



Одна камера хорошо, а много - лучше:
масштабируемый анализ процессов Северстали
при помощи компьютерного зрения в цехах, на
фабрике, в карьере и в шахте.

 Олег Карташев, «Северсталь Диджитал»

 20 мая 2025 г.



Шахта: засорение рудоспусков



Цель: Обнаружить негабариты или засоренность рудоспуска.
Минимизировать повреждения рудоспусков

Добыча руды

- 9 рудоспусков
- Определение крупных предметов
- Определение процента забитых ячеек

Эффект: время простоя рудоспусков за пилотный период снизилось на 30%



Модель



Детектор полного рудоспуска



Фиксированные
зоны ячеек
рудоспуска

Зона для
детекции
негабаритов

Детектор негабаритов



Проблемы с которыми столкнулись



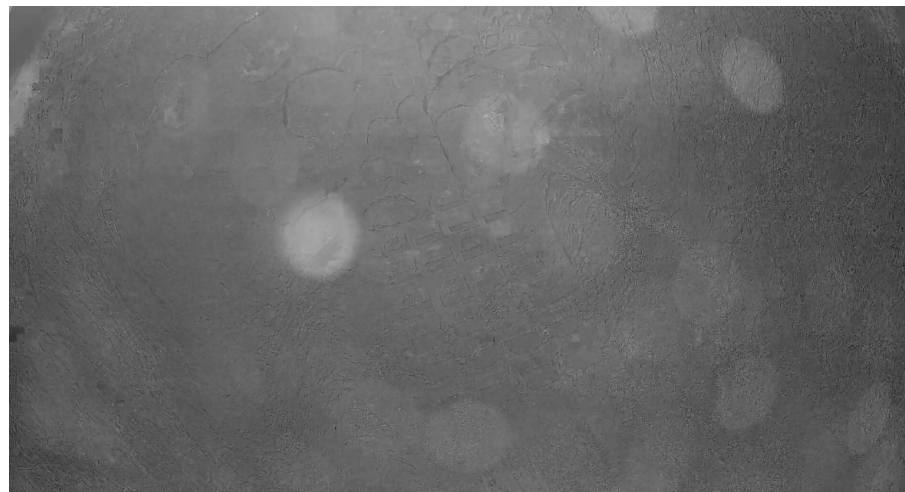
Перекрытие рудоспуска техникой



Решение: обучен классификатор на перекрытие + алгоритм на движение

Техника может сбить камеры → координаты рудоспуска для восстановления ракурса

Отсутствие освещения или засветы от фар



Решение: Добавлены метрики, оценивающие качество изображения

Проблемы с которыми столкнулись



Разные камеры – одно решение



Северсталь Диджитал | Стальной взгляд

Все проекты

ЯГОК

КСМ ГПМ

КСМ ЖД

Рудоспуски

Выберите статус:

Выберите название камеры: Не выбрано

Выберите дефект: Не выбрано

ПРИМЕНИТЬ

ПЕРЕЙТИ В РЕЖИМ ОПЕРАТОРА

Обнаружен негабарит ID события: 10038 21.02.2024, 18:06:47 Имя камеры: Камера контроля решетки рс №4бис Текущий статус: Новое ПРИНЯТО ЛОЖНОE	Рудоспуск засорен ID события: 10035 21.02.2024, 17:45:38 Имя камеры: Камера контроля решетки рс №5бис Текущий статус: Новое ПРИНЯТО ЛОЖНОE	Рудоспуск засорен ID события: 10034 21.02.2024, 17:44:27 Имя камеры: Камера контроля решетки рс №29 Текущий статус: Новое ПРИНЯТО ЛОЖНОE	Рудоспуск засорен ID события: 10033 21.02.2024, 17:14:00 Имя камеры: Камера контроля решетки рс №4 Текущий статус: Принято ДАННЫЙ СТАТУС КОНЕЧНЫЙ
Обнаружен негабарит ID события: 10032	Рудоспуск засорен ID события: 10031	Рудоспуск засорен ID события: 10030	Рудоспуск засорен ID события: 10029

Разработано ООО "Северсталь Диджитал"



