



Северсталь

# Компьютерное зрение в металлургии: когда низко висящие фрукты уже собраны



Олег Карташев, руководитель отдела CV



12.11.2024

Северсталь 

Сбор урожая







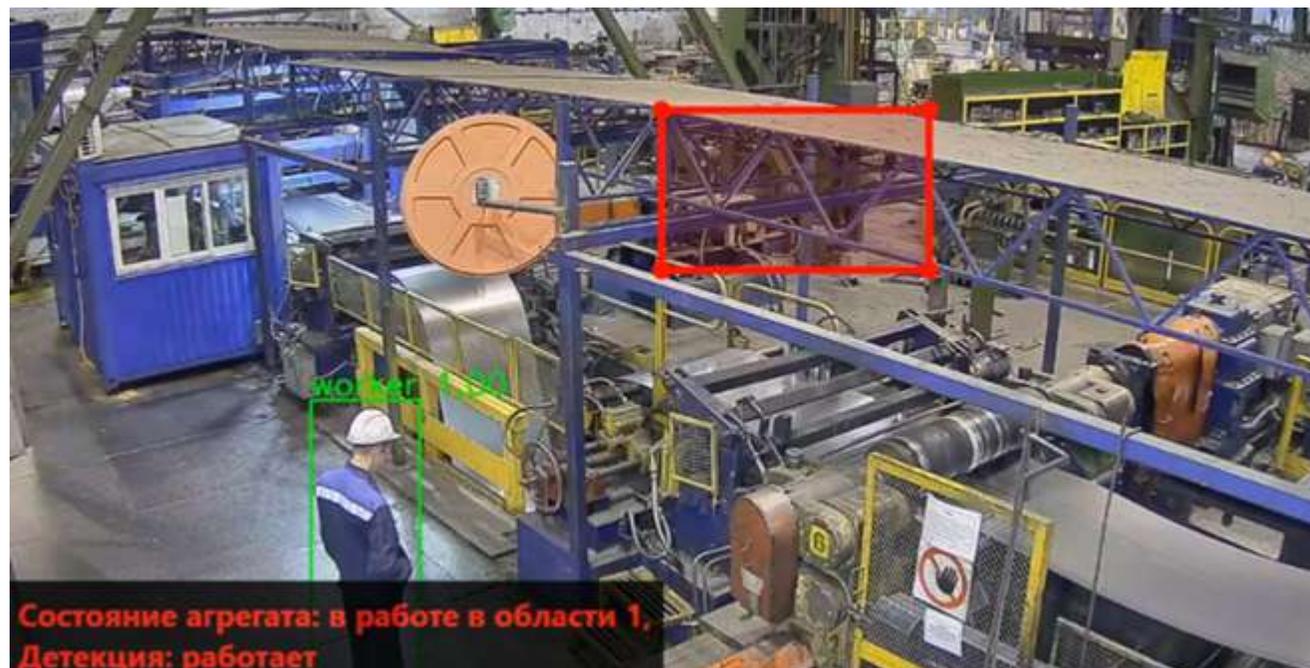
Задачи, ставшие классикой



## Детекция людей в опасной зоне и оповещение ответственных

Система контролирует наличие персонала в поле зрения камеры. При пересечении опасной зоны при включенном агрегате (либо другом подтверждающем сигнале) возможны следующие варианты:

- Оповещение на почту
- Световая сигнализация
- Сигнал на остановку в ОРС
- Сообщение в системы слежения





## Мониторинг времени присутствия людей на площадке

Система отслеживает появление людей, агрегирует признак наличия людей в рабочей зоне.

Строится отчет о наличии сотрудников за произвольный период времени



Сотрудники выполняют работу



Сотрудник не в рабочей зоне



## Контроль наличия СИЗ на работниках при нахождении в опасной зоне

Система определяет наличие специальных респираторов.

Человек может находиться вне опасной зоны без СИЗ

Чтобы определять нарушение только один раз для одного человека, человек прослеживается



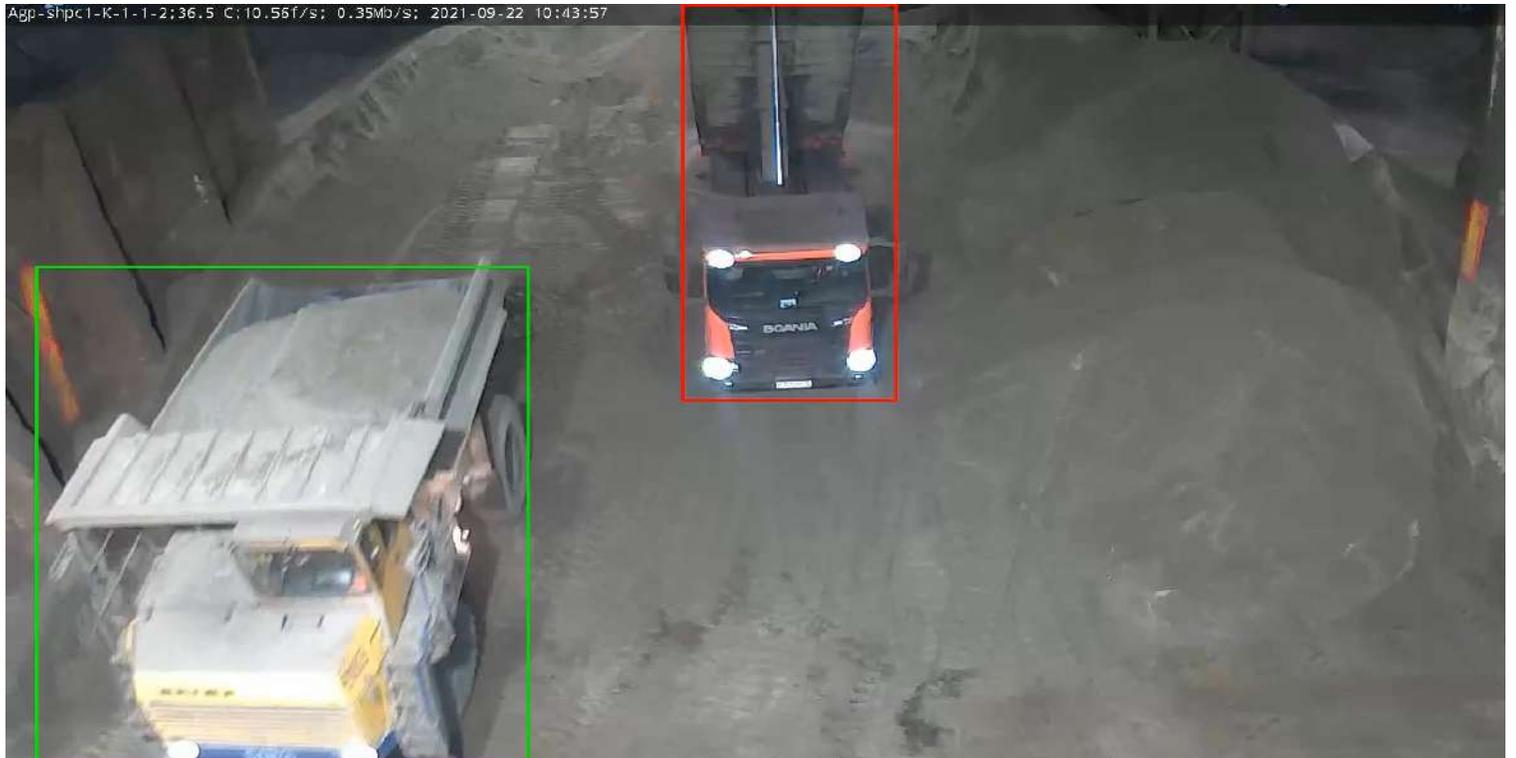


## Нахождение персонала и техники зоне склада, подсчет количества техники

Система контролирует:

