

# Создание системы распознавания взрывоопасных предметов для перегрузателей металлического лома (ООО «ПМХ-Втормет»)

UNIVERSITY  
OF ARTIFICIAL  
INTELLIGENCE

Руководитель проекта: Павел Белоус  
Презентацию подготовил: Даниил Савченко  
Сроки проекта: с 01.07.2024 по 30.09.2024



ПРОМЫШЛЕННО-  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ  
ХОЛДИНГ

# Постановка цели и задачи

- Разработка системы компьютерного зрения и object detection для установки на перегружатель лома.
- Обеспечение точности и надежности детекции ВОП.
- Система должна выявлять визуально опасные объекты (ВОП) в режиме реального времени и отображать их на экране для оператора.
- Основная цель проекта - помощь оператору и снижение риска пропустить ВОП при подготовке сырья (лома).

# Требования к системе:

- Система должна быть основана на технологиях компьютерного зрения и обеспечивать высокий показатель детектирования взрывоопасных предметов с камеры установленной на перегружателе лома.
- Модель должна быть обучена с использованием датасета заказчика который изначально состоял из 232 изображений и в дальнейшем был дополнен 2906 фотографиями ВОПов (3138 изображений).
- ВОПы должны быть детектированы в Bouding Box.



# Исходные данные (датасет)



**Объем базы данных:** 3138 изображений заказчика, позже дополнен 3114 изображениями из сети Интернет (6252 изображений).

**Источник сбора данных:** ООО «ПМХ-Втормет» — российская компания, которая осуществляет переработку побочных продуктов металлургических производств и выпускает из них шлаковый щебень, флюсы и металлизированные брикеты.

**Формат данных:** Датасет представляет собой набор jpeg изображений ВОПов которые необходимо классифицировать и подготовить для обучения модели.



### Детектируемые объекты:

#### 1. Элементы внутреннего сгорания:

- Двигатели внутреннего сгорания
- Автомобильные аккумуляторы
- Баллоны с горючим газом (например, пропановые баллоны)

#### 2. Масляные сосуды:

- Масляные баки
- Емкости с моторным маслом
- Масляные фильтры

#### 3. Прочие потенциально опасные объекты:

- Огнетушители
- Баллоны со сжатым воздухом или другими газами
- Емкости с химическими веществами

Эти предметы требуют особого внимания при обработке и подготовке сырья, так как их наличие в ломе может представлять серьезную угрозу безопасности.

# ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

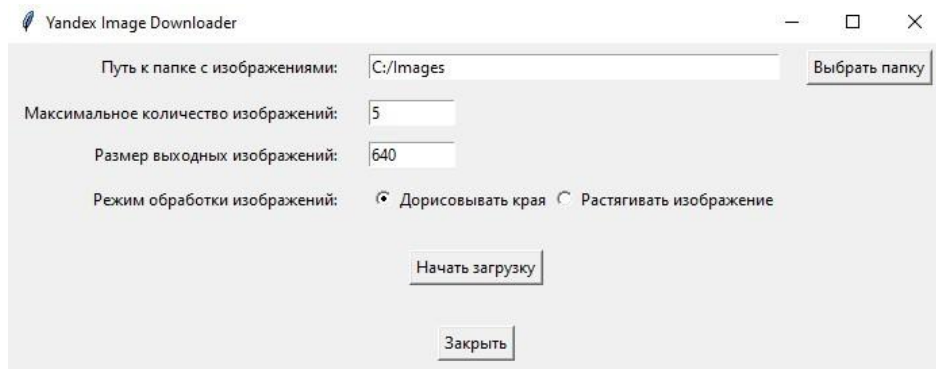
- Анализ данных технического задания заказчика
- Разработка стратегий решения задач
- Выбор методов решения задач
- Подготовка датасета для обучения модели нейросети
- Поиск эффективных гипер параметров и способов обучения модели
- Обучение наиболее эффективной модели
- Написание кода, сравнение эффективности разных методов детекции
- Тестирование и отладка кода
- Визуализация работы

# ОБОГАЩЕНИЕ ДАТАСЕТА

Изначально датасет состоял из 232 изображений.

