в зоне досягаемости моторного поля;

При работе оператора за ПЭВМ высота рабочей поверхности составляла 630 мм для женщин и 680 мм для мужчин или 655 мм для мужчин и женщин;

При работе оператора за ПЭВМ пространство для ног обладало шириной не менее 500 мм;

При работе оператора за ПЭВМ высота сиденья равнялась 400 мм для женщин и 430 мм для мужчин или 420 мм для мужчин и женщин;

Лицевые поверхности индикаторов располагались в оптимальной зоне информационного поля в плоскости, перпендикулярной нормальной линии взора оператора, находящегося в рабочей позе. Допускаемое отклонение от этой плоскости - не более 45°; допускаемый угол отклонения линии взора от нормальной - 30° для индикаторов с плоским изображением.

Эксплуатирующие предприятия также должны следить за характеристиками используемой аппаратуры.

## **8.2 Производственная безопасность**

### **8.2.1 Анализ вредных производственных факторов**

Были обнаружены вредные и опасные производственные факторы, представленные в таблице 14.

Таблица 14 – Возможные вредные и опасные факторы.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изгото вление	Эксплу атация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
2. Превышение уровня шума	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение
4. Опасность поражения электрическим током	+	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

### 8.2.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещенность является отношение светового потока, падающего на малый участок поверхности, к его площади. Освещенность измеряется в люксах.

Из-за недостаточной освещенности при работе за ПЭВМ, у оператора системы может возникать дискомфорт на рабочем месте, который приводит к повышенной утомительности и потере концентрации. Дискомфорт может проявляться в виде перенапряжения глазных мышц, сухости глазных яблок, головных болей и как следствие это приводит к снижению внимания и ухудшению настроения оператора системы.

Чтобы избежать вышеперечисленных проблем следует соблюдать требования освещенности на рабочих местах, представленных в таблице 15, и регламентированных СП 52.13330.2016.

Таблица 15 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий

Высокой точности	Характеристика зрительной работы	Искусственное освещение		Естественно е освещение	Совмещенное освещение
		Освещенность, лк	Сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации		
От 0,30 до 0,50	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм				
Ш	Разряд зрительной работы				
б	Подразряд зрительной работы				
Малый Средний	Контраст объекта с фоном				
Средний Темный	Характеристика фона				
1000	Всего	при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	UGR, не более	K <sub>п</sub> , %, не более
200					
400					
25					
15					
-		при верхнем или комбинированном освещении			
-		при боковом освещении			
3,0		при верхнем или комбинированном освещении			
1,2		при боковом освещении			

При длительной работе за вычислительной машиной необходимо делать перерывы. Выполнять комплекс упражнений для поддержания тонуса мышц глаз.

### 8.2.1.2 Отклонение параметров микроклимата

Микроклимат производственных помещений – это комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и

производительность труда. Поддержание микроклимата рабочего места в пределах гигиенических норм – важнейшая задача охраны труда.

Основными показателями микроклимата являются: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха.

Совокупность определенных значений параметров микроклимата могут привести к возникновению на рабочем месте нейтрального, охлаждающего, нагревающего микроклимата. Последние два представляют угрозу для здоровья человека.

Охлаждающий микроклимат приводит к обострению язвенной болезни, радикулита, обуславливает возникновение заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы. Охлаждение человека (как общее, так и локальное) приводит к изменению его двигательной реакции, нарушает координацию и способность выполнять точные операции, вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, что может быть причиной возникновения различных форм травматизма. При локальном охлаждении кистей снижается точность выполнения рабочих операций.

Воздействие нагревающего микроклимата вызывает нарушение состояния здоровья, снижение работоспособности и производительности труда. Нагревающий микроклимат может привести к заболеванию общего характера, которое проявляется чаще всего в виде теплового коллапса. Он возникает вследствие расширения сосудов и уменьшения давления в них крови. Обморочному состоянию предшествует головная боль, чувство слабости, головокружение, тошнота.

Работа операторов соответствует офисной работе, которая в свою очередь является работой категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающимися незначительными физическими нагрузками. Для данного вида работ определены оптимальные параметры микроклимата, представленные в таблице 16.

Таблица 16 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, 0С	Температура поверхностей, 0С	Относительная Влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория Ia(до 139)	23-25	21-25	40-60	0,1
Теплый	Категория Ia(до 139)	20-22	22-26	40-60	0,1

Для формирования благоприятного микроклимата в современных зданиях требуется правильно спроектировать систему центральной вентиляции и кондиционирования. Тогда воздух будет обрабатываться приточной установкой для регулирования параметров температуры, влажности и кратности воздухообмена.