- Количество единиц техники разного вида в данном цеху
- Пересечение кабиной грузовика оранжевой линии (опасное действие);
- Наличие персонала

В случае опасного действия выдается оповещение по почте и в интерфейсе пользователя.





## Определение номеров телег / вагонов

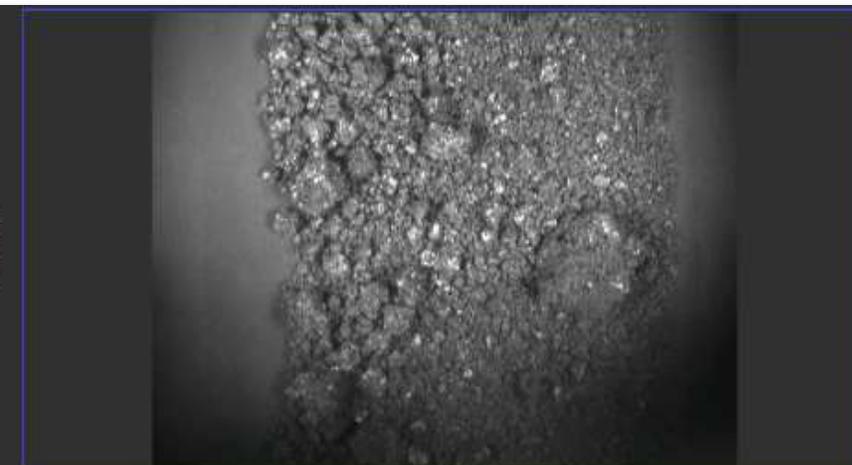
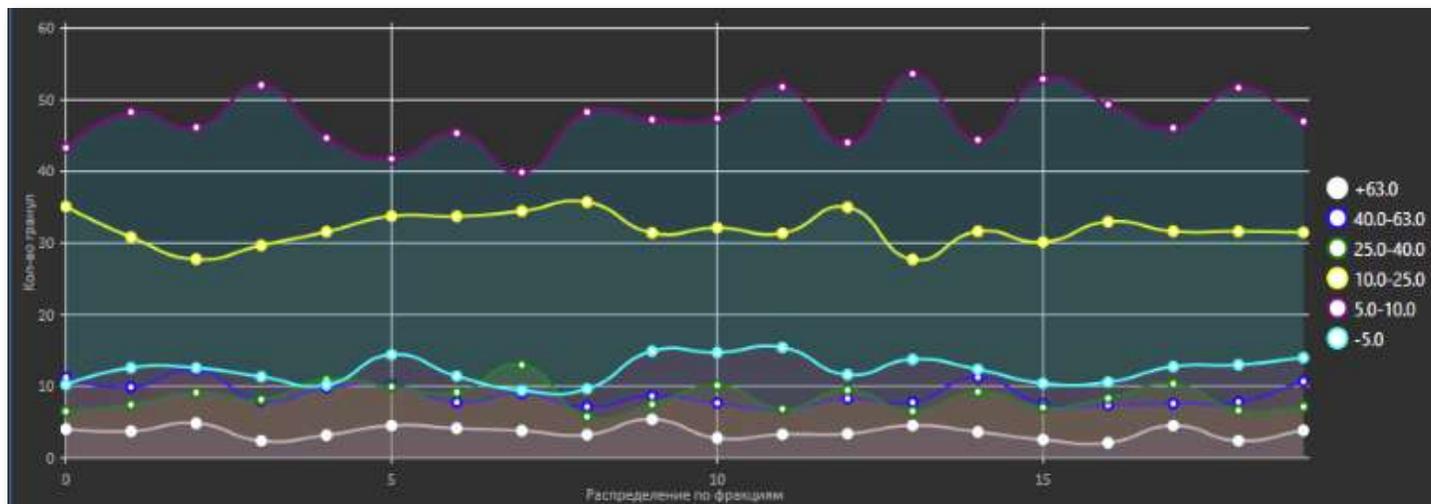


58437658

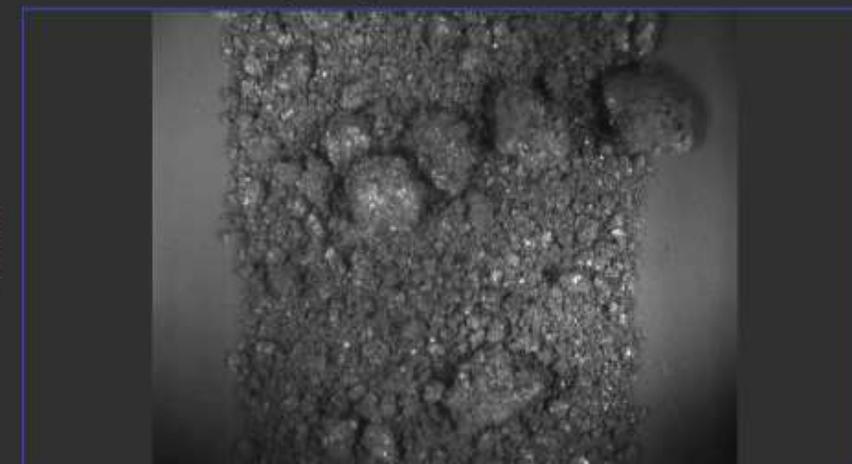
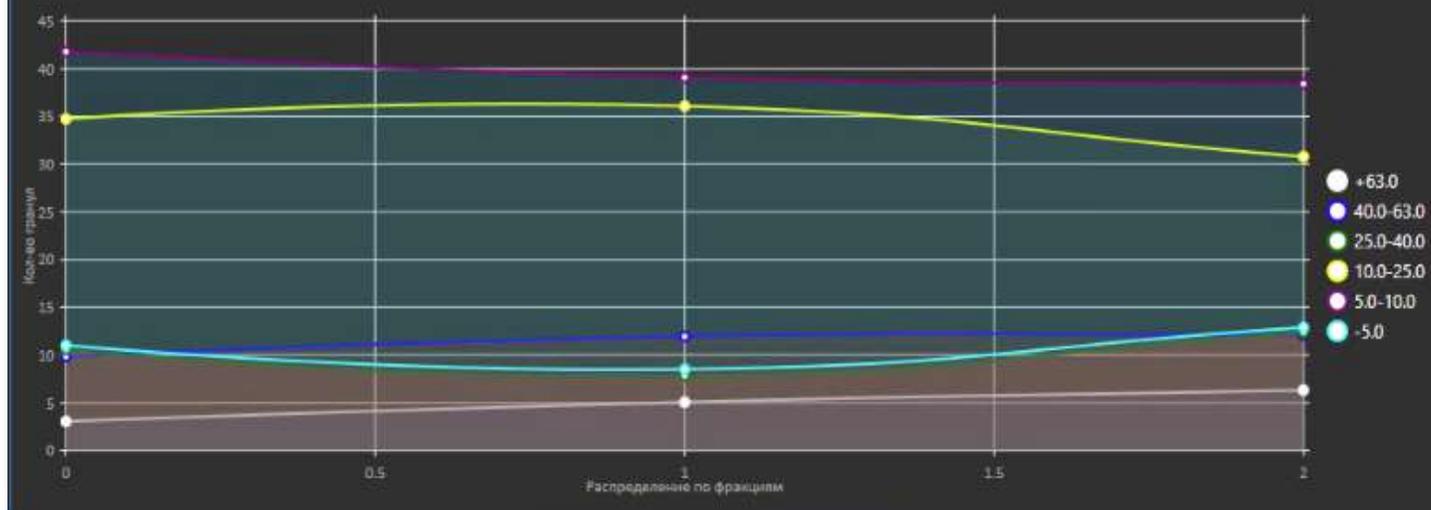
# Определение негабаритов