Фабрика: дефекты конвейерных лент



Цель: Обнаружить дефекты конвейерных лент, в т.ч. редкие
Привязать дефекты к месту на ленте

Производство окатышей

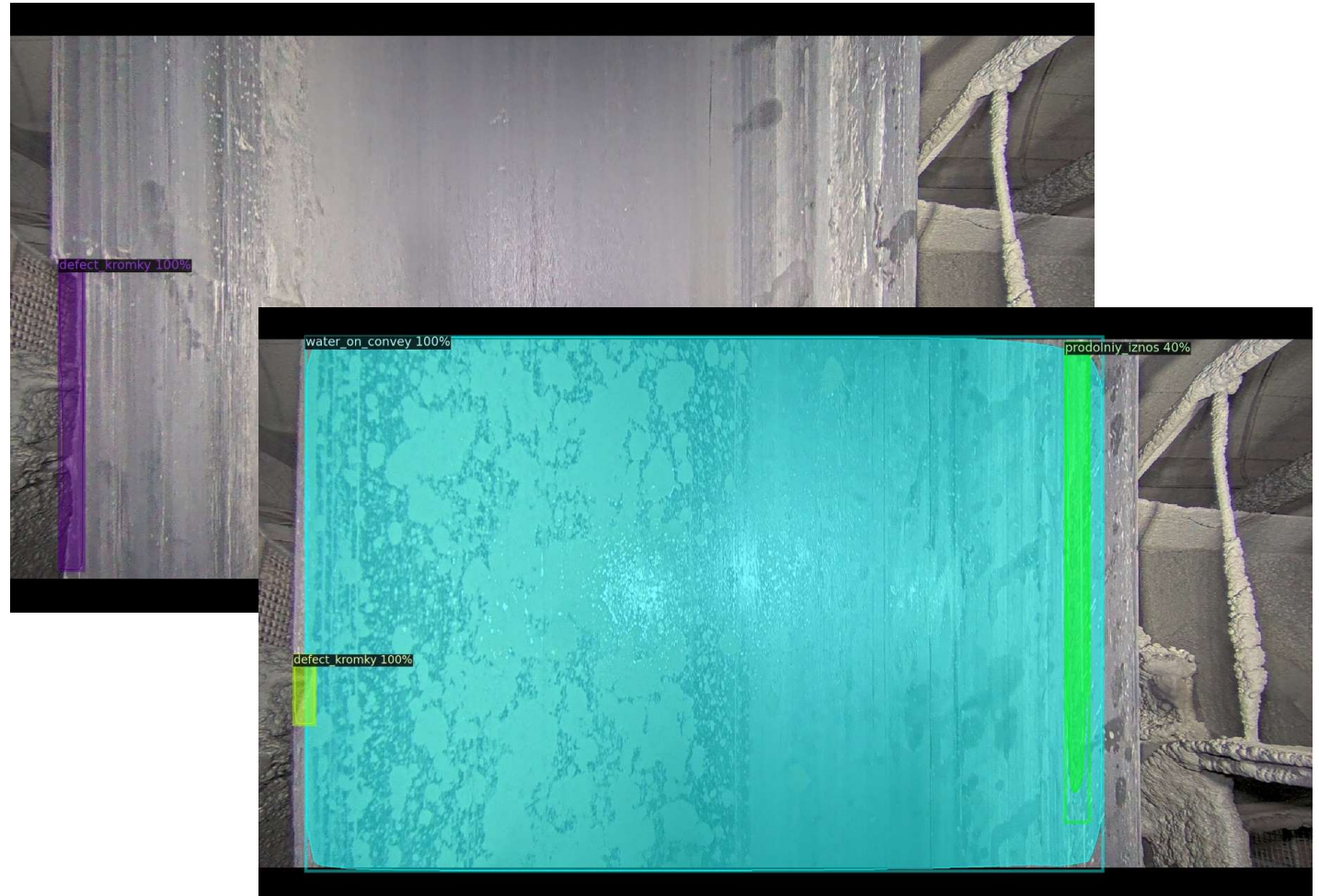
- 10 конвейеров
- 8 классов дефекта
- 3 из них не встречались под камерой и еще 1 с небольшим числом примеров