### 8.2.1.3 Повышенный уровень шума

Шум – это звуковые колебания в диапазоне слышимых частот, которые способны оказать вредное воздействие на безопасность и здоровье человека. Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на сотрудника, повышает его утомляемость, снижает внимательность и сосредоточенность, что приводит к росту числа ошибок и средней продолжительности выполнения задачи.

Воздействие высоких уровней шума может привести к постоянной потере слуха. Ни хирургия, ни слуховой аппарат не могут исправить полную потерю слуха. Опасно не только постоянное присутствие повышенного уровня шума в процессе работы, но и кратковременное воздействие слишком громких звуков.

В качестве источников звука при работе в офисном помещении могут выступать разговоры коллег, ремонтных работ, звуки техники и проезжающих машин.

Шум характеризуется уровнем звукового давления для различных частот. Нормы для шума, устанавливаемые ГОСТ 12.1.003-2014, описаны в таблице 17.

Таблица 17 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для работ, требующих высокой степени внимания и концентрации

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Скорость движения воздуха, м/с
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Работа в помещениях с ПЭВМ	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для того чтобы защитить операторов системы от неблагоприятного воздействия шума необходимо использовать технологии для ограничения распространения звука в офисном пространстве. Использование пластиковых оконных пакетов, перегородок и наушников уменьшит воздействие шума на операторов системы.

#### **8.2.1.4 Электробезопасность**

Электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

При работе с ПЭВМ операторы подвержены поражению электрического тока и как следствие получению ожогов, механическим повреждениям тканей и сосудов.

Наиболее частые причины поражения электрическим током в офисном помещении это прикосновение к оголенным частям провода находящимся под напряжением или неосторожные действия, например как попадание жидкости на электроприборы.

Офисное помещение относится к категории помещений без повышенной опасности. Однако ПЭВМ является потенциально опасным к поражению электрическим током. Общие требования по электробезопасности приведены в ГОСТ 12.1.019-2017.

Ниже приведены наиболее важные меры безопасности. Запрещается:

1. Закладывать провода и шнуры за газовые и водопроводные трубы, за батареи отопительной системы;
2. Выдергивать штепсельную вилку из розетки за шнур, усилие должно быть приложено к корпусу вилки;
3. Работать на средствах вычислительной техники и периферийном оборудовании, имеющих нарушения целостности корпуса, нарушения изоляции проводов, неисправную индикацию включения питания, с признаками электрического напряжения на корпусе;
4. Класть на средства вычислительной техники и периферийное оборудование посторонние предметы.

### **8.3 Экологическая безопасность**

#### **8.3.1 Загрязнение литосферы**

Разработка инструмента для информационной системы непосредственно не имеет никакого эффекта на литосферу. Однако, предприятия, пользующиеся данным информационным решением, занимаются учетом и проектированием земельных участков для добычи полезных ископаемых. Одним из процессов добычи полезных ископаемых является стадия разработки карьера.

Массовая разработка общераспространенных полезных ископаемых большим количеством карьеров при длительной их эксплуатации и отсутствии рекультивационных работ оказывает негативное влияние на литосферу. На стихийно разрабатываемых выемках провоцируется

выветривание, оползневые, обвально-осыпные, просадочные явления, эрозионный размыв, дефляция, накопление техногенного слоя пород, подтопление. Кроме того, в ряде случаев при производстве горных работ допускаются нарушения поверхности пологих склонов проходами плугов бульдозеров вдоль и поперек склонов с образованием длинных борозд и узких траншей. В последующем они становятся источниками повышенного протекания процессов оврагообразования, которые могут тянуться на несколько километров.

## **8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

При нахождении оператора за рабочим местом могут возникнуть множество чрезвычайных ситуаций. Ниже перечислены возможные ЧС:

1. техногенные (взрывы, пожары, обрушение помещений);
2. природные (наводнения, ураганы, бури, природные пожары);
3. биологические (эпидемии, пандемии);
4. антропогенные (война, терроризм).

### **8.4.1 Пожаробезопасность**

Пожар является наиболее типичной ЧС. Пожар относится к опасным факторам. Пожар — это неконтролируемое горение. По причине пожара может быть получен значительный вред здоровью человека, возможен летальный исход, а также большие материальные потери. В офисе при использовании ПЭВМ и других электронных приборов пожар может возникнуть вследствие короткого замыкания, неисправностях в электроприборах и сетях, несоблюдение мер пожарной безопасности, отсутствие систем пожарной сигнализации и тушения. Основные опасные факторы пожара: тепловое излучение, высокая температура, отравляющее воздействие продуктов горения (окись углерода и др.), снижение видимости при задымлении.