# Гранулометрия



Камера конвейера 200-CV-02



Камера конвейера 200-CV-09

Северсталь 

Задачи со звездочкой

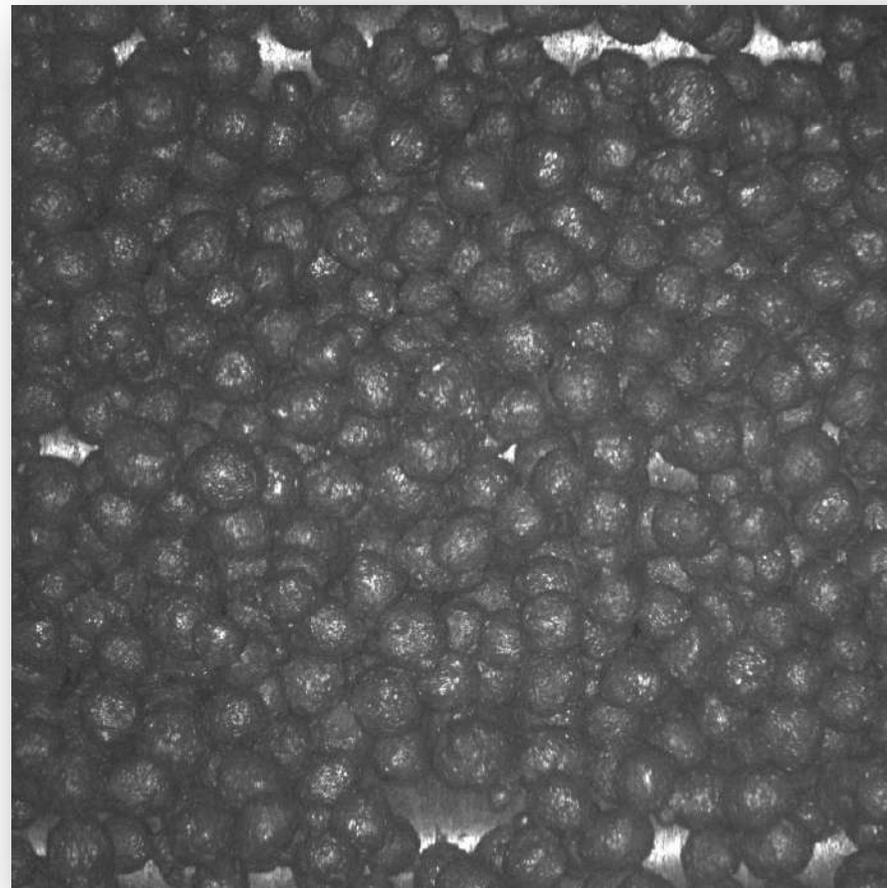


# Окомкование

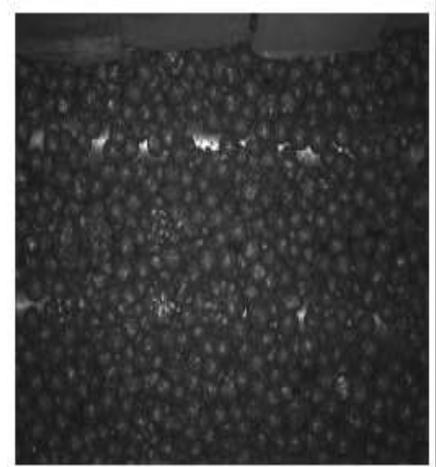
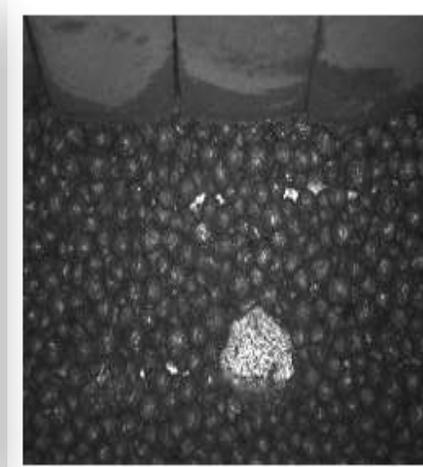
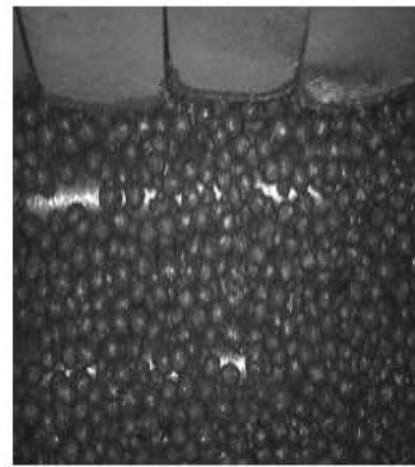




