



ПРОЕКТ
МЕДА
МОСКОВЫ



ДЕПАРТАМЕНТ
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
И ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ГОРОДА МОСКОВЫ



РАЗВИТИЕ
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО
КАПИТАЛА



ЛИДЕРЫ
ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ



**Контроль
Москвы**

Экология

MISIS x OptonGroup

Задача #7 | Департамент природопользования и охраны
окружающей среды | ЛЦТ 25

О команде

- Москва
- Количество человек: 5
- Капитан команды: Симаков Максим

Наименование задачи:

Задача #7 | Департамент
природопользования и охраны
окружающей среды | ЛЦТ 25

Описание решения:

Мы разработали приложение для Android, Windows и веба на базе Python, в основе которого — обработка изображений с помощью нейросетей: фотографии автоматически анализируются моделью детекции, затем уточняются с помощью VLM, что позволяет определять характеристики деревьев и диагностировать их проблемные зоны.



Как вы планируете дальше использовать или развивать ваше решение:

В дальнейшем мы планируем развивать решение в нескольких направлениях.

Во-первых, интегрировать его с лидерами и внедрить автоматический сбор данных для дообучения моделей.

Во-вторых, создать обширную базу знаний с описанием всех видов растений, что позволит расширить возможности поиска деревьев и кустарников.

Также мы готовим публикацию приложения в общий доступ — жители городов России смогут напрямую отправлять информацию об опасных деревьях в аварийные службы.

Для самих служб будет реализован удобный интерфейс, где можно отмечать уже исправленные ситуации.



**Симаков
Максим
Сергеевич**

- TeamLead/Backend
- @mxoffline
- +79061440320

**Савинов
Святослав
Русланович**

- ML
- @codeBaew
- +79176201964

**Вериялов
Кирилл
Владиславович**

- FullStack
- @kukyumber
- +79374510104

**Ананьев
Даниил
Евгеньевич**

- ML
- @rougenn
- +79173910692

**Пищулина
Анна
Ивановна**

- Product manager/ DataScience
- @darnangs
- +79372742488



ПРОЕКТ
МЭРЯ
МОСКВЫ



ДЕПАРТАМЕНТ
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
И ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ



РАЗВИТИЕ
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО
КАПИТАЛА



ЛИДЕРЫ
ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ

Краткая история команды:

Вместе учимся, работаем и развиваемся уже
очень давно

Почему вы выбрали именно эту задачу из предложенных на хакатоне?

Мы остановились именно на ней, потому что она сочетает в себе практическую значимость, социальную пользу и экологию. Задача напрямую связана с безопасностью людей и заботой об окружающей среде — это то, что реально может повлиять на жизнь городов и их жителей

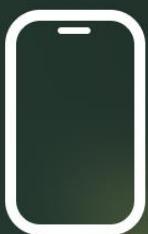
С какими основными сложностями или вызовами вы столкнулись и как их преодолели?

Самой сложной задачей оказалась разметка деревьев и определение их пород. Справиться с этим нам удалось благодаря слаженной командной работе и помощи знакомых дендрологов, которые поделились своей экспертизой.

Одной из проблем на этапе распознавания было то, что детектор иногда путал деревья с кустарниками. Эту задачу мы решили за счёт внедрения VLM-модели (Vision-Language Model), которая учитывает контекст и описания объектов, значительно повышая точность классификации.

Описание решения

Подходит для



Кросс-платформенное приложение

Мы разработали приложение для **Android**, **Windows** и веба на базе **Python**, в основе которого — обработка изображений с помощью нейросетей: фотографии автоматически анализируются моделью детекции, затем уточняются с помощью VLM, что позволяет определять характеристики деревьев и диагностировать их проблемные зоны.

Целевая аудитория

- Городские службы и управляющие компании - для мониторинга состояния деревьев и планирования работ
- Экологи и дендрологи - для диагностики болезней и оценки биоразнообразия
- Жители города - для фиксации проблемных деревьев через мобильное приложение

Пайпайн ML

Авторазметка изображений

Загруженные фотографии проходят через Grounding DINO, которая автоматически находит деревья и кустарники на изображении. Результатом работы является набор bounding box-координат для всех обнаруженных объектов, что закладывает основу для дальнейшего анализа.

