

aboba

## Оглавление

Актуальность . . . . .	3
Цель и задачи проекта . . . . .	5
1 Определение перечня параметров . . . . .	6
1.1 Выбор параметров . . . . .	6
1.2 Приоритезация разработки . . . . .	7
2 Поиск целевой аудитории . . . . .	8
3 Поиск, верификация и предварительный анализ спутниковых данных . . . . .	10
3.1 Поиск и отбор актуальных источников данных . . . . .	10
3.2 Верификация достоверности и актуальности данных . . . . .	10
3.3 Предварительный анализ данных . . . . .	11
4 Проектирование архитектуры приложения . . . . .	13
5 Разработка программного продукта . . . . .	14
5.1 Фронтэнд . . . . .	14

## **Актуальность**

Жизнь человека напрямую зависит от факторов окружающей среды: рельефа, температуры, влажности воздуха, наличия водоёмов, уровня загрязнения и других природных и антропогенных характеристик. Изучение и учёт этих факторов играют критическую роль при выборе места жительства, ведения хозяйства и планирования экономической деятельности.

С древнейших времён человечество стремилось обосноваться в наиболее благоприятных регионах. Однако в силу большого разнообразия климатических зон, географических условий и изменчивости экологических показателей, задача выбора оптимального места остаётся сложной и многомерной. В современном мире этот выбор осложняется глобальными изменениями климата, урбанизацией, ростом загрязнения окружающей среды и увеличением мобильности населения, включая рост числа цифровых кочевников — удалённых работников, не привязанных к конкретной географической локации.

Современные реалии требуют наличия цифровых инструментов, которые позволили бы агрегировать, визуализировать и анализировать разнородные геоданные для поддержки принятия решений. Создание сервиса, наглядно отображающего ключевые характеристики выбранного региона, отвечает вызовам времени и может использоваться в широком спектре задач:

- Обычными пользователями — для подбора комфортных для жизни регионов с учётом климата, экологии и инфраструктуры;
- Цифровыми кочевниками — для сравнения условий в разных регионах мира по заданным критериям;
- Научными организациями — для изучения изменений климата;
- Экологическими фондами — для мониторинга загрязнений и охраны окружающей среды;
- Недропользователями и геологоразведочными компаниями — для оценки перспективности территорий с точки зрения наличия полезных ископаемых.

Таким образом, разработка такого сервиса является актуальной и востребованной задачей, лежащей на пересечении информационных технологий, географии, экологии.

## **Цель и задачи проекта**

**Целью** данного проекта является разработка цифрового сервиса для анализа территорий с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и сопутствующих геопространственных источников. Сервис предназначен для наглядного представления и оценки ключевых характеристик выбранной местности с учётом климатических, экологических и геофизических параметров.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие **задачи**:

- Определить перечень параметров анализа (климат, рельеф, загрязнения, водные ресурсы и др.) и установить приоритетность их реализации на раннем этапе разработки;
- Выделить сферы деятельности и группы людей для применения будущего сервиса.
- Произвести поиск и верификацию актуальных источников данных, включая открытые спутниковые платформы (например, Copernicus, NASA EarthData, USGS Earth Explorer);
- Провести предварительный анализ датасетов;
- Спроектировать архитектуру программного решения, включая бэкенд, интерфейс пользователя и модуль интеграции с внешними API;
- Разработать минимально жизнеспособный продукт (MVP), демонстрирующий основные функции анализа и визуализации данных по выбранной территории.

# 1 Определение перечня параметров

## 1.1 Выбор параметров

Для спокойной жизни человеку требуются комфортные показатели окружающей среды. Не должно быть слишком жарко или холодно, влажно или сухо и прочие.

На основании потребностей человека был определён список параметров, которые характеризуют местность:

- **Высота над уровнем моря** - базовый географический параметр. Использование получение информации по области способно создать макет рельефа.

- **Облачность** - Один из климатических факторов, характеризующих комфортность среды. Показатель солнечных дней в году.

- **Температура** - Ключевой показатель комфортности среды.

- **Параметр растительности** - NDVI - индекс, характеризующий скорость роста и качество растений в области.

- **Уровень осадков** - Показатель влажности региона, отражающий водный баланс.

- **Типы почв** - Характеристика местности, показывающая возможность для сельскохозяйственной деятельности и строительства.

- **Водные ресурсы** - Показатель наличия на поверхности источников питьевой воды и гидрологических объектов.

- **Инфраструктурные данные** - Отражает транспортную доступность и общее удобство жизни.