Низкая периодичность и большая задержка в лабораторных анализах



Необходимы данные в онлайн

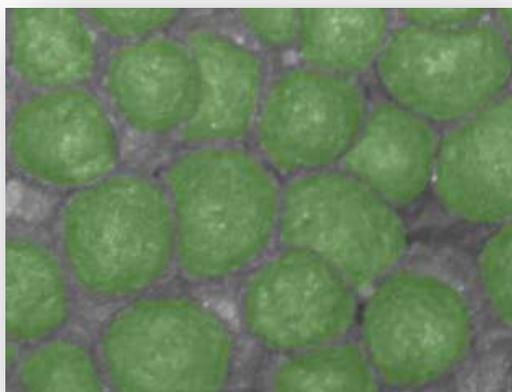


1. 6 камер, место установки (отметка – 1)
2. Разрешение: **1600 x 1200 / 1000 x 1000, RGB, ч/б**
3. Изображения поступают с периодичностью 1 кадр в 30 секунд
4. Освещение: светильник дополнительный у камеры
5. Периодически производится отбор проб из (отметка **2**) для лабораторного анализа



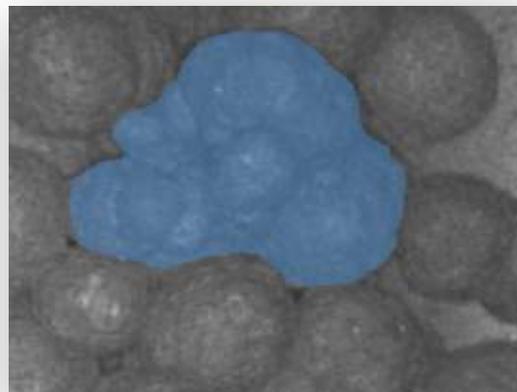
nice – хорошие

Округлая форма, без включений и налипаний



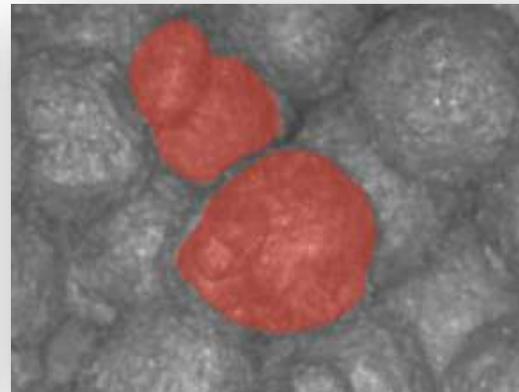
joint – сплавленные

Слипшиеся



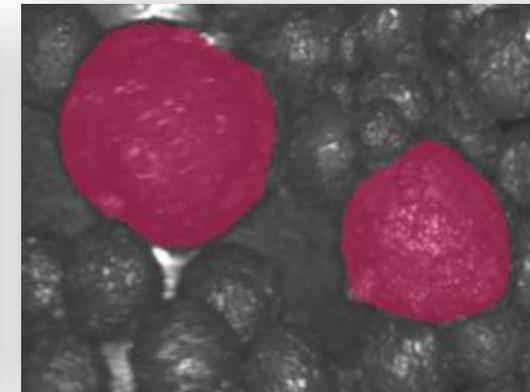
ugly – мерзкие

Бесформенные, с налипанием

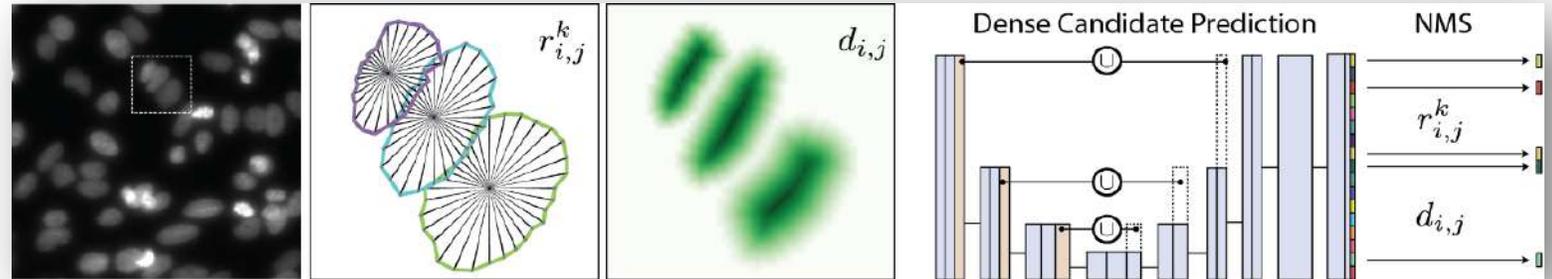


big – камни

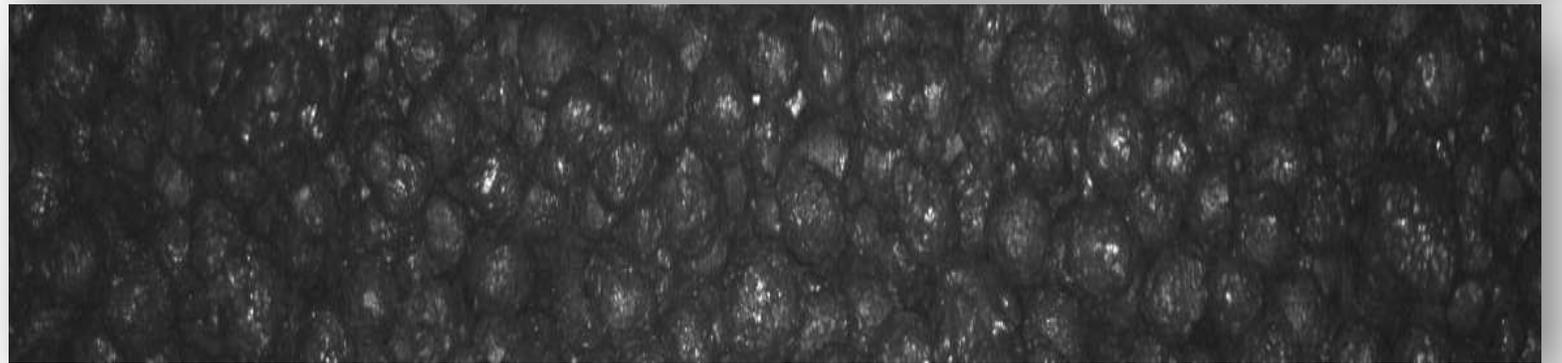
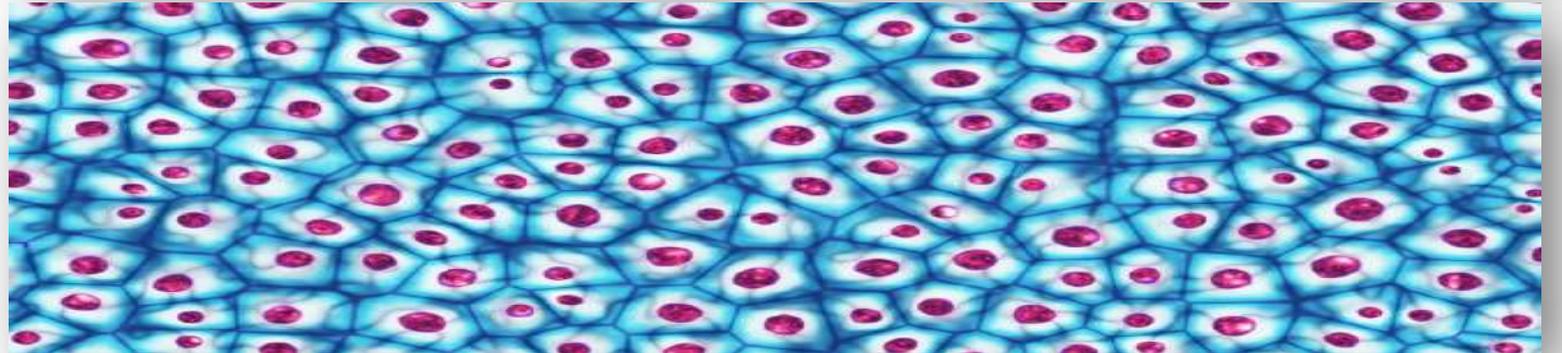
Камни или крупные окатыши