Общие требования к пожарной безопасности приведены в ГОСТ 12.1.004–91 «Пожарная безопасность. Общие требования». Ниже перечислены наиболее важные в офисном помещении:

1. Ограничить курение на территории предприятия, оборудовав для этого специальные зоны;
2. Иметь первичные средства тушения пожаров и противопожарный инвентарь в соответствии с правилами пожарной безопасности;
3. Выполнять предписания, постановления и иные законные требования должностных лиц пожарной охраны;
4. Проводить обследования и проверки помещений в целях контроля за соблюдением требований пожарной безопасности. Помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения в соответствии с действующими нормами, устанавливаемыми отраслевыми правилами пожарной безопасности. К первичным средствам пожаротушения относятся все виды переносных и передвижных огнетушителей, оборудование пожарных кранов, ящики с порошковыми составами, а также огнестойкие ткани.

### **Вывод**

В данном разделе дипломной работы были изложены требования к безопасности на рабочем месте. На основании нормативных документов были установлены необходимые параметры освещения, микроклимата, уровня шума на рабочем месте. Соблюдение данных параметров, позволит ограничить воздействие вредных факторов на здоровье рабочих и увеличить их продуктивность.

Проведены исследования по электробезопасности и пожаробезопасности, организации действий при наиболее возможных чрезвычайных ситуациях.

Разработка инструмента информационной системы не оказывает вреда на литосферу. Наоборот, использование инструмента позволяет оператором более тщательно проектировать земельные участки предприятия и избегать ошибок, ведущих к нанесению вреда литосферы.

## **Заключение**

В процессе работы была изучена работа оператора системы NeoPortal, рассмотрен вопрос отсутствия функционала поиска пересечения для объектов геометрии.

Были изучены эвристики для базовой операции поиска пересечения отрезков, алгоритм заметающей плоскости. Также была изучена работа с открытым источником геоданных как Росреестр. Проанализирована работа некоторых open-source решений при работе с геометрией.

Были реализованы следующие компоненты инструмента:

- Кеширование, которое позволяет производить вычисление пересечений в фоне;
- Взаимодействие с методами API Росреестра с помощью детализации участка на точки запросов;
- Модуль поиска пересечений, который в своей основе использует алгоритм заметающей плоскости;
- Модуль проецирования для преобразования геометрии между разными системами координат;

В результате был реализован микросервис, предоставляющий необходимый функционал поиска и анализа пересечений для системы NeoPortal, а также поддерживающий автономную работу кеширования пересечений.

Текущий инструмент находится на стадии интеграции и нуждается в тестировании для использования на предприятии.

## Список литературы

1. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 192-ФЗ (ред. от 30.04.2021) – М.; Рид Групп, 2021.
2. ГОСТ 22269-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 3 с.
3. ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 9 с.
4. ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. – М.: Издательство стандартов, 1993. – 15 с.
5. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение – Официальный сайт Минстроя России [www.minstroyrf.ru](http://www.minstroyrf.ru) по состоянию на 18.03.2020. – 102 с.
6. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997. – 14 с.
7. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны». – М.: Стандартиформ, 2008. – 95 с.
8. ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности» Общие требования безопасности труда. – М.: Стандартиформ, 2015. – 13 с.
9. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. – М.: Стандартиформ, 2017. – 32 с.
10. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Пожарная безопасность технологических процессов» – М.: Стандартиформ, 2006. – 68 с.
11. Алгоритмы : теория и практика для разработчика / Панос Луридас – Москва : Эксмо, 2018. – 608 с.

12. Макконнелл С. Совершенный код. Мастер-класс / Пер. с англ. СПб. БХВ, 2019. – 896 с.
13. Computational Geometry - Algorithms and Applications / Марк де Берг, Marc van Kreveld, Марк Овермарс, Отфрид Чон, 2015. – 345 с.
14. Computational geometry in C / Джозеф О'рурк, 1994. – 689 с.
15. Discrete and Computational Geometry / Джозеф О'рурк, 209 – 405 с.
16. Geometric aspects of mapping: projections [Электронный ресурс] URL:<https://kartoweb.itc.nl/geometrics/Map%20projections/body.htm#:~:text=A%20map%20projection%20is%20a,onto%20the%202D%20mapping%20plane> (Дата обращения 15.02.21)
17. Тетельмин, В. В. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе / В.В. Тетельмин, В.А. Язев. - М.: Интеллект, 2013. - 352 с.
18. Мировой нефтегазовый рынок. Инновационные тенденции. - М.: Энергия, 2008. - 360 с.