Пример: ресурсный актив

- 1 конвейер
- 7 классов дефектов
- Порез и корд не имеют реальных примеров, снятых на камеру
- Пробоев очень мало в наборе данных
- Синтетические данные для редких или отсутствующих дефектов
- Детектор аномалий для сбора данных



Пример: доменное производство



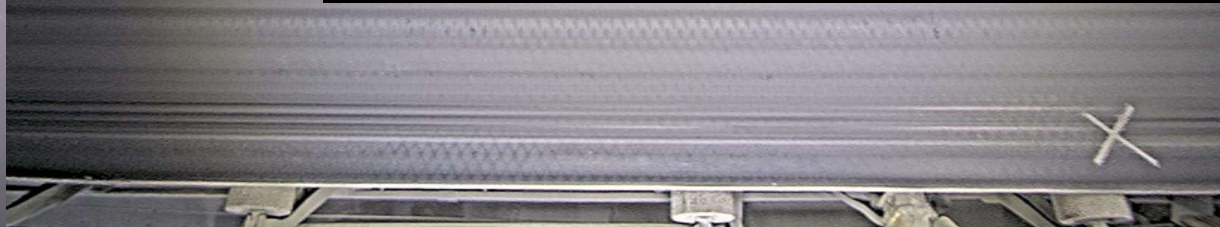
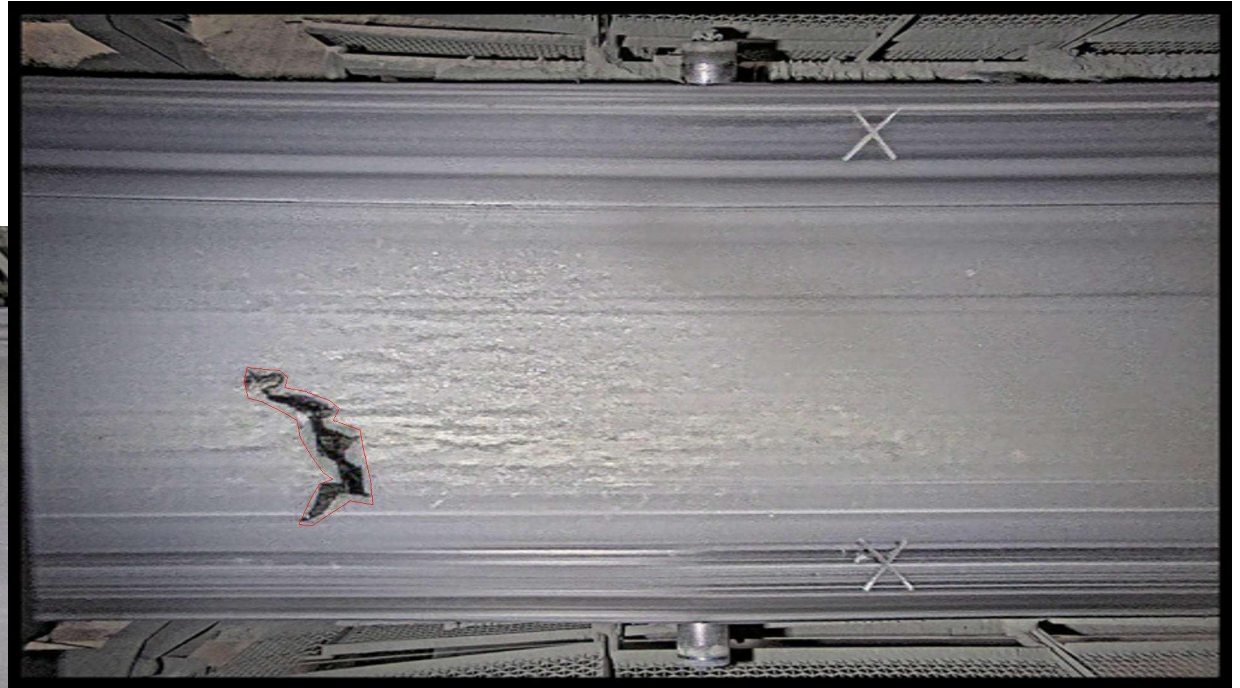
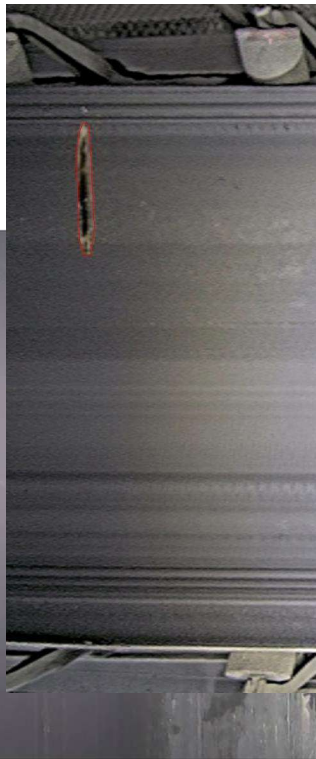
- 1 конвейер
- Модель, обученная на определение посторонних предметов может определять и нетипичные паттерны такие как дефекты