Дообучение детекции

Модель детекции дообучается с помощью LoRA, что позволяет ей лучше понимать специфику данных и повышает точность (Recall и Precision). Из-за малого числа исходных данных применяются аугментации, включая мозаику, для расширения обучающей выборки.

Нарезка и фильтрация

Фотографии нарезаются по найденным боксам, а объекты с низкой уверенностью отбрасываются. Оставшиеся кропы сохраняются и используются на следующем этапе анализа.

Инференс VLM

Каждый кроп анализируется Vision-Language моделью (LLaMA 90B), которая определяет породу дерева, состояние, болезни и признаки повреждений. Мультимодальные знания позволяют модели интерпретировать даже сложные визуальные признаки.

Сохранение результатов

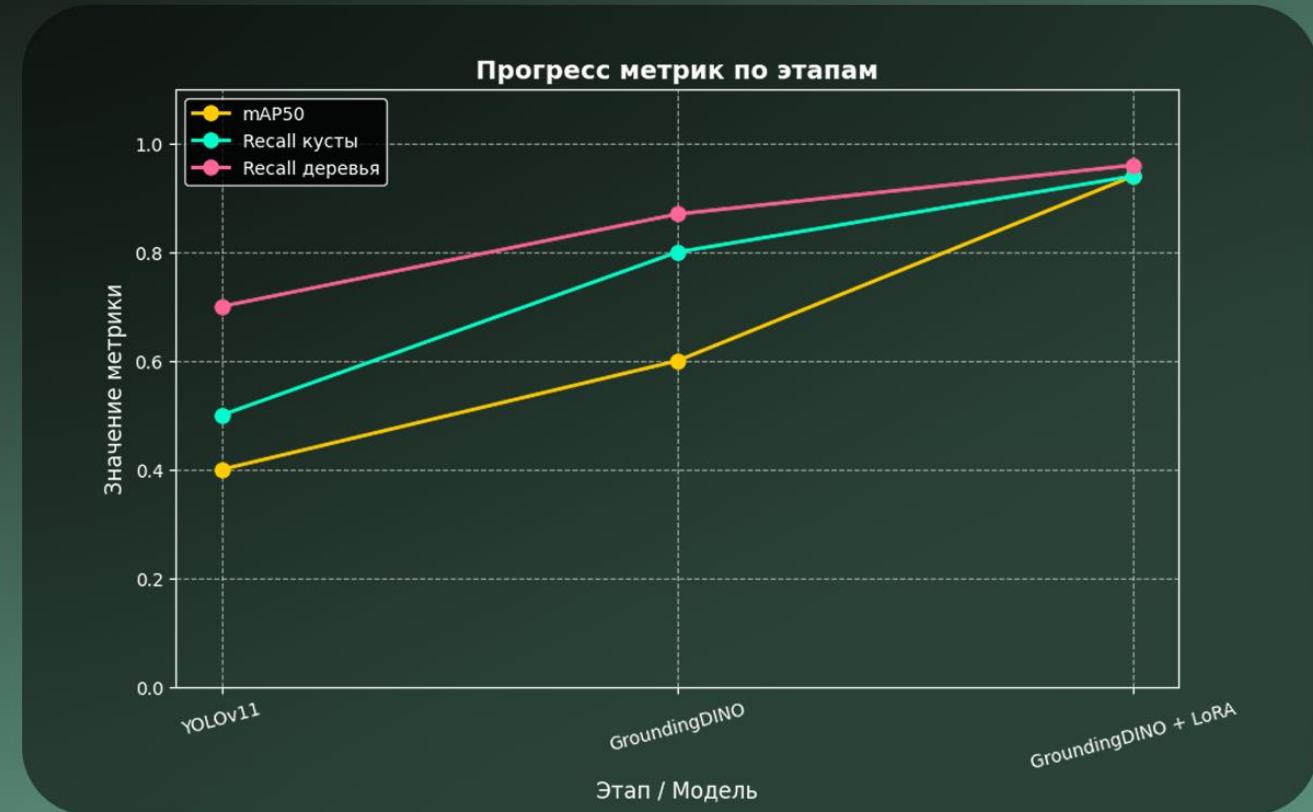
Все предсказания (классы, описания, вероятности) записываются в базу данных. Кропы изображений сохраняются в S3-совместимом хранилище для дальнейшего использования и повторного обучения.

