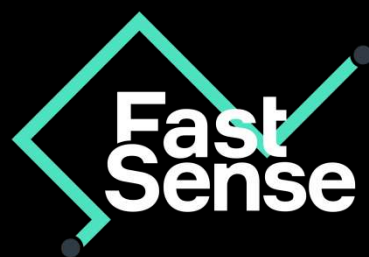


Новое поколение  
автономных дронов



**ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ С НОВЫМ УРОВНЕМ  
ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**



**ВИЗУАЛЬНАЯ ИНСПЕКЦИЯ С ПОМОЩЬЮ  
АВТОНОМНОГО ДРОНА FAST SENSE X**

### **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ**

Осмотр производственной инфраструктуры  
предприятия металлургической отрасли

## ЦЕЛЬ ЗАКАЗЧИКА

Усовершенствовать способ осуществления визуальной инспекции оборудования и конструкций объекта металлургического производства.

Необходимо выполнить осмотр в местах труднодоступных человеку, снизить риски травматизма для персонала при осуществлении работ на высоте, сократить сроки проведения осмотра, увеличить частоту осмотров.

В качестве средства достижения цели предлагается проводить инспекцию с помощью дронов, оборудованных навигационной системы Fast Sense X для автономных безопасных полетов в закрытых пространствах. Во время полетов проводится сбор фото и видеоматериалов, а также тепловизионных снимков.



## ЗАДАЧИ ИНСПЕКЦИИ

Осуществление визуальной инспекции и тепловизионной диагностики троллей в цехах холодного проката с помощью автономных дронов.

Необходимо получать высококачественный фото и видеоматериал, а также тепловизионные снимки, чтобы инженеры могли быстро выявить участки, требующие обслуживания.

В ходе инспекций необходимо выявлять следующие дефекты электротроллей:

1. Дефекты изоляторов (отсутствие, сколы, трещины)
2. Дефекты крепления изоляторов
3. Нарушения геометрии подпитывающей шины
4. Нарушения геометрии троллеи
5. Перегрев токоподводящих контактов



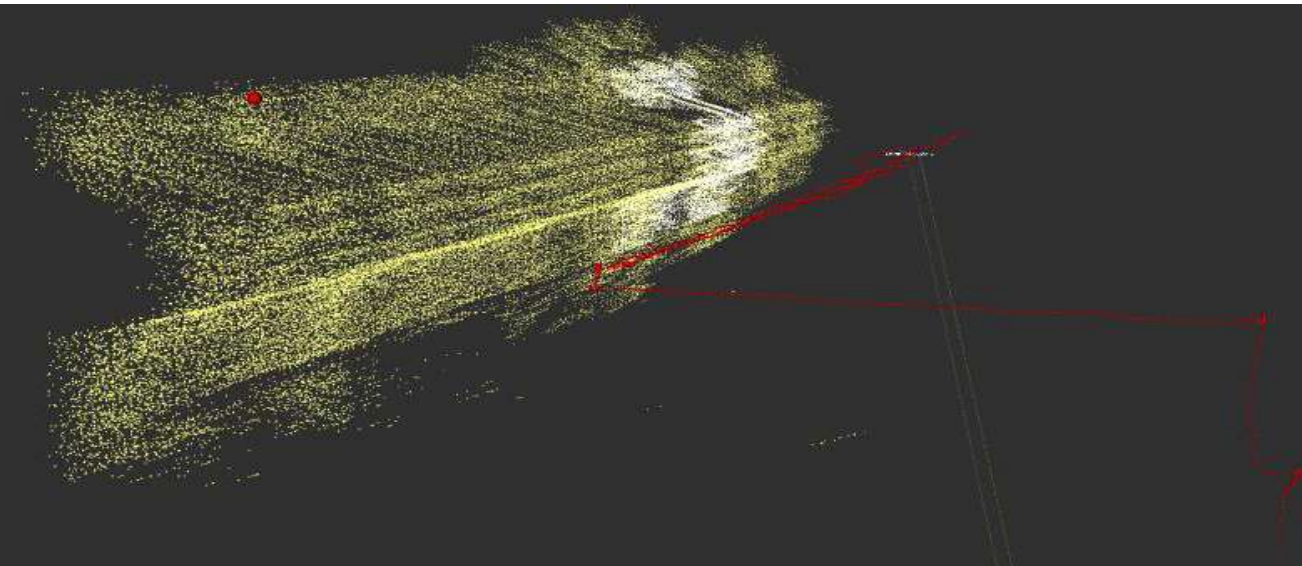
## НАВИГАЦИЯ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЯ

Для стабильного полета дрона с возможностью зависеть на месте необходимо точно определять координаты в пространстве. Вне помещений такие координаты дрон получает с помощью глобальных спутниковых систем позиционирования GPS/ГЛОНАСС. Однако, внутри помещений использование GPS невозможно и необходимо иметь другой источник позиционирования. Для полетов дроны Fast Sense X применяют принцип позиционирования **по бортовым стерео видеокамерам** с вычислением позиции дрона на борту в реальном времени.

Никаких внешних вычислительных устройств / маячков не требуется.