Синтетические данные

- Редкие дефекты собираются с фото и из интернета
- Затем вписываются в фон с целевых камер





**Карьер:
наличие зубьев**

Мониторинг наличия зубьев ковша экскаватора



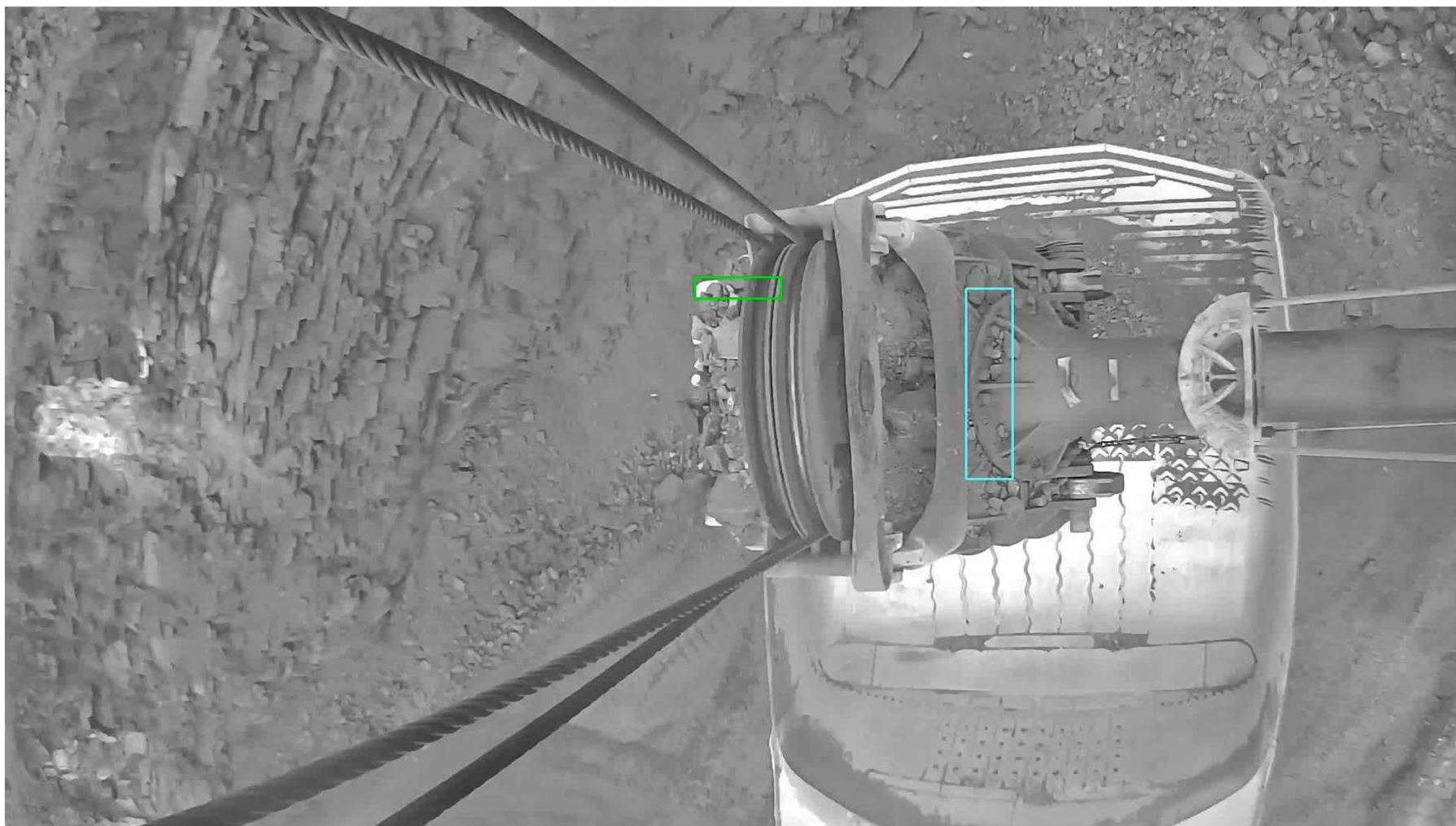
Цель: оперативное определение наличия или отсутствия коронок ковша экскаватора, оповещение машинисту экскаватора.