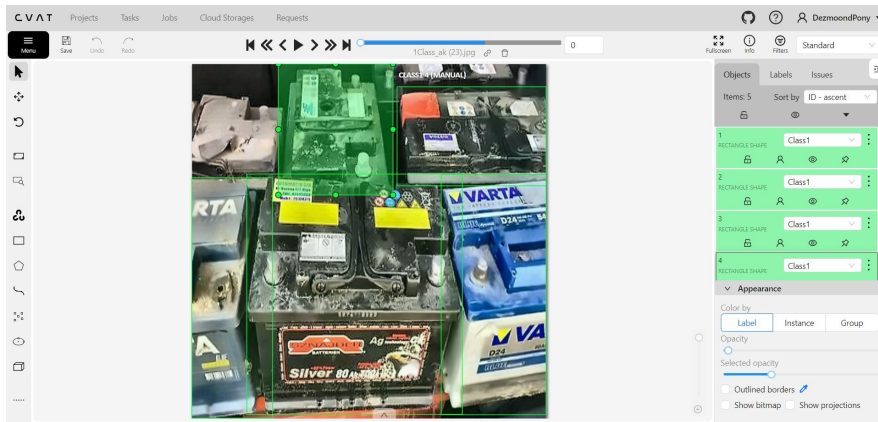
Необходимо было пополнить датасет представителями всех классов в достаточном для обучения модели количестве.

Была написана утилита для парсинга изображений в сети Интернет на сервисе Yandex.Картинки по похожим изображениям. Так как некоторые изображения сложно описать текстовым запросом так, чтобы найти много схожих изображений. Это занимало бы много времени.





# Выбор эффективного метода аннотации изображений.

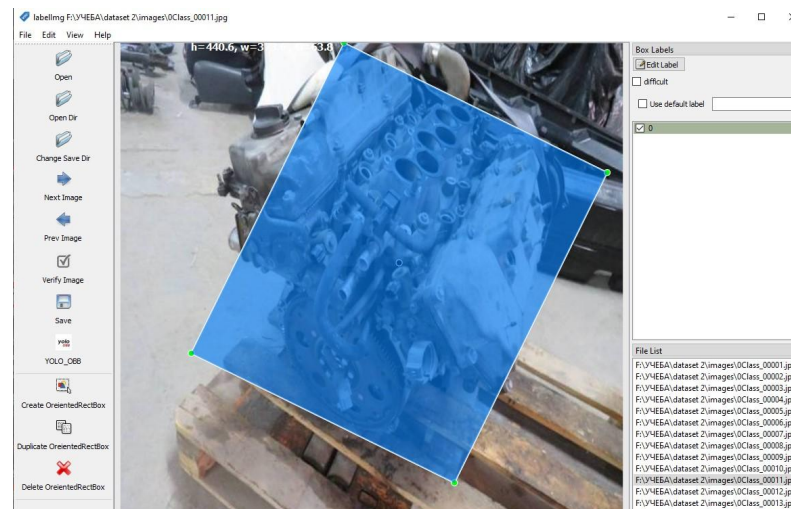


Для аннотирования была выбрана утилита CVAT. она поддерживает выгрузку в формате Bounding Box прямоугольников.

В рамках проекта стоял выбор между использованием Bounding Box (BB) и Oriented Bounding Box (OBB) прямоугольников.

Для разметки OBB была модифицирована программа LabelIMG. Написан скрипт экспорта нормализованных ориентированных прямоугольников, который конвертируется в координаты четырех точек и выгружаются.

В результате изысканий было принято решение использовать первый метод аннотирования Bounding Box.