Обогащение через RAG

Для повышения точности результаты VLM проходят через механизм Retrieval-Augmented Generation (RAG). Модель обращается к базе знаний (FAISS) и дополняет описание сведениями о породах, болезнях и вредителях.

Метрики

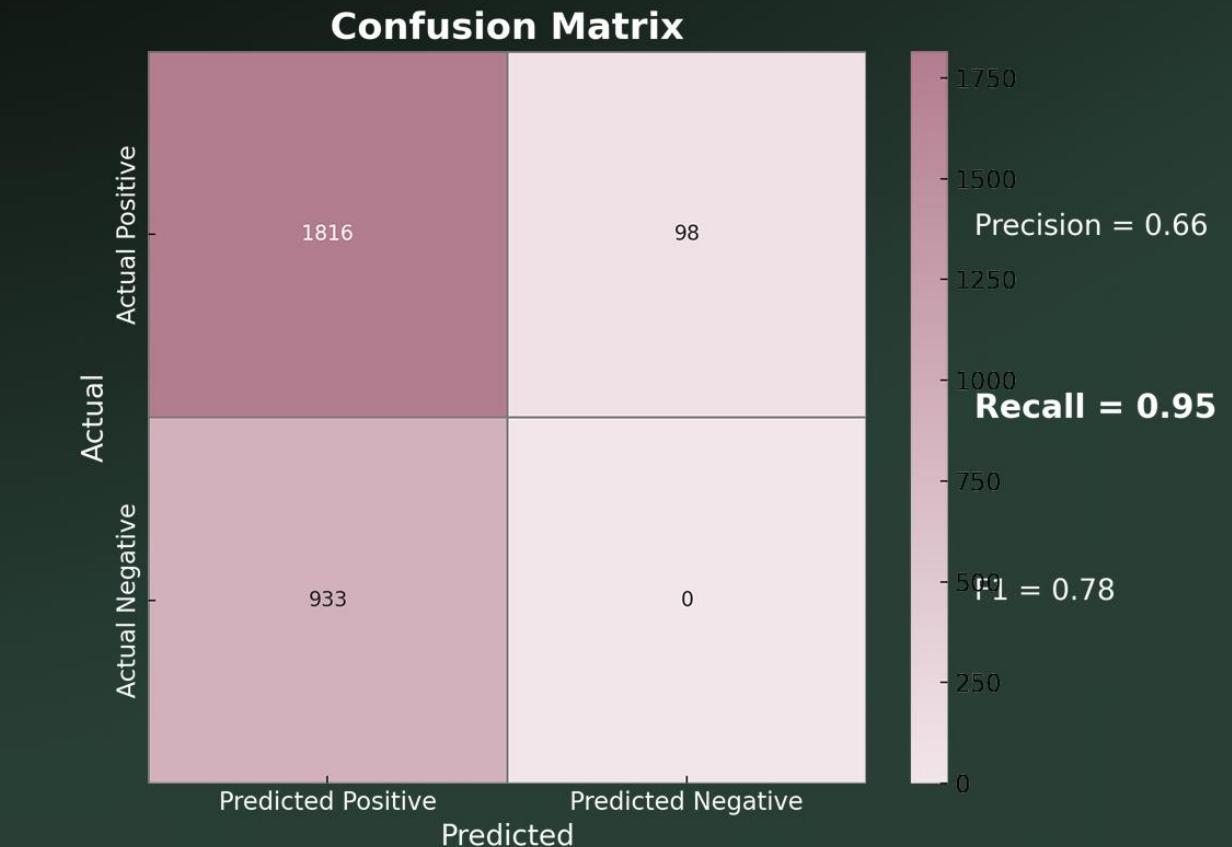
Мы считаем метрики при пороге IoU = 0.7. Это означает, что сначала все детекции (кусты и деревья) определяются моделью Grounding DINO, а затем итоговый результат уточняется с помощью VLM, которая отсекает лишние срабатывания и формирует финальные предсказания.