- Ошибка позиционирования составляет порядка 1 % от пройденного расстояния
- Ошибка позиционирования может быть скорректирована с помощью визуальных меток (QR кодов), размещенных на месте взлета/посадки, а также в местах начала/конца пролета вдоль троллеи.
- Дрон надежно видит препятствия впереди себя в секторе обзора камеры глубины на расстоянии до 6 м
- На основе облаков точек препятствий с выхода камеры глубины строится единая 3D модель пространства
- По построенному облаку точек и карте изученного пространства дрон способен возвращаться на точку старта после завершения миссии

## ПРИМЕР ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИИ



*Траектория полета дрона на основе оценки его положения в пространстве изображена красным цветом. Визуализация троллеи, как ее видит дрон во время полета, представлена в виде 3D модели, состоящей из облака точек. Белым цветом – взгляд дрона в моменте, поле камеры*

## ПОЛЕТ ДРОНА В ПОМЕЩЕНИИ

- Навигация работает без сбоя в условиях цеха.
- Дрон способен стабильно летать на расстоянии 1 м от троллеи.
- Полеты могут проводиться как на ручном управлении, так и в полностью автономном режиме.
- Наиболее оптимальный режим полета - автономный режим с возможностью

осуществления контроля за видеосъемкой и ориентацией камеры оператором.

- Дрон будет лететь автономно по заданному полетному плану. Оператор будет иметь возможность в любой момент поставить полет на паузу, например, напротив изолятора, и провести локальные маневры для осмотра точки инспекции.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИНСПЕКЦИИ

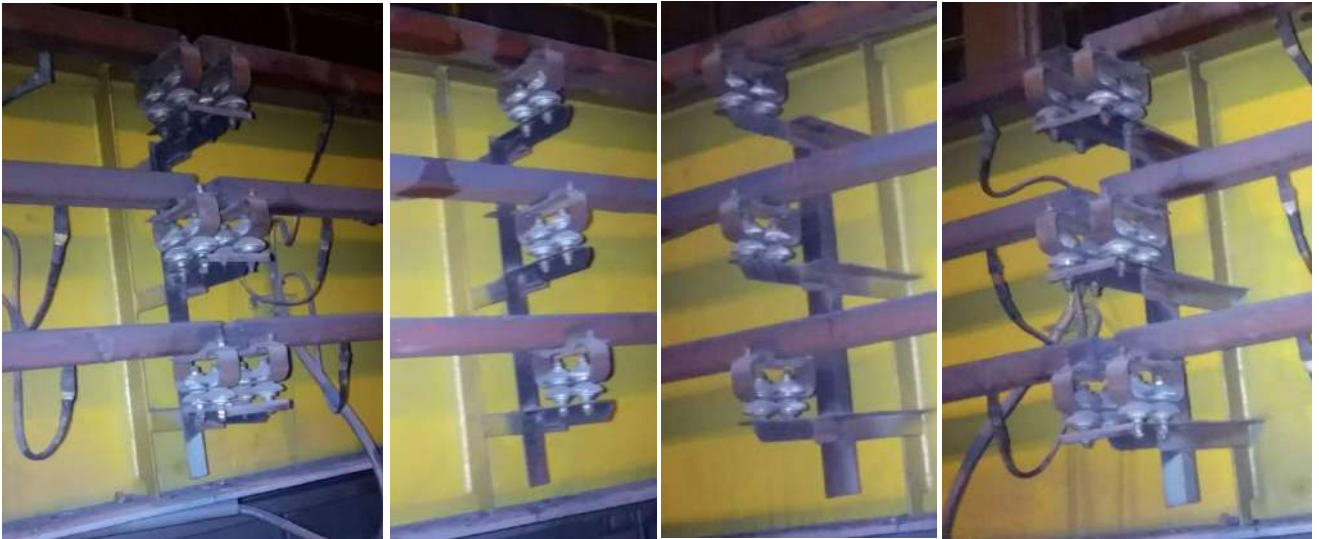
Для получения качественных фотографий использовалась камера YI4K+ с установленной на дроне LED подсветкой.



В ходе визуальной инспекции троллей были выявлены следующие дефекты:

- 1) провисание подпитывающей шины
- 2) изменение геометрия крепления изолятора.

Собранные данные помогут оперативно принять решение о критичности и срочности ремонта данного оборудования.



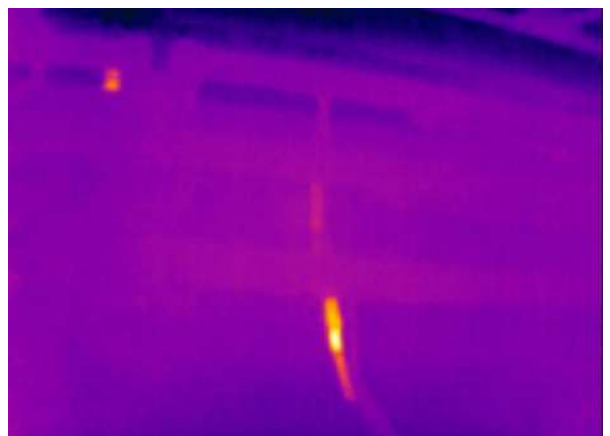
## ТЕПЛОВИЗИОННАЯ СЪЕМКА

Была проведена тестовая тепловизионная диагностика контактов подводов питания троллей во время работы мостового крана камерой FLIR DUO.