Добыча руды

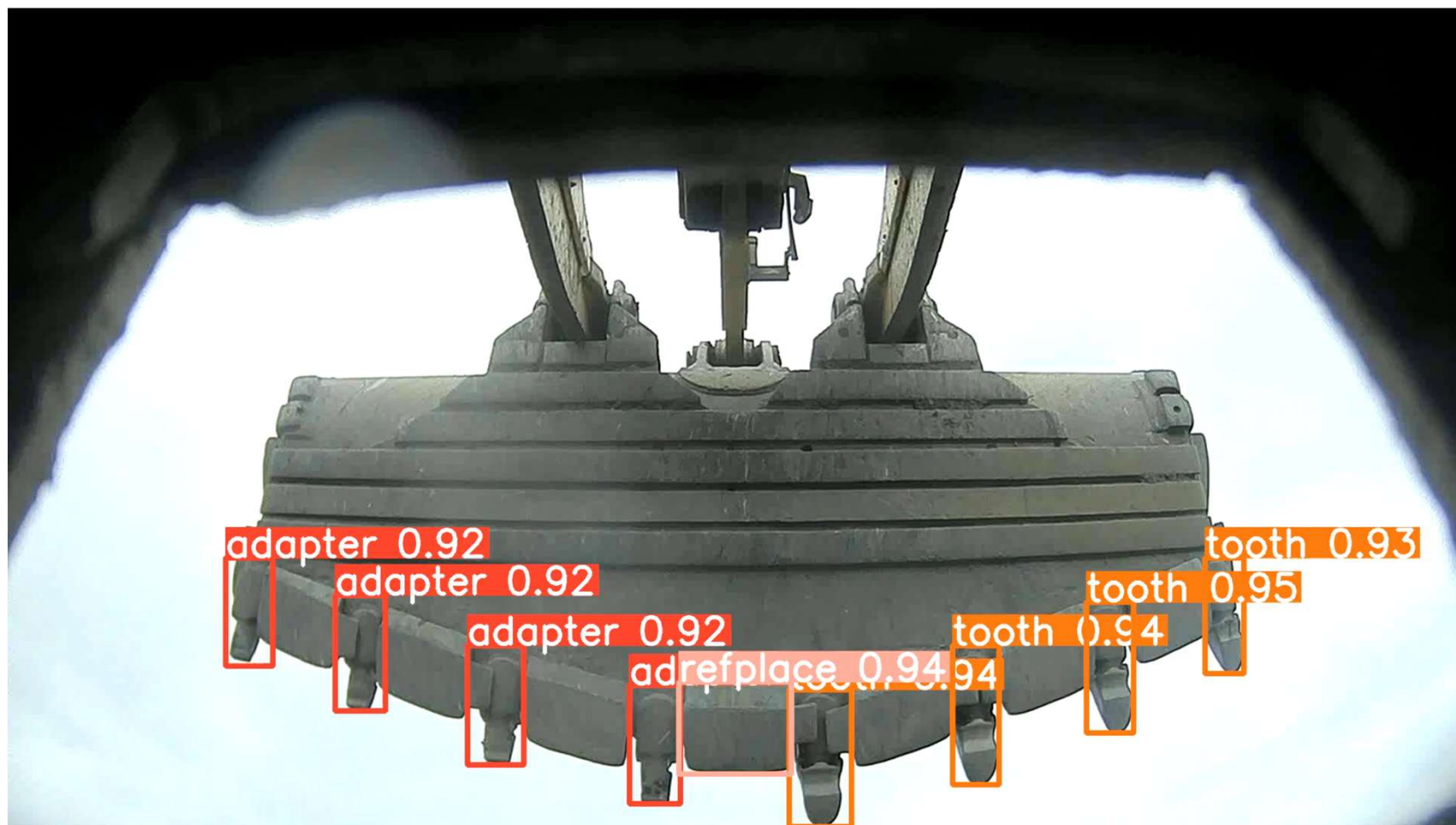
- 16 точек контроля
- ЭКГ 10, 15, 20, погрузчики
- Предотвращено 5 попаданий зубьев
- Ни одного простоя по причине попадания зубьев с момента внедрения
- Вычисления на транспорте
- Private LTE