Для реализации сервиса был выбран подход постепенной реализации анализа выбранных параметров. Были образованы три очереди разработки. Каждая из них характеризует определенный этап: начальный, включающий только основные показатели местности; базовый, включающий в себя реализацию анализа всех выбранных характеристик, и использование методов машинного обучения для подбора мест по описанию пользователя.

## 1.2 Приоритезация разработки

Каждый этап ключает ряд признаков и подходов для их анализа.

Начальный этап (первая очередь):

- Высота над уровнем моря;
- Облачности;
- Температура;
- NDVI-индекс

Базовый этап (вторая очередь):

- Уровень осадков;
- Типы почв;
- Водные ресурсы;
- Инфраструктурные данные

Этап использование ML и BigData (третья очередь):

- Анализ различных новостных агрегаторов на предмет важных событий: криминальная обстановка, экологические проблемы и прочие антропогенные факторы.

- Использование LLM для подбора места по описанию от пользователя

Такой подход способствует концентрации на разработке только определённых фич. Кроме того, это позволит провести тестирование идеи уже после завершения начального этапа.

Данная работа описывает только процесс разработки начального этапа.

## **2 Поиск целевой аудитории**

Разрабатываемый сервис ориентирован на широкий спектр пользователей, заинтересованных в пространственно-временном анализе окружающей среды. Основные целевые группы включают:

- Людей, рассматривающих возможность смены места жительства;
- Туристов и цифровых кочевников;
- Экологов и аналитиков;
- Геологоразведчиков и специалистов по природопользованию.

Рассмотрим подробнее мотивацию и потребности каждой из этих групп.

### **Граждане, планирующие смену региона проживания**

Эта категория пользователей ищет оптимальное место для жизни, учитывая индивидуальные предпочтения по климату, экологическим условиям и геоморфологии местности. Традиционно подобный выбор требует анализа разрозненных источников информации и не всегда сопровождается наличием объективных статистических данных. Предлагаемый сервис агрегирует климатические, экологические и пространственные показатели в единой интерактивной системе, позволяя сравнивать различные регионы по заданным критериям и формировать обоснованные решения.

### **Туристы и цифровые кочевники**

Для этой группы важна возможность гибкой смены места пребывания с сохранением качества жизни и рабочих условий. Пользователи, стремящиеся покинуть перегруженные города в пользу более спокойных и благоприятных районов, могут использовать платформу для подбора оптимальных локаций. Сервис предоставляет данные по шумовому фону, климату, зелёным зонам и другим характеристикам, позволяющим найти комфортное место для проживания, работы и отдыха.



## **Экологи и пространственные аналитики**

Платформа может служить инструментом для мониторинга и анализа экологических параметров, таких как динамика растительного покрова, уровни загрязнённости, сезонные колебания NDVI и прочее. При партнёрстве с научными и исследовательскими организациями возможно расширение функциональности под конкретные задачи. Пользователи могут направлять запросы на включение дополнительных индикаторов или источников данных, что делает систему адаптивной к различным исследовательским сценариям.

## **Геологоразведчики и специалисты по недропользованию**

Для специалистов, занятых поиском полезных ископаемых и оценкой перспективности территорий, сервис может предложить инструменты дистанционного анализа на основе спутниковых снимков, цифровых моделей рельефа и исторических геологических данных. Возможность оперативного выявления аномалий, анализа минералогического состава поверхности и оценки изменений ландшафта открывает перспективы для более точного планирования полевых работ.

Таким образом, создаваемая платформа охватывает различные слои профессиональной и гражданской аудитории, предоставляя гибкие инструменты пространственного анализа для принятия решений на основе открытых спутниковых и экологических данных.

## 3 Поиск, верификация и предварительный анализ спутниковых данных

### 3.1 Поиск и отбор актуальных источников данных

Для проведения пространственно-временного анализа климатических и ландшафтных показателей (NDVI, облачность, температура, высота местности) были использованы актуальные и проверенные источники спутниковых данных:

— **Copernicus (ESA)** — источник снимков Sentinel-2 с высоким пространственным разрешением (10 м) и частотой съёмки (до 5 дней). Используемые коллекции:

**COPERNICUS/S2\_SR** — отражательная способность по спектральным каналам (в частности, B4 и B8 для расчёта NDVI); **COPERNICUS/S5P/NRTI/L3\_CLOUD** — данные по облачности в режиме близком к реальному времени (переменная `cloud_fraction`).