Замеряли на 800 шт фото, 600 дообучение + + сильные аугментации

Confusion Matrix

Нам важно было не упускать объекты, поэтому нам нужен высокий Recall и маленькое количество FN, мы смогли позволить себе высокий FP, так как VLM легко отсекает лишние объекты, которые “не деревья”

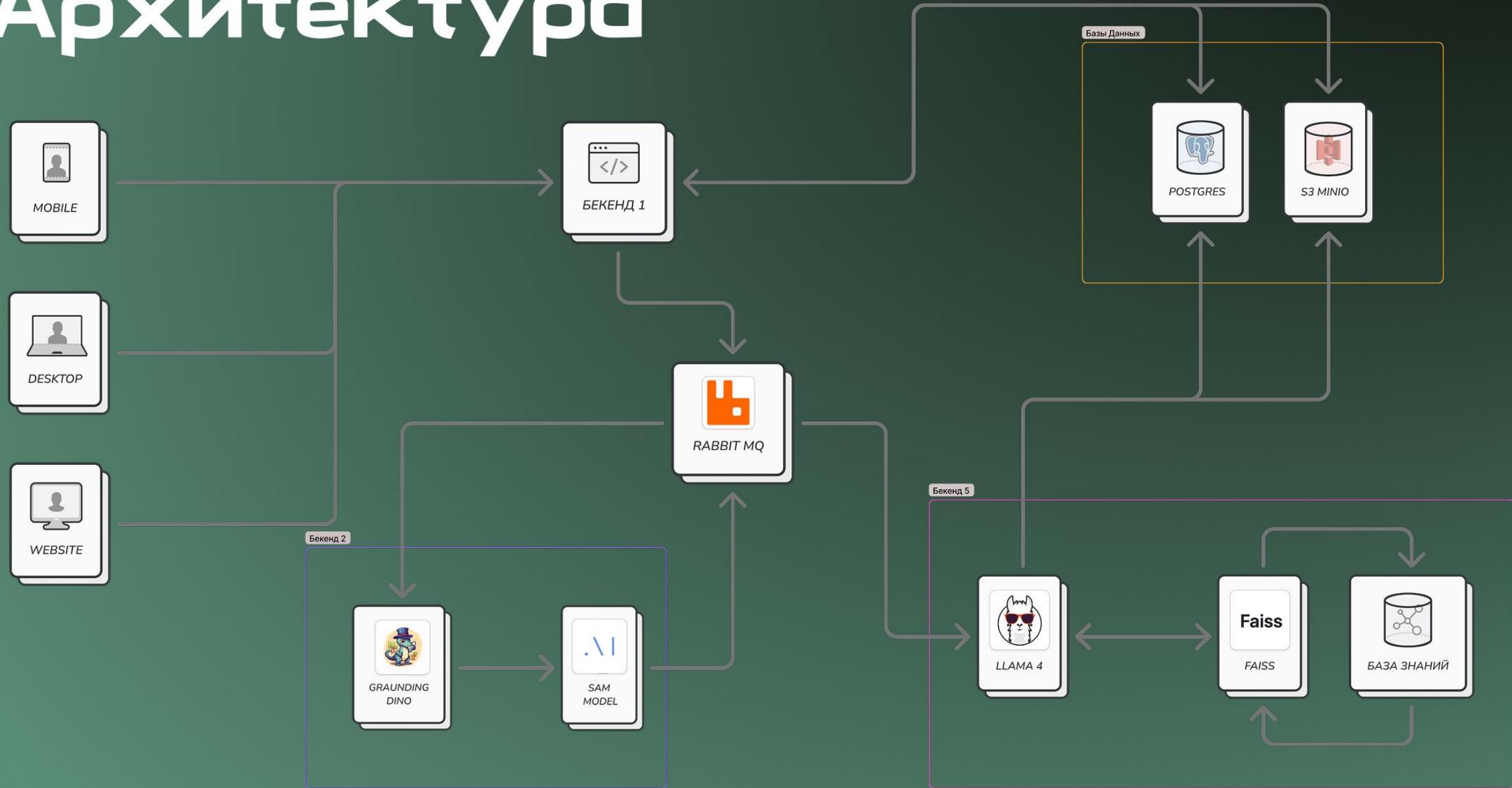


Работа детектора

Пример фотографий:
куст/дерево