Мониторинг наличия зубьев ковша экскаватора ЭКГ15



Проверка гипотезы: мониторинг наличия зубьев ковша погрузчика



Проверка гипотезы: мониторинг наличия зубьев ковша погрузчика





Цеха: неисправности конвейеров

ТОиР: определение расшплинтовок, трещин, обрывов цепей

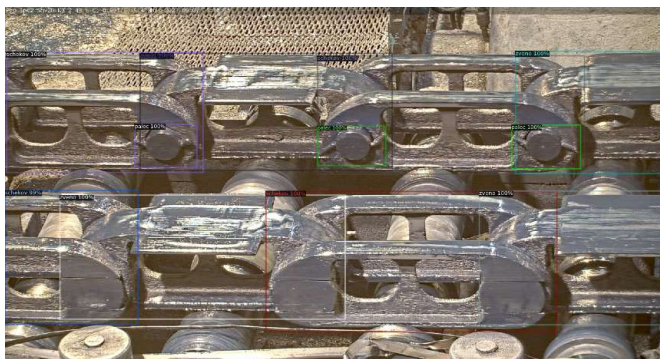


Цель: предотвратить поломки цепного конвейера, снижая простои прокатного стана



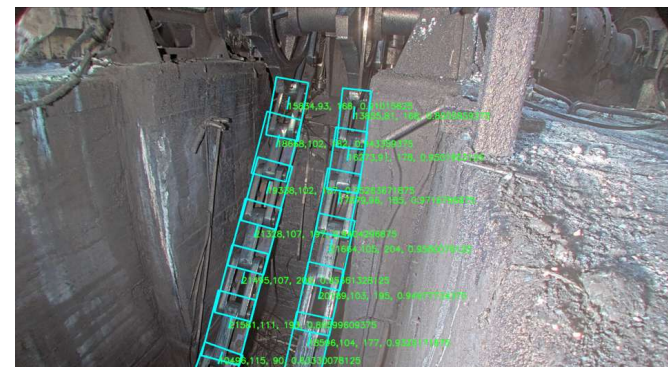
Детектор расшплинтовок и трещин

- Цепь ломается либо при отсутствии шплинтов, либо при развитии трещин
- 192 простоя за 3 референсных года из-за расшплинтовок
- Только 8 примеров трещин за 3 года
- 13 конвейеров, 26 камер



Детектор обрывов цепи

- Когда цепь рвется, нужно проинформировать оператора или остановить конвейер.
- Чем позднее останавливается конвейер, тем больше времени тратится на вытаскивание цепи
- Только 4 примера обрыва на начало проекта
- 13 камер