Камера не позволяет измерять абсолютные значения температур объектов в кадре. При этом, камера измеряет относительные температуры объектов в кадре.

Такой вид инспекции позволяет фиксировать превышение температуры токоподводящего контакта над температурой окружающей среды на заданную величину, используя метод сравнения с нагретым эталоном.

В ходе диагностики были зафиксирован такие проблемы, как перегрев подводящих контактов.



## ИНСПЕКЦИЯ НИКОГДА НЕ БЫЛА ТАКОЙ ПРОСТОЙ И НАДЕЖНОЙ

Система Fast Sense X это **безопасный и быстрый** способ проведения инспекций на различных промышленных предприятиях

Независимость дрона от спутниковых систем навигации, полет на компьютерном зрении

Может быть запрограммирован на полностью автономную миссию по заданному маршруту или полуавтономный полет

**Простота использования системы:** выбери задачу - запусти дрон - сформируй отчет!



**Визуальный осмотр для выявления трещин, коррозии и других аномалий**



**Тепловизионная диагностика**



**Фотограмметрия внутри помещений и 3D моделирование**



**Сбор информации о пылегазовых выбросах**

## ПРЕИМУЩЕСТВА ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНСПЕКЦИЙ ДРОНАМИ

- Оптимизация затрат
- Визуальный осмотр объектов в режиме реального времени без остановки производства
- Сбор достоверной информации в сложных климатических условиях и труднодоступных местах
- Снижение рисков аварий, угрозы для жизни и здоровья людей
- Повышение эффективности процессов и рентабельности бизнеса
- Быстрое реагирование в экстренной ситуации

# ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ



## ВЫСОТНЫЕ ТРУБЫ

Внешняя инспекция высотных труб до 250 метров: буровые вышки, факельная линия, ректификационные колонны



## РЕЗЕРВУАРЫ

Поиск трещин и коррозии на стенках, крыше сосудов и резервуаров, оценка качества очистки



## ТРУБОПРОВОД, ТРУБНЫЕ ЭСТАКАДЫ

Проверка структурной целостности + Визуальный осмотр трубопроводов + Проверка противопожарной защиты,



## МЕТАЛЛУРГИЯ

Инспекция доменных печей, котлов, градирней и дымовых труб, котлов. Внешняя инспекция высотных труб до 250 м



## ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ОТРАСЛЬ

Шахты, оборудование - шаровые мельницы, мельницы SAG и флотационные ячейки. 3D модели очистных забоев для исключения рисков обрушения



## ЭНЕРГЕТИКА

Осмотр градирней, реакторов, газовых турбин, дамб и плотин



## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЦЕХА

Осмотр производственных цехов, потолочных конструкций, проверка подкрановых балок, систем противопожарной защиты



## СКЛАДИРОВАНИЕ

Выборочные циклические проверки, сбор данных. Измерение объема сыпучих грузов



## СТРОИТЕЛЬСТВО

Инспекция кранов и мониторинг процессов в рамках строительства сооружений



## ЛЭП

Обследование ЛЭП и воздушный осмотр для выявления дефектов изоляторов, дефектов опор и арматуры.



## МОСТЫ

Автомобильные и железнодорожные мосты, мостовых балок и перекрытий, опорных конструкций, трубных эстакад



## ТРАНСПОРТ

Осмотр железнодорожных составов, самолетов и сопутствующей инфраструктуры



## МОРСКИЕ СУДА

Инспекция балластных танков



## МОРСКИЕ ПОРТЫ

Осмотр и инспекция кранов, погрузочного оборудования, проверка свай в зоне переменного смачивания



## КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ

Помещения с большим количеством препятствий и труднодоступных для обзора зон





## ТЕХНИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ

### Fast Sense Drone FS 1100

Вес при взлете	3 кг
Размеры	1100x1100x250 мм
Время полета	20 мин
Контроллер полета	Pixhawk 2.1 CUBE
Контроллер скорости	ESC T-motor F45A
Электромотор	T-motor Antigravity 4006, 360kv
Пропеллеры	MS1503 (пара), 380 мм
Батарея	Литиевая батарея 6s Li-Hv 5800 mAh

### FastSense X Autopilot System

Бортовой компьютер	Intel Nuc Core i5
Система позиционирования	Intel RealSense T265 camera
Система определения препятствий	Intel RealSense D435 camera
ПО	Fast Sense Navigation Suite

### Характеристики камеры

GoPro Hero 7	Garmin Ultra 30	SONY FDR-X3000
4K 60fps video	4K 30fps video	4K 30fps video
(1080 240 fps video)	(1080 120 fps video)	(1080 120 fps video)
12 MP	12 MP	12 MP
100 to 3200 ISO	400 to 6400 ISO	80 to 12800 ISO
HyperSmooth	Встроенная стабилизация	ZEISS® Tessar™ lens

+

Стабилизатор	аппаратный трехосевой
Подсветка	LED 3W