Архитектура



Технический стек

Backend

Python, FastAPI,
PostgreSQL, SQLAlchemy,
MinIO, RabbitMQ

ML

SAM 2, Grounding DINO,
llama-3.2-90b,
LangGraph, LangChain,
FAISS

Frontend

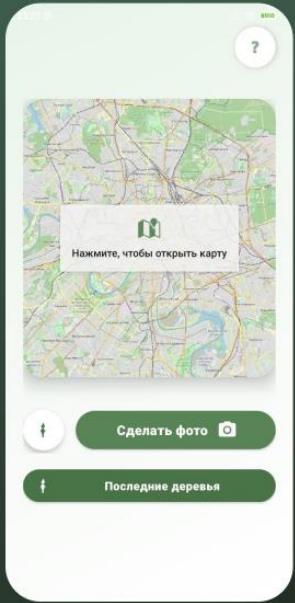
React, nextjs

Дополнительные сервисы

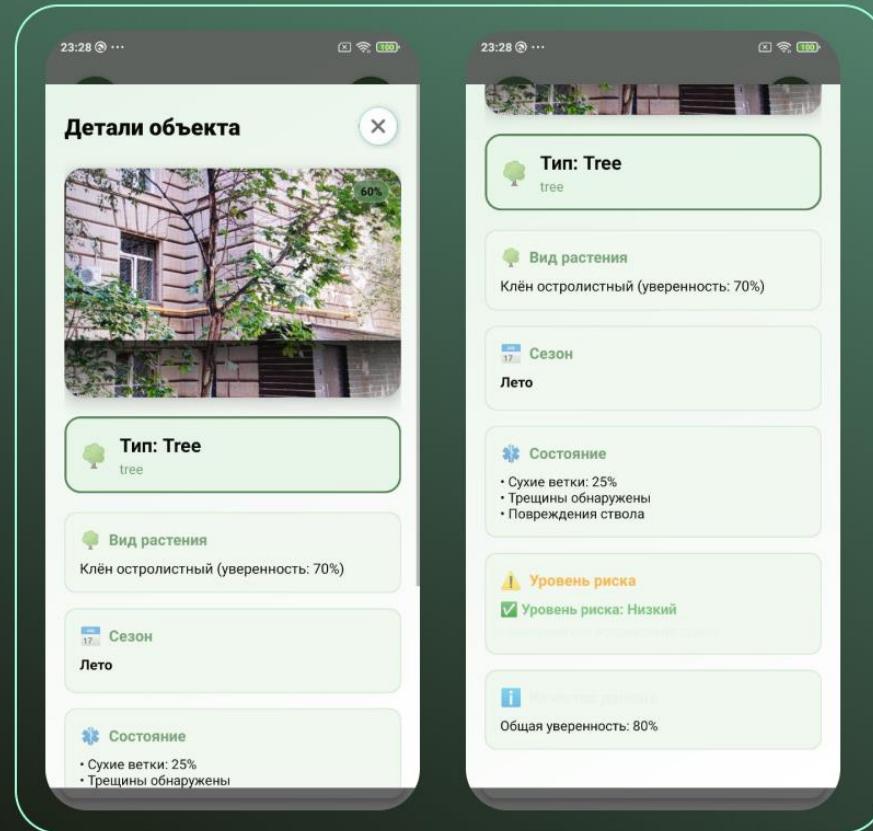
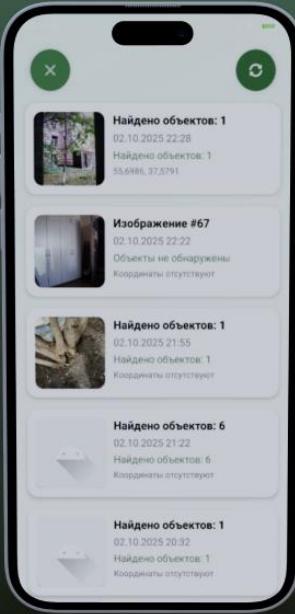
Windows: PyQt6, pillow