Детектор расшплинтовок

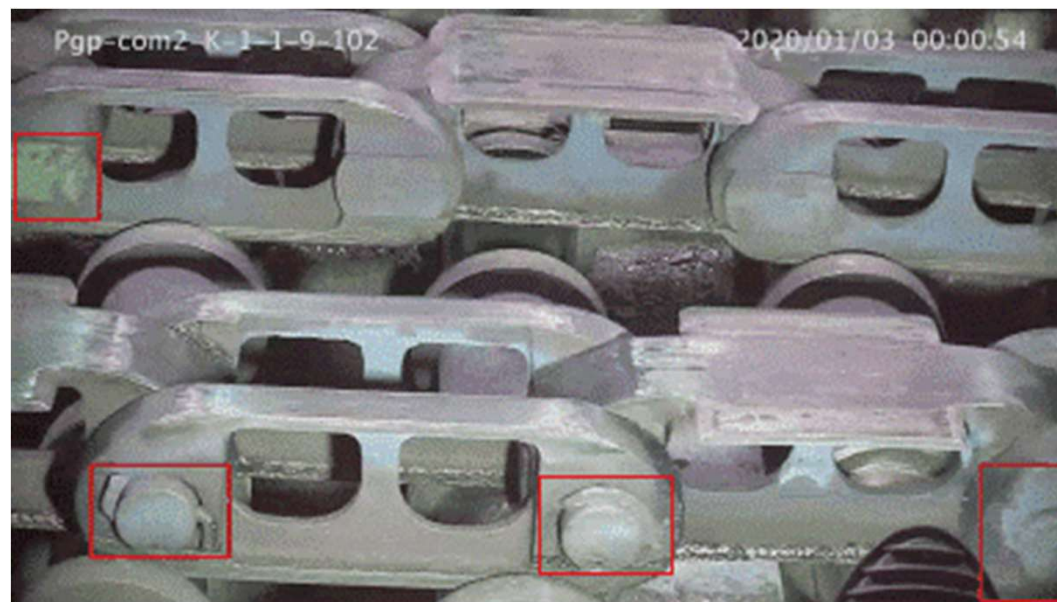


Цель: Своевременное обслуживание пальцев цепи.
Оперативное отслеживание трещин

Задача: детектировать «расшплинтовку» пальцев и трещины звеньев, сообщать оператору

Структура решения:

- Детектор пальцев
- Трекер слежения за объектами для устранения дублей
- Классификатор наличия расшплинтовки
- Определение обрывов цепи если количество пальцев меняется
- Определение трещин звеньев цепи



Детектор обрыва цепи



Цель: Снизить последствия от обрыва цепи за счет своевременного уведомления оператора

Задача: детектировать обрыв цепи под конвейером и сообщать оператору для остановки

Система позволяет:

- Обнаружить звенья цепи
- Определить аномальные положения или размеры звеньев
- Определить отсутствие звеньев в какой-либо из цепей
- При обнаружении событий – выдать сигнал операторам для остановки конвейера