# Алгоритм StarDist: детекция на основе звёздно-выпуклой оболочки

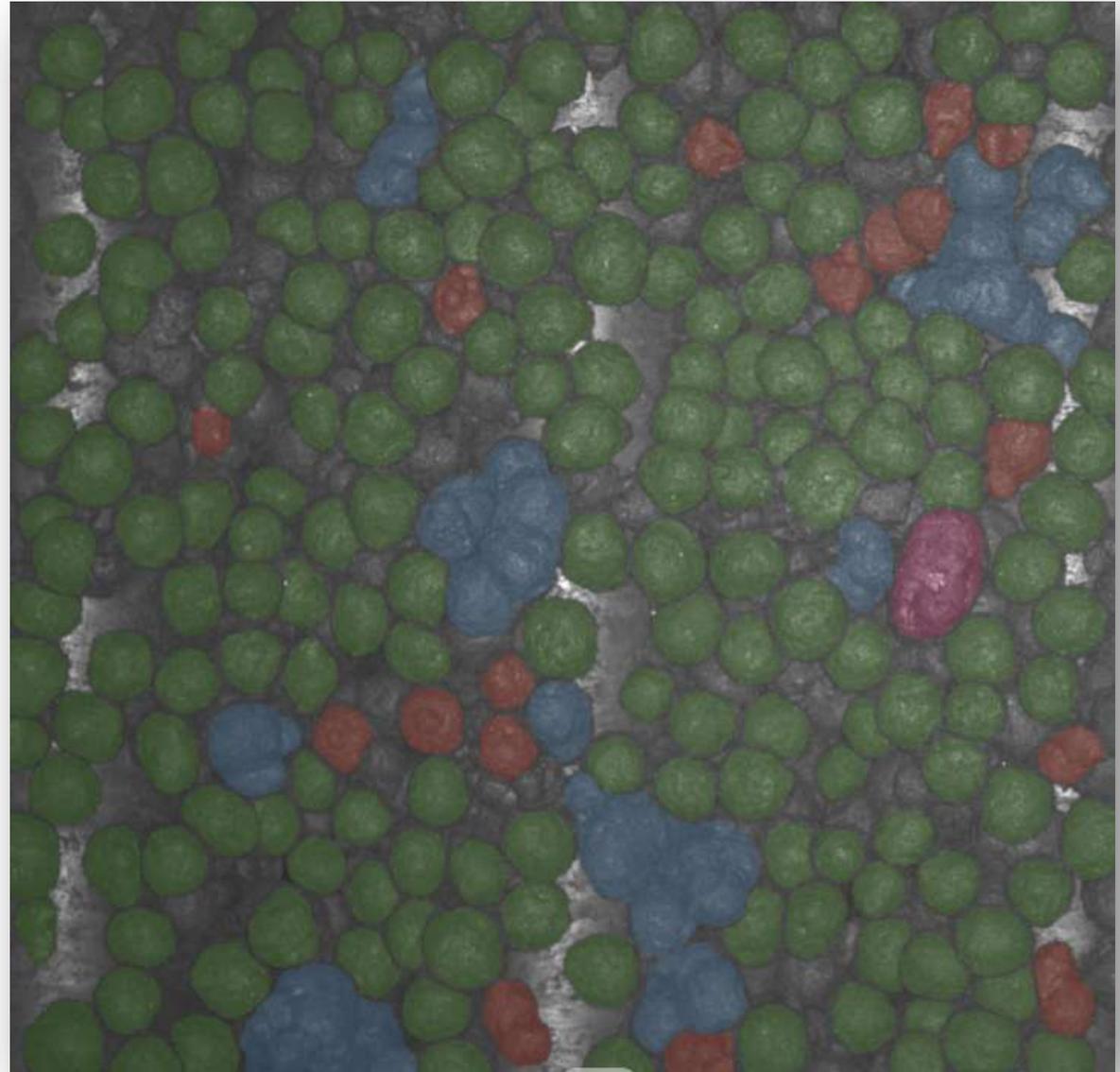


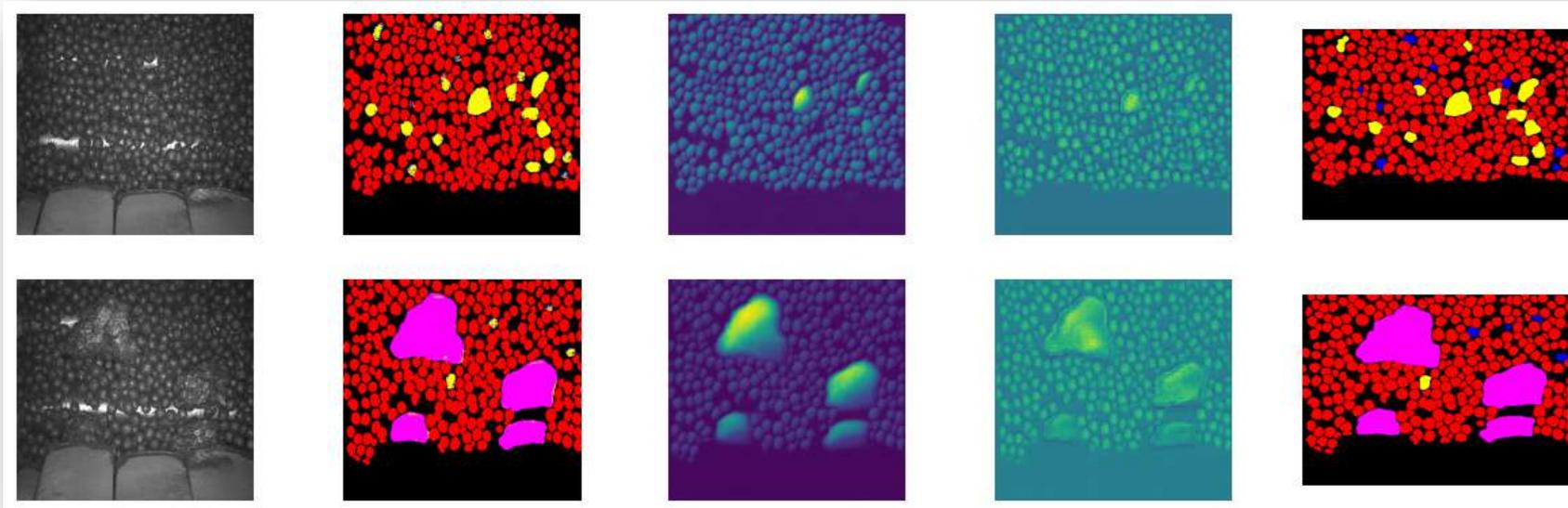
- Микроскопические снимки, сегментация клеточных структур и ядер
- Обработка плотных пространств объектов