Android: Kotlin

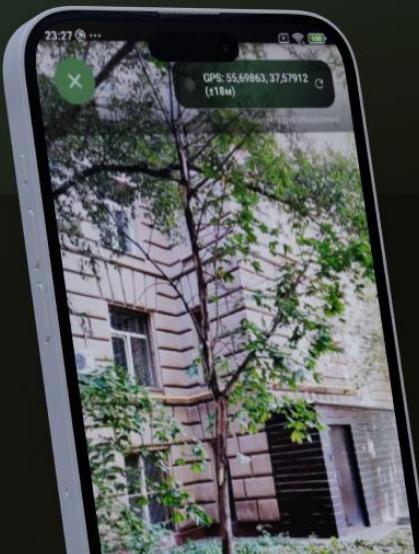
Работа приложения



Обработка



Результат



Время
обработки

на всех устройствах

7с

Характеристики сервера

GPU - rtx 4070 super

CPU - Xeon® E5-2686 v4

RAM - 16 gb

Disk - 73 gb

Интерфейс приложения на Windows

The image displays four screenshots of the 'AI Анализ Деревьев' (AI Tree Analysis) application interface, arranged in a 2x2 grid. The background is a dark green gradient, and a vertical green decorative element with leaf patterns is on the left.

- Screenshot 1:** The main landing page titled 'AI Анализ Деревьев'. It features a large central area with a cloud icon and a 'Загрузить фото' (Upload photo) button. Below it is a note: 'Выберите изображение для начала глубокого анализа.' (Select an image to start deep analysis).
- Screenshot 2:** The analysis results page titled 'AI Анализ Деревьев'. It shows a thumbnail of the uploaded tree trunk image and the text 'Результаты Анализа' (Analysis Results). Below this, it says 'Объект 1/1' (Object 1/1). The detailed analysis for 'Анализ фрагмента 1:' (Analysis fragment 1) is shown: 'Объект 1: tree' (Object 1: tree), 'Вид: неопределено (уверенность: 50%)' (Type: undefined (confidence: 50%)), and 'Состояние:' (State:). Under 'Состояние:', there are two bullet points: '- Гниль ствола: гниль у основания ствола' (- Trunk rot: rot at the base of the trunk) and '- Дупла: основание ствола' (- Holes: base of the trunk).
- Screenshot 3:** The analysis results page showing a thumbnail of the tree trunk image and a 'С Новым анализом' (New analysis) button.
- Screenshot 4:** A map view titled 'AI Анализ Деревьев'. It shows a map of a city area with various locations marked by blue pins. The map includes street names like 'Университет МАИСИС', 'Корпус А', 'Корпус Б', and 'Корпус В'. There are also green areas representing parks or forests.

Интерфейс WEB приложения

Анализ деревьев
AI система мониторинга

Загрузите изображение дерева

Наша AI система проанализирует состояние дерева и предоставит детальный отчет

Загрузите изображение
Перетащите файл сюда или нажмите для выбора

↑

Определение породы
Автоматическое определение вида дерева

Анализ состояния
Выявление болезней и повреждений

Оценка рисков
Определение уровня опасности

Обнаруженные объекты

bush Береска Low 43%

Одно летнее

Повреждения береска
Уверенность 90%

Состояние

Информация

Размер файла: 0.35 MB
Разрешение: 961 x 1280

Статус обработки
Завершено

Все анализы
История обработанных изображений

Главное

compressed_2025-10-01-21-22-29-5...
01.10.2025
A_PODORONE.FI
Обнаружено объектов 3

4 (3).jpg
Обнаружено объектов 2

1 (2).jpg
Обнаружено объектов 1

_Vr0_6HYzc4.jpg
Обнаружено объектов 2

2.jpg
Обнаружено объектов 1

4.jpg
Обнаружено объектов 3

4.jpg
Обнаружено объектов 3

123.png
Обнаружено объектов 4

1.jpg
Обнаружено объектов 1

2.jpg
Обнаружено объектов 1

3.jpg
Обнаружено объектов 1

4.jpg
Обнаружено объектов 1

Внедрение технологии в LiDAR

Точная карта деревьев с координатами

Детализированная карта всех деревьев с точностью до см, используя лидар и SLAM-навигацию.