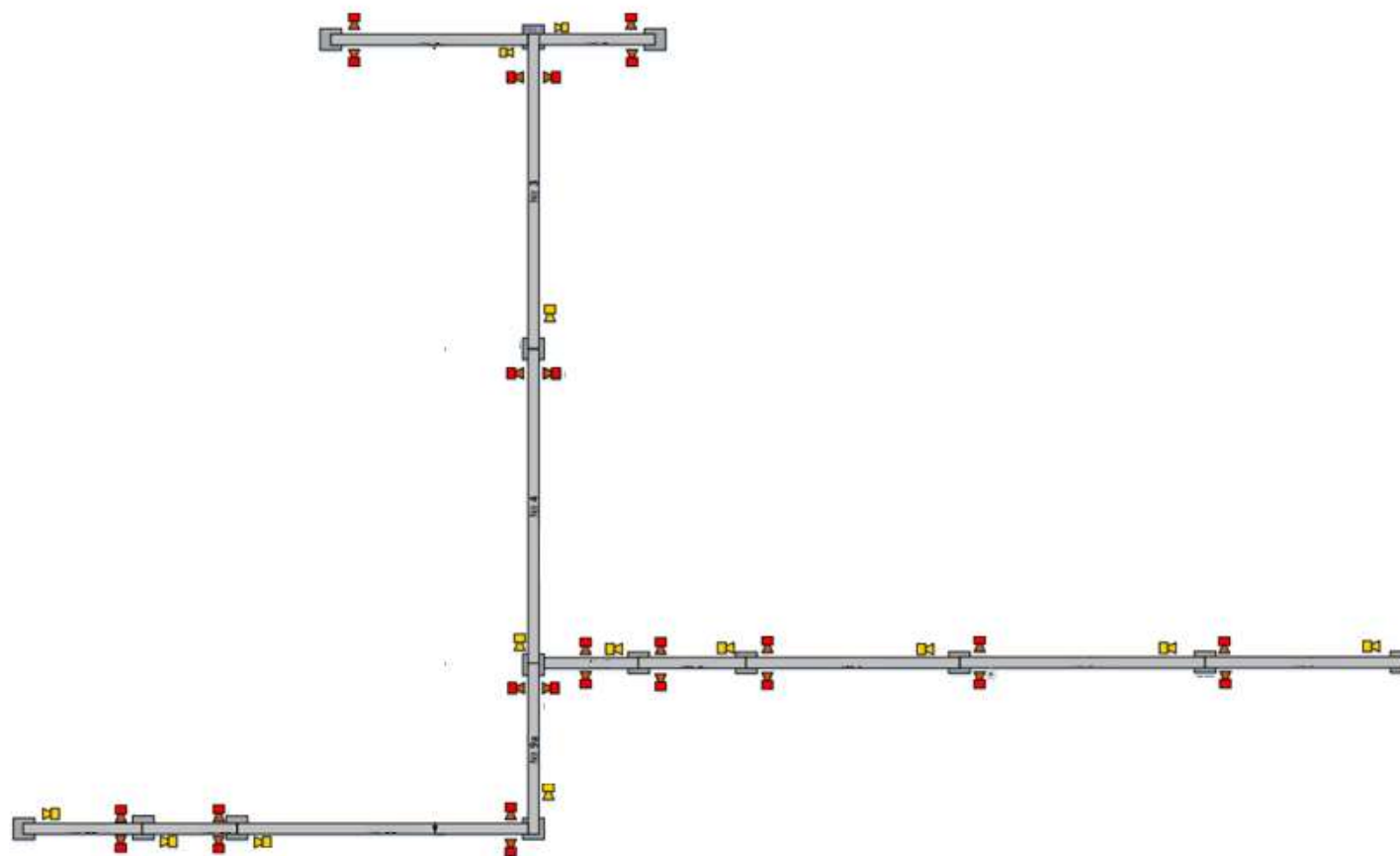


Масштабирование



39 камер

- Камеры подключены в центральную систему видеонаблюдения
- Единый ракурс для камер
- Централизованный сбор данных и обработка на GPU-серверах



Взаимодействие и результаты



Объем осмотра цепей в ППР - более 2 километров цепей и более 5000 звеньев.

За референсные 8 месяцев обнаружено и устранено по сигналам от системы:

- 60 расшплинтовок
- 4 трещин звена
- один порыв цепи

Это сократило простой стана 2000 на 7 часов

The screenshot displays a software interface for monitoring conveyor chain defects. The interface is in Russian and includes the following elements:

- Top Bar:** Contains tabs for "Предикты" (Predictions) and "Журнал" (Log). It also shows a status bar with "Связь с моделью" (Connection to model) and "Новых событий: 387 шт" (New events: 387 items).
- Left Panel:** A list of conveyor sections (КОНВЕЙЕР) and their status. The list includes sections №1 through №12, with some sections marked with red circles indicating defects. For example, section №3 has 15 defects, №5 has 8, №8 has 336, №10 has 17, and №11 has 2.
- Main Area:** Displays detailed information about specific defects. The top section shows "Трещина звена" (Chain link crack) with details such as the date and time (31 янв., 15:17:22), the side (Сторона: правая), and the conveyor number (Конвейер: №5). Below this, there is a section titled "Расшплинтовка (336)" (Disassembly) showing five images of disassembled chain links. Each image is accompanied by a label "Расшплинтовка" and a unique ID (e.g., 32467740, 32467739, 32467738, 32467737, 32467736). The labels also include the date and time (3 февр., 09:23:48, 32467739, 32467738, 32467737, 32467736), the side (Сторона: левая, Сторона: правая), and the conveyor number (Конвейер: №8).
- Bottom Bar:** Contains buttons for "Принять" (Accept) and "Отклонить" (Reject) for each defect entry.