— **NASA EarthData** — глобальный источник цифровых моделей рельефа: **NASA/NASADEM\_HGT/001** — цифровая модель высот с разрешением ~30 м, на основе миссии SRTM.

— **ECMWF ERA5** — глобальные климатические данные, использованы для анализа температуры: **ECMWF/ERA5\_LAND/HOURLY** — почасовые значения температуры на высоте 2 м (`temperature_2m`), разрешение около 9 км.

### 3.2 Верификация достоверности и актуальности данных

Для обеспечения корректности анализа были выполнены следующие шаги верификации:

а) **Пространственное покрытие**: все используемые коллекции фильтруются по координатам исследуемых участков с помощью метода `filterBounds()`.

б) **Временной интервал**: фильтрация по дате осуществляется через `filterDate(start, end)`; используются интервалы по месяцам или сезонам.

в) **Качество данных:**

- Sentinel-2 фильтруется по показателю `CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE < 20%`;
- исключаются значения `None` и выбросы по температуре и NDVI.

г) **Техническая пригодность:** все источники проверены на совместимость с API Google Earth Engine — коллекции успешно загружаются, ошибок доступа не зафиксировано.

### 3.3 Предварительный анализ данных

#### NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

- Источник: `COPERNICUS/S2_SR`
- Формула:

$$\text{NDVI} = \frac{B8 - B4}{B8 + B4}$$

где  $B8$  — ближний инфракрасный канал,  $B4$  — красный канал. Расчёт в GEE осуществляется через функцию `normalizedDifference(['B8', 'B4'])`.

- Разрешение: 10 м
- Получение значений: среднее по точке через `reduceRegion(..., scale=10)`

#### Облачность

- Источник: `COPERNICUS/S5P/NRTI/L3_CLOUD`
- Метрика: `cloud_fraction`
- Разрешение: 1000 м
- Среднее значение рассчитывается на каждый временной интервал для каждой координаты

#### Температура воздуха

- Источник: `ECMWF/ERA5_LAND/HOURLY`
- Переменная: `temperature_2m`
- Разрешение: 1000 м

— Применяется усреднение по времени и пространству для каждой точки

### **Цифровая модель рельефа (DEM)**

- Источник: NASA/NASADEM\_HGT/001
- Разрешение:  $\sim 30$  м
- Методика: извлечение значений высот через `sampleRegions()` по геометрии исследуемых точек
- Масштаб автоматически регулируется (от 30 до 500 м) для оптимизации количества точек

Выбранные спутниковые источники Copernicus, NASA и ECMWF являются авторитетными и проверенными платформами, обеспечивающими доступ к достоверным пространственно-временным данным. Верификация по охвату, времени, качеству и совместимости подтвердили пригодность данных для целей проекта. Предварительный анализ NDVI, облачности, температуры и высот показал, что структура и формат полученных данных соответствуют задачам курсового исследования, а применённые методы обеспечивают надёжную основу для последующего машинного обучения и статистической обработки.

## 4 Проектирование архитектуры приложения

Для создания MVP системы достаточно создать SPA-приложение, которые вместит в себя весь необходимый функционал. Его архитектура имеет следующий вид:

— **Front-end** часть, отвечающая за отрисовку данных. Она должна включать: интерактивную карту, с возможностью построения точек и полигонов, хранилище построенных объектов, перечень функций для обработки и визуализации данных первой очереди, а также поиск по городам.

— **Back-end** часть отвечает за связь с распределенными базами данных, описанными в предыдущей главе и выступает, своего рода, прокси сервисом, который формирует запросы к специализированным системам.

Связь между частями осуществляется с помощью JSON. Кроме того, расположение на единой хостовой машине, сводит задержку передачи данных до минимума.

КАРТИНКА

## 5 Разработка программного продукта

В качестве фреймворка для разработки фронтенд части был выбран Vue.js и Flask - для бэка. Такой выбор обеспечит быстроту реализации и легкость поддержки в виду минимального набора инструментов и большого количества библиотек.

### 5.1 Фронтэнд

Разработку фронтэнд части можно разделить на несколько этапов:

- Настройка карты и взаимодействие с ней
- Формирование основных слоёв и функций обработки данных
- Создание стандартизированных запросов к бэку.
- Визуализация полученных результатов.