- Каждое дерево имеет уникальный ID и фиксированные геокоординаты.
- Система автоматически распознаёт новые деревья и обновляет данные о тех, что уже внесены в базу.

Автосбор данных с наземного робота или дрона

- Локализация происходит с помощью SLAM + лидар → точность до сантиметров.
- При каждом проходе система анализирует каждое дерево и дополняет базу данных.

Анализ и проекция LiDAR-данных

Для каждого дерева создаются две синхронизированные проекции:

- Изображение для визуальной оценки состояния.
- Лидарная проекция, позволяющая измерять:
 - Высоту дерева
 - Объём кроны
 - Размеры дупел или трещин
 - Признаки заболеваний (в сочетании с ML-моделями)

Динамическое наблюдение во времени

- Система отслеживает изменения состояния: рост, прогрессирование болезней, реакции на лечение.
- При быстром ухудшении состояния автоматически формируется уведомление специалистам для выезда на место.

Масштабирование

Интеллектуальное масштабирование (VLM + обучение)

- Гибкий выбор VLM для анализа под конкретные задачи.
- Бенчмаркинг и автоматический подбор лучших комбинаций после накопления данных.
- Дообучение моделей под нужные типы деревьев, регионы и сценарии.

Публикация приложения в общий доступ

Жители каждого города россии смогут отправлять в аварийные службы деревья, кажущиеся им опасными

Гео-аналитика

- Выделение на карте «зон риска» и приоритетных областей на основе данных с лидаров и камер.
- Анализ динамики заболеваний и состояния деревьев по районам и кластерам, а не только по отдельным объектам.
- Возможность масштабировать систему на уровень города или региона, получая карту проблемных зон и планируя ресурсы точечно.

Климатическая аналитика

- Интеграция метеоданных для отслеживания погоды и критических условий (ветер, температура, осадки).
- Оповещение о рисках для деревьев при превышении пороговых значений, например, сильном ветре или заморозках.
- Анализ взаимосвязи погодных факторов и состояния насаждений для прогнозирования повреждений и планирования ухода.

Преимущества

Бэкенд

Быстрая обработка – всего лишь 7 секунд, обрабатывает в любом качестве

Этапы работы:

- ~500 мс — сохранение и первичная обработка изображения;
- ~1 секунда — выделение объектов (боксы + сегментация);
- ~6 секунд — определение характеристик деревьев и кустов по фрагментам.

ML-сервис

Максимальное покрытие – ничего не упускаем: фиксируем и деревья, и кустарники, включая редкие случаи.

Детальное описание – для каждого объекта формируем характеристики и возможные дефекты, без ограничения по узкому пулу классов.

Быстрая обработка – всего лишь 7 секунд, обрабатывает в любом качестве

Android-приложение/ Программа

Геопривязка фото – при загрузке с телефона автоматически сохраняются координаты съёмки.

Интерактивная карта – все отмеченные деревья и кустарники можно увидеть на карте с точной локацией.

Прямая связь со службами – при необходимости информация отправляется в соответствующие службы, которые выезжают на место и устраняют проблему.

Безопасный город – за счёт этого процесс реагирования становится быстрее, а городская среда — безопаснее и комфортнее для жителей..

Гео-аналитика

- Выделение на карте «зон риска» и приоритетных областей на основе данных с лидаров и камер.
- Аналитика по районам, кластерам и пространственным паттернам.
- Система автоматически показывает, где проблема зарождается, а не только где она уже случилась. Превентивная аналитика — можно действовать заранее, а не реагировать постфактум.
- Не просто показываем дефекты — отслеживаем динамику заболеваний, изменений и восстановления во времени.
- Система предлагает конкретные действия: от приоритетов осмотра до вызова бригад прямо из интерфейса.