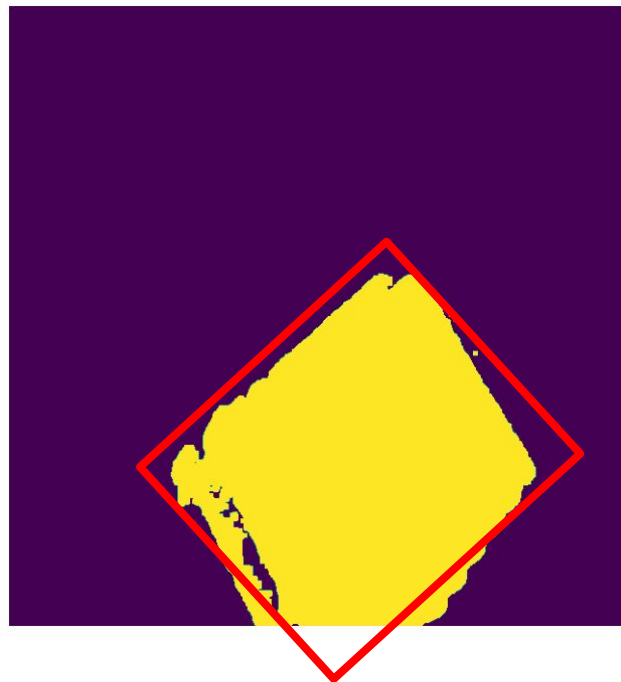


# Анализ датасета и конвертация разметки

Для анализа датасета была написана утилита с возможностью сравнения аннотаций из разных источников.

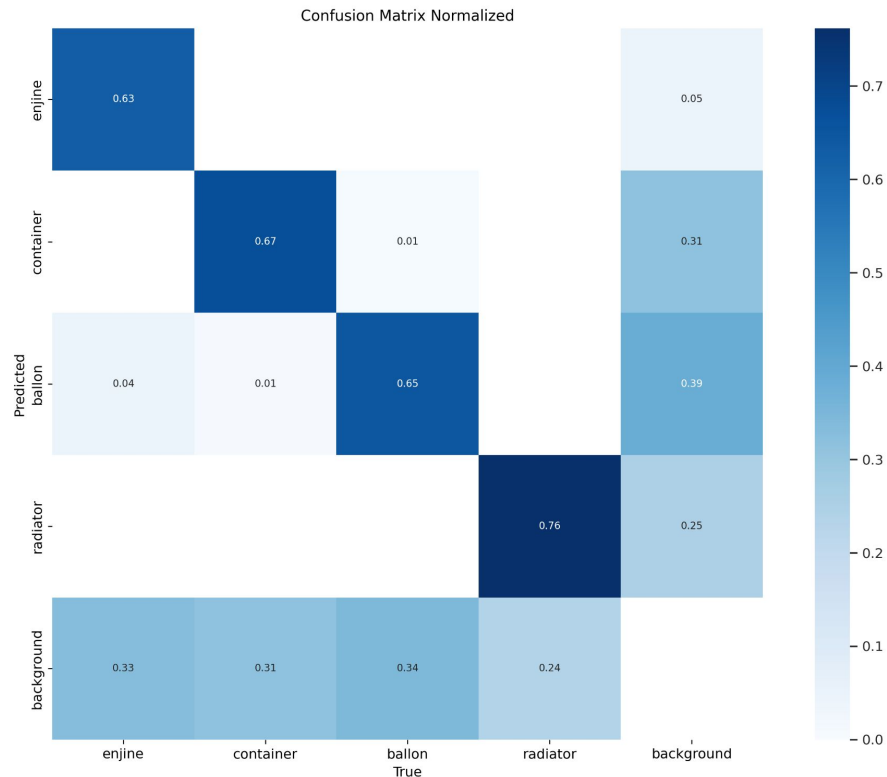
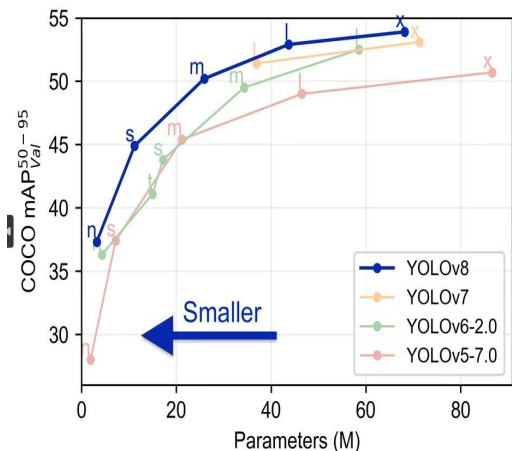


Также у утилиты есть функция конвертации BB в OBB с помощью SAM сегментации. Результат конвертации показал хорошие показатели на Precision метрике (88% на 40 эпохах обучения)



# Поиск баланса обучающего набора данных и предсказаний

Для обучения была выбрана YOLO v8m. Она обеспечивает высокую точность и скорость распознавания объектов на изображениях и видео.