- Разметка в полуавтомате с использованием **SegmentAnything**
- 4 класса, сегментация / детекция
- 56 кадров ~ 40 000 окатышей.





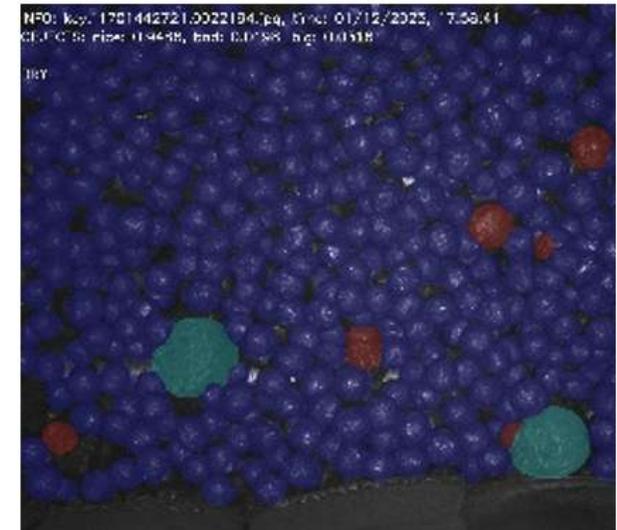
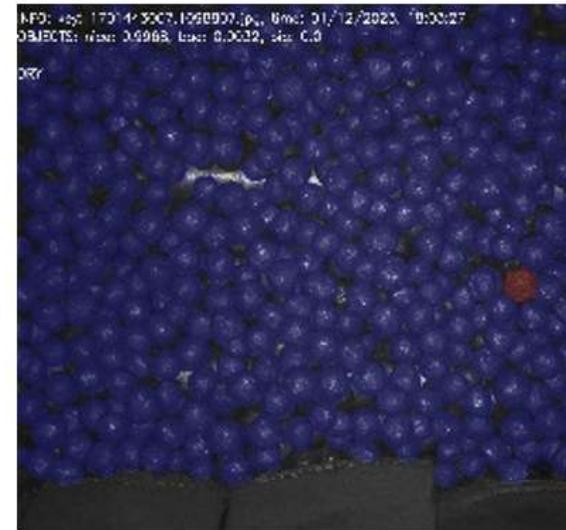
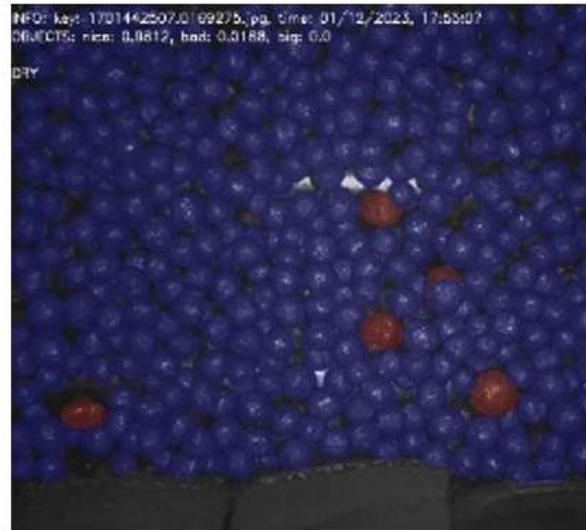
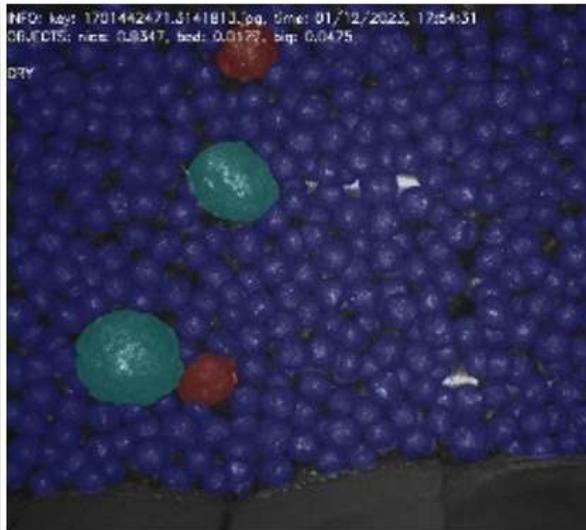
На выходе модели – 4 маски:

Маска объектов – выделяется каждый объект отдельно

Маска лучей – рассчитывает размеры объектов

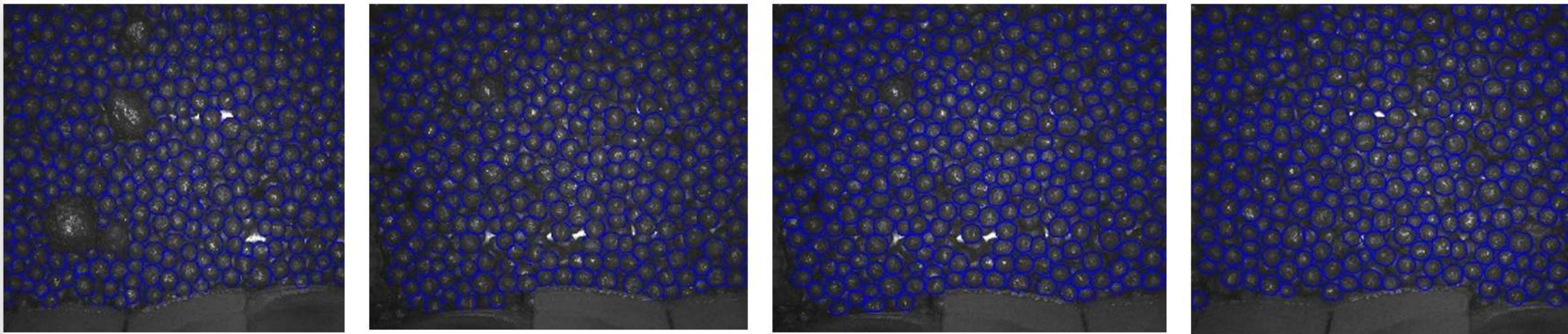
Маска расстояний – отделяет объекты друг от друга

