



# RoadReport: Интеллектуальная система мониторинга дорожного покрытия

Плугин Олег 22503

## Описание системы

RoadReport – это система реального времени для мониторинга дорожного покрытия, которая использует данные с транспортных средств, дронов и метеостанций для выявления и классификации дефектов дорог с помощью компьютерного зрения и машинного обучения. Система реализована в виде интерактивной карты, где отображаются все выявленные дефекты дорожного покрытия. Пользователи могут просматривать обнаруженные системой дефекты, самостоятельно создавать заявки о новых дефектах, загружая фотографии и оставляя комментарии. Карта интегрируется с популярными сервисами как 2GIS и Яндекс.Карты, обеспечивая удобный доступ для всех участников дорожного движения.

## Концептуальная модель



# Основные функции (сервисы для пользователей)

## Муниципальные службы

### Мониторинг состояния дорожной сети

- Интерактивная карта дефектов
- Уведомления о критических разрушениях
- Прогнозирование потенциально опасных зон

### Формирование приоритетов ремонта

- Доступ к дашборду с проблемами и прогнозируемыми затратами ресурсов
- Автоматическая сортировка по степени критичности
- Оценка риска разрушения в ближайшее время

### Управление дронами наблюдения

- Настройка маршрутов и частоты облета дронов
- Возможность внепланового запуска

## Водители и пешеходы

### Получение информации о проблемных участках

- Карта дефектов и проблемных участков
- Построение маршрута с обходом проблемных участков

### Возможность создания заявки о дефекте

- Фиксация дефекта с помощью фото или видео
- Привязка по GPS-координатам

### Оповещения о значимых изменениях состояния дорог

- Предупреждения
  - о ямах и разрушениях для водителей
  - о проблемах с тротуаром, возможных местах скопления воды для пешеходов, велосипедистов, иных мобильных ТС

# Построение сервисов взаимодействующими агентами

## Сценарий 1. Автомобильный агент фиксирует дефект

1. **Автомобильный агент** выполняет предварительную обработку изображения с камеры (выделение потенциальных дефектов)
2. При подключении к интернету кадры с дефектами и телеметрия отправляются в **Облачную систему**
3. **Агент аналитики данных** выполняет обнаружение дефекта, его классификацию, сравнение с предыдущими результатами по данному дефекту
4. **Агент аналитики** обновляет интерактивную карту
5. **Агент приложения** предоставляет доступ к обновленной информации

## Сценарий 2. Дрон выполняет разведку дороги

1. **Агент дрона** получает от облачной системы маршрут полета
2. Дрон выполняет съемку участка дороги с воздуха
3. По возвращении на базу снимки передаются в **Облачную систему**
4. **Агент аналитики данных** анализирует фотографии, определяя новые дефекты и просчитывает динамику разрушений
5. Интерактивная карта обновляется, предоставляя доступ к данным через **Агент приложения**

## Сценарий 3. Пользователь сообщает о дефекте

1. Пользователь отправляет фото и координаты дефекта через **Агент приложения**
2. Изображение и описание поступают в **Облачную систему**
3. **Агент аналитики данных** производит обнаружение и классификацию дефекта, а затем добавляет информацию на интерактивную карту, которая отображается в **Агенте приложения**



# Аппаратура и близкие решения

## Используемая аппаратура

### Аппаратура автомобилей

- Видеокамера для анализа дорожного полотна
- GPS/ГЛОНАСС
- Мобильный компьютер для предобработки изображений
- Периодическое подключение к интернету не реже 1 раза в день

### Дроны

- Видеокамера для фиксации
- Автопилот
- Возможность передачи данных до прибытия на базовую станцию для экстренных случаев

## Инфраструктура сервера и облака

- Видеокарты для обработки нейронными сетями и прогнозирования
- Система хранения данных
- База данных дефектов
- API для агентов