матрица путаницы по итоговой модели на  
валидационной выборке

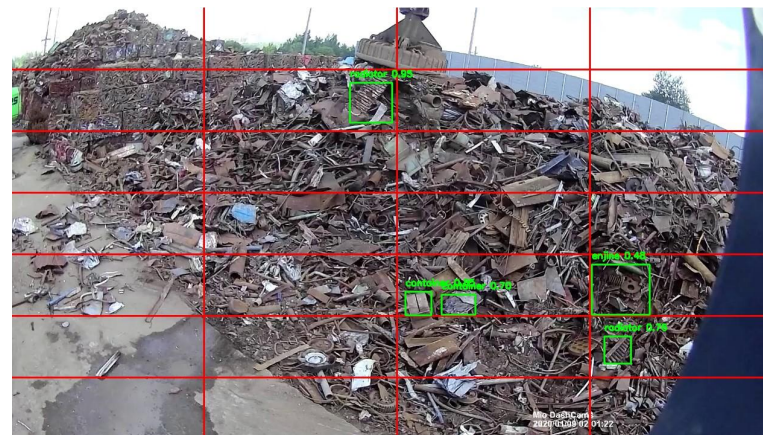
Объединение изображений датасета в мозаики показало лучший результат на предикте. Был написан скрипт для сборки мозаики 4 на 4 с соблюдением стратификации. Итоговый датасет состоит из мозаек, некоторого количества изображений с ВОПами небольшого размера на фото и изображениями без ВОПов и аннотаций.



## Детекция и трекинг ВОПов

Сложно добиться хорошего результата из за внешней схожести ВОП и не опасных объектов на большом расстоянии от камеры погрузчика.

Для наилучшего схождения модели с анализируемым видео с камеры погрузчика лома поступающее видео разделяется на сегменты с помощью библиотеки SAHI после чего анализируется нейросетью.





# Результат работы с использованием мозайки видео и без

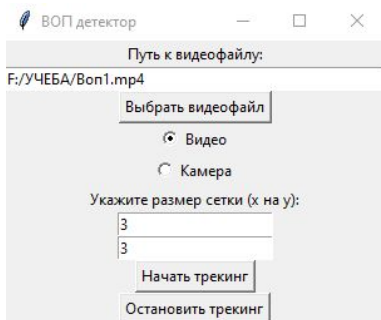


без мозайки



с использованием мозайки

# Демонстрация работы системы





# Результаты

- Обучена модель для детекции ВОП четырех классов с эффективностью Precision 0.78 на тестовом наборе данных.
- Разработаны вспомогательные утилиты для сбора, анализа и обработки данных датасетов с BV и OBB.
- Разработан скрипт для реализации предсказания ВОП с помощью обученной модели.





# Команда проекта

- **Белоус Павел** - тимлид проекта;
- **Кравченко Дмитрий Александрович** - помощник тимлида
- **Манежкин Александр Сергеевич**
- **Хвоинская Елена Михайловна**
- **Лакошко Антон Станиславович**
- **Волохов Александр Александрович**
- **Голованов Артём Алексеевич**
- **Аборкин Павел Сергеевич**
- **Бычков Антон Александрович**
- **Голдобина Влада**
- **Ценина Екатерина Владимировна**
- **Игнатьева Елена Михайловна**
- **Каштанов Никита Сергеевич**
- **Гилёв Александр Викторович**
- **Аттаев Заур Саидович**
- **Надич Денис Николаевич**
- **Савченко Даниил Сергеевич**
- **Солошенко Сергей Анатольевич**
- **Елизаров Константин Геннадьевич**
- **Лукашина Евгения Игоревна**
- **Хлюпин Павел Александрович**
- **Гараев Тимур Фаритович**
- **Винокуров Дмитрий Алексеевич**
- **Баранов Константин Вадимович**
- **Кортунова Екатерина Николаевна**