Маска типов – классификация объектов



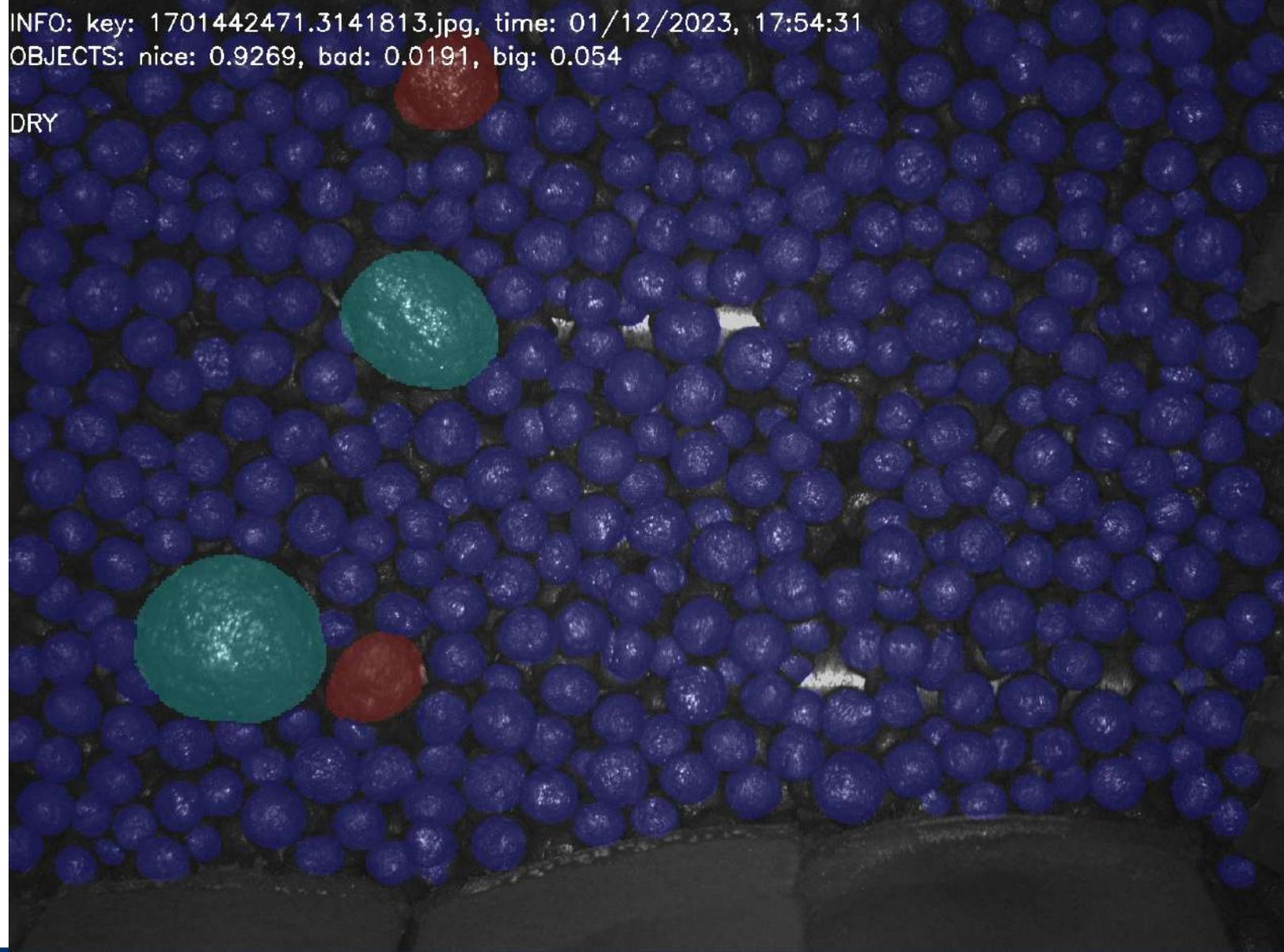
## 1. Сегментация и классификация объектов