## Пользовательские устройства

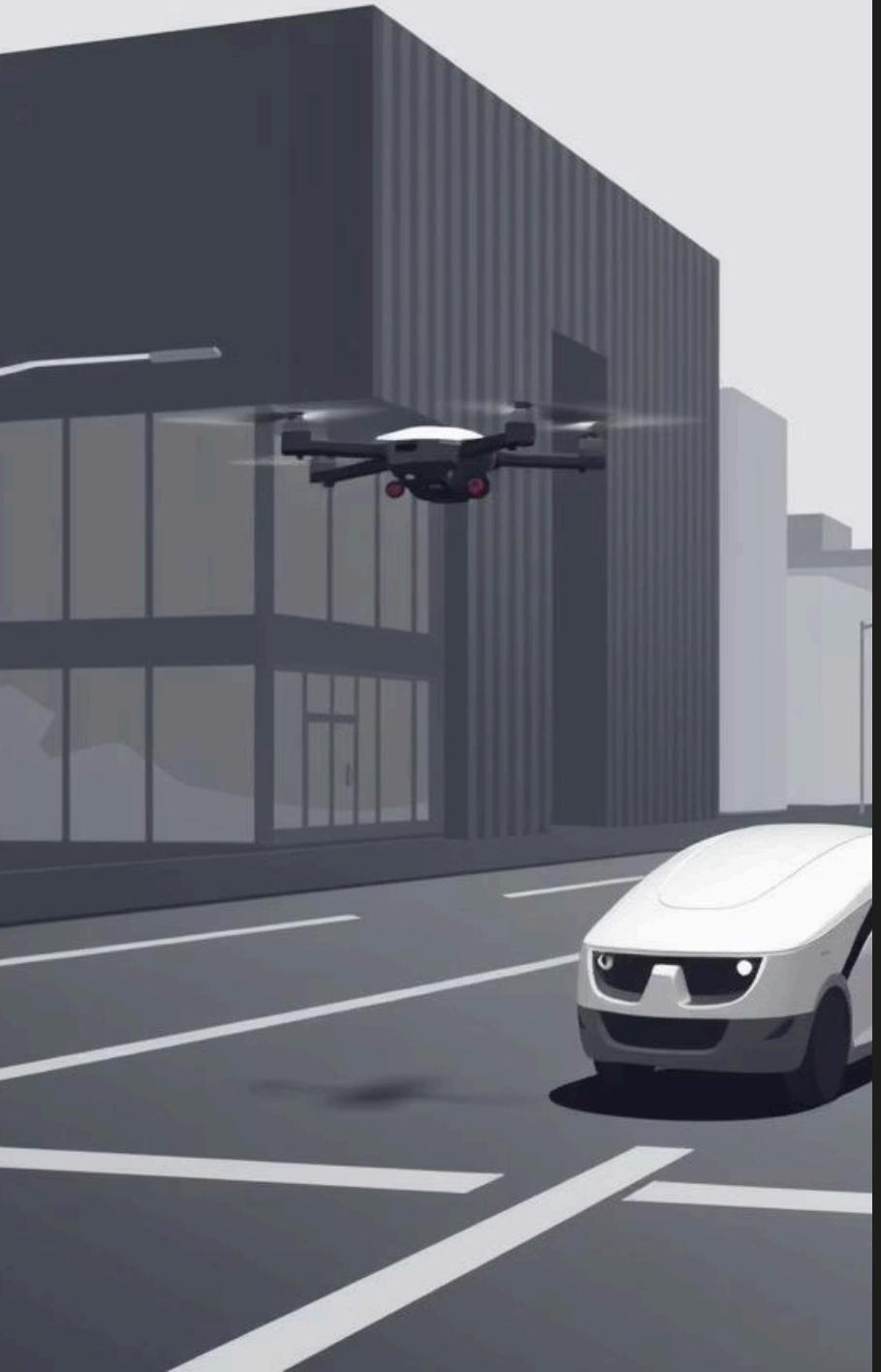
- Десктопное приложение для муниципальных служб
- Мобильное и веб-приложение интерактивной карты

## Существующие решения

Яндекс.Пробки/Google Maps - анализ автомобильных пробок

RoadBotics США - анализ состояния дорог по видео от автомобилей

# Системные возможности и масштаб



## Интеллектуальность системы

- Автоматическое распознавание дефектов с помощью нейросетей и компьютерного зрения для определения типа, размера и критичности дефекта.
- Отслеживание динамики состояния дороги во времени – система хранит предыдущие состояния для оценки изменений.
- Прогнозирование разрушения покрытия путем учета интенсивности потока транспорта, температуры, влажности, предыдущих фотографий отрезка дороги.
- Формирование оптимальных ремонтных приоритетов путем вычисления приблизительного расхода ресурсов на каждый критический дефект.

## Масштабность приложения

### Количество агентов

6 взаимосвязанных агентов, каждый выполняет специализированную роль.

### Пользователи

- Муниципальные службы: 1 диспетчер на 1 млн населения.
- Водители и пешеходы: 50-100 тыс. на 1 млн населения.
- Автомобили-автопилоты: 1000-1500 автономных ТС на 1 млн населения.

### Объемы данных

- Фиксация пешеходов: 5.000 фото на 1 млн населения → ≈10 Гб фото/день.
- Дроны: 5 дронов на 100 км<sup>2</sup>, 1 Гб с каждого → ≈5 Гб данных/день.
- Автомобили: 450 тыс. автомобилей на 1 млн населения, половина оснащается агентом, 5 Мб с каждого → ≈1 Тб/день.