#### Карта

В качестве библиотеки для данной задачи была выбрана OpenLayers, которая предоставляет бесплатный доступ к картам различной проекции. Для работы была выбрана (ПРОЕКЦИЯ) проекция, которая является наиболее привычной и часто встречающийся в других ГИС системах. Её особенность заключается в сохранении форм при проектировании сферы на плоскость. Но такой подход вынуждает отказаться от привычной системы широты и долготы. Поэтому, был написана обёртка для библиотечного конвертера координат, который преобразует координаты в нужный формат (проекции).

#### Основные слои и функции

В качестве UI библиотеки используется библиотека CoreUI, которая бесплатно предоставляет большой набор инструментов для формирования интерфейсов.

Для взаимодействия с картой был создан виджет рисования, который активирует режим рисования и позволяет выбрать, какой объект планируется нарисовать: точку или полиго. В зависимости от

выбранного режима, при окончании рисования будет возвращён объект, содержащий координаты и проекцию. Для взаимодействия с ними были реализованы два класса Точка и Полигон, хранящие в себя числовой идентификатор, координаты и текущую проекцию. Кроме того, одним из полей является название объекта, т.к. при работе может возникать множество однотипных объектов, которые требуется отличать.

В качестве хранилища используется store, который подключается библиотекой (что-то с ананасом). Хранилище хоть и является частью библиотеки, но требует написания используемых методов. Такими методами стали: получение всех объектов данного класса, фильтрация по идентификатору, добавление и удаление объектов.

Для отображения сохранённых объектов используется виджет хранения, который включает в себя сворачивающиеся окна по каждому классу объектов. Внутри находится список из имён соответствующих объектов с кнопкой показа координат.

Добавлен виджет поиска по городам. Он представляет собой текстовой поле с кнопкой поиска. При удачном запросе, видимую область карты перемещается на полученные координаты. Скорость регулируется программно.

Также добавлен функциональный виджет, который представляет собой список кнопок, отвечающих за открытие окна с соответствующей фишкой. На данный момент присутствует четыре метода анализа: высота, NDVI, облачность и температура.

(Добавить картинку и пронумеровать объекты на ней)

Виджет высот представляет собой набор точек для выбора. При нажатии, высвечиваются координаты. Для получения высоты требуется нажать на соответствующую кнопку. При успешном запросе, высота будет выведена в соответствующее поле. (В данный момент разработана система моделирования поверхности по полигону, но ещё не внедрена)

Виджеты для остальных метрик идентичны. Каждый представляет собой окно, разделённое на две части: графики и настройки данных. Настройка происходит путём множественного выбора точек и временных интервалов. Добавлен выбор типа графиков

для иллюстрации данных. Присутствует окно детального анализа показателей: амплитуда, минимальные и максимальные значения, отклонения и средние. Отличие функций только в выборе получаемых данных.

## **Формирование запросов**

Каждая фича фронта требует получение данных из различных источников: это может быть обращение на получение координат города по его названию или получения температуры во Владивостоке в период лета 2023 года с делением этого интервала на 20 частей. Для этого следует стандартизовать запросы, которые предполагают обмен информацией с бэкэндом. В качестве инструмента формирования запросов выступает `openapi-ts` - библиотека, которая автоматически формирует запросы по описанию, записанному в `yaml` файле. Кроме того был написан специальный хэндлер, который обрабатывает ответы бэкэнд стороны и приводит данные к нужному формату, указанному во всё том же `yaml` файле.

Каждый запрос отсылается на эндпоинт соответствующей фичи. Общий адрес (`host:port/metrics`).

Запрос на получение координат города формируется из `query`-параметра - названия города. Ожидает получить две координаты - широту и долготу.

Запрос на получение высоты (точечный) - формирует тело запроса из следующего JSON значения : (ВСТАВИТЬ ЗНАЧЕНИЯ). Ожидает получить одно значение - высоту в формате (ВСТАВИТЬ ФОРМАТ).

Запросы на получение температуры формирует тело из поля `feature` и координат. Ожидает получить списки температуры и дат, одинокового размера. (ВСТАВИТЬ)

Запросы на получение облачности и NDVI индекс строятся аналогично.



## **Визуализация**

Для точечной визуализации множественных показателей используется CoreUI, которая также предоставляет возможность отрисовки графиков с возможностью отключения одного из показателей. В данный момент также разработана система отрисовки данных, полученных с помощью обработки полигонов. Но ещё не интегрирована.

## **Промежуточный вывод**

Таким образом, подобная система способна дать наглядное ознакомление с ключевыми параметрами региона. Возможность выбора произвольной точки также делает получение данных наиболее релевантным.