% класса **nice** определяет качество текущего процесса окомкования



## 2. Поиск контуров и определение физических размеров объектов.

# Модель. Алгоритм. Оценка влажности



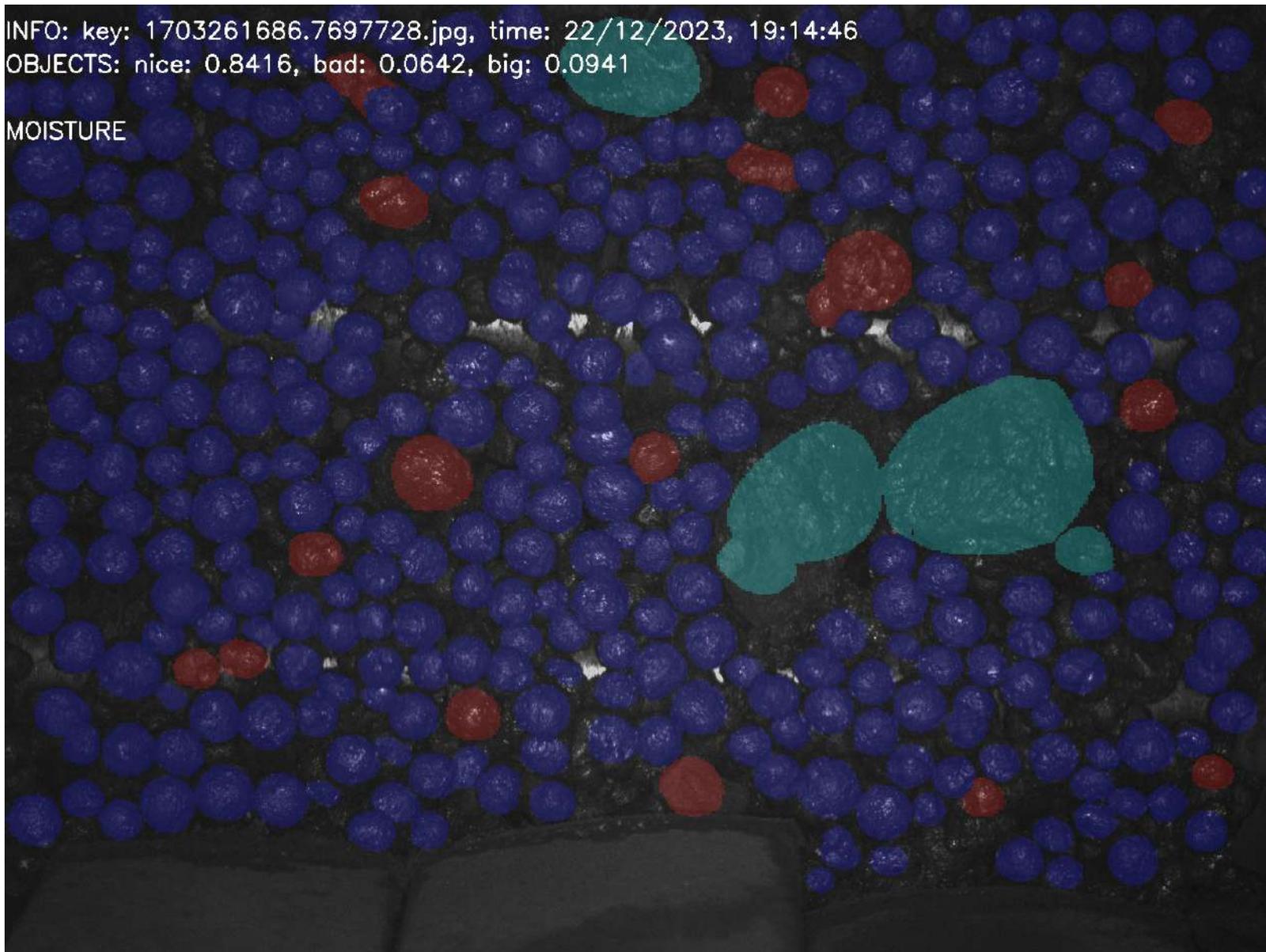
# Модель. Алгоритм. Оценка влажности



INFO: key: 1703261686.7697728.jpg, time: 22/12/2023, 19:14:46

OBJECTS: nice: 0.8416, bad: 0.0642, big: 0.0941

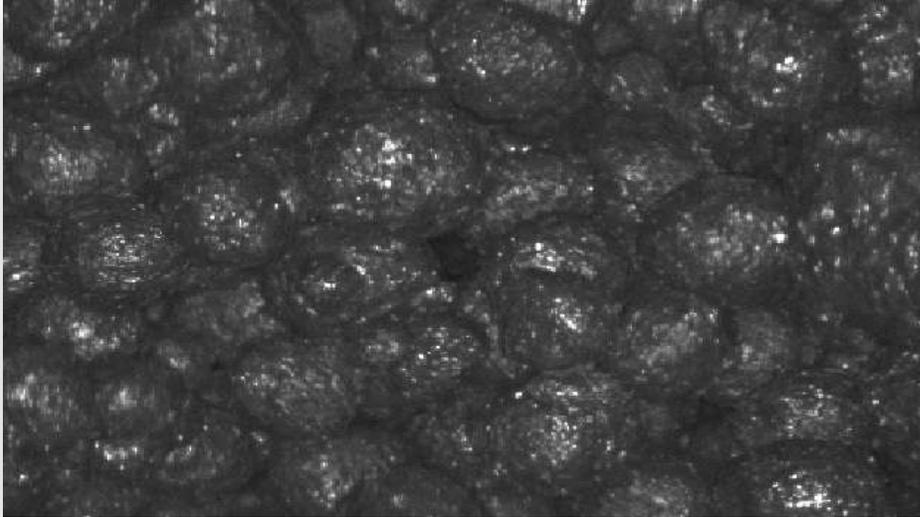
MOISTURE



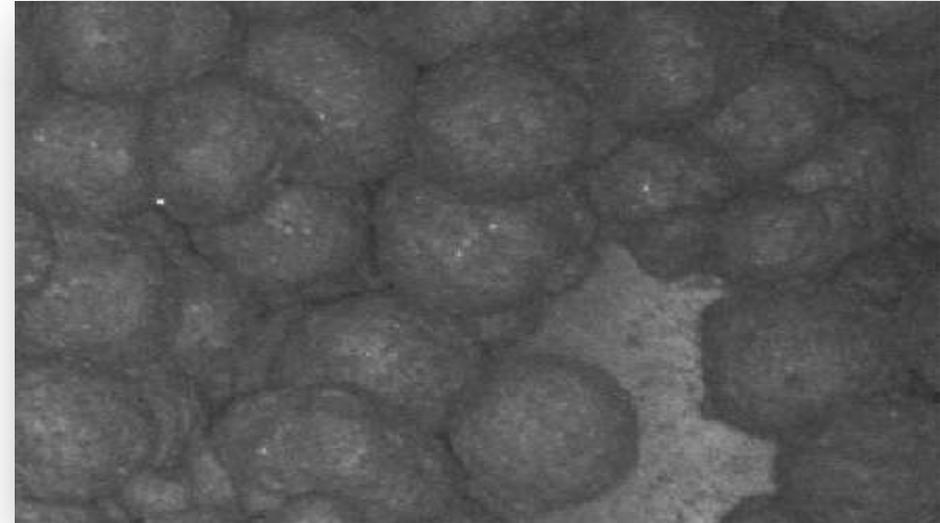


## Модель. Алгоритм. Оценка влажности

Влажный окатыш темнее и блестит



Сухой – светлый и без бликов



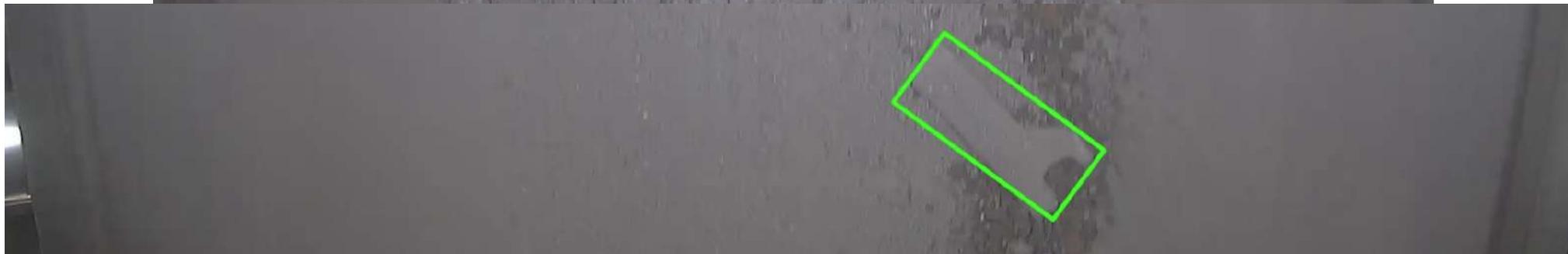
- Классические алгоритмы + регрессия на 18 признаках в т.ч.:
- Средняя яркость картинки
- Стандартное отклонение яркости
- Площадь окружности, округлость, соотношение диаметров, эллиптичность
- «твердость» - площадь контура / площадь описывающей фигуры
- Форм-фактор (учитывает площадь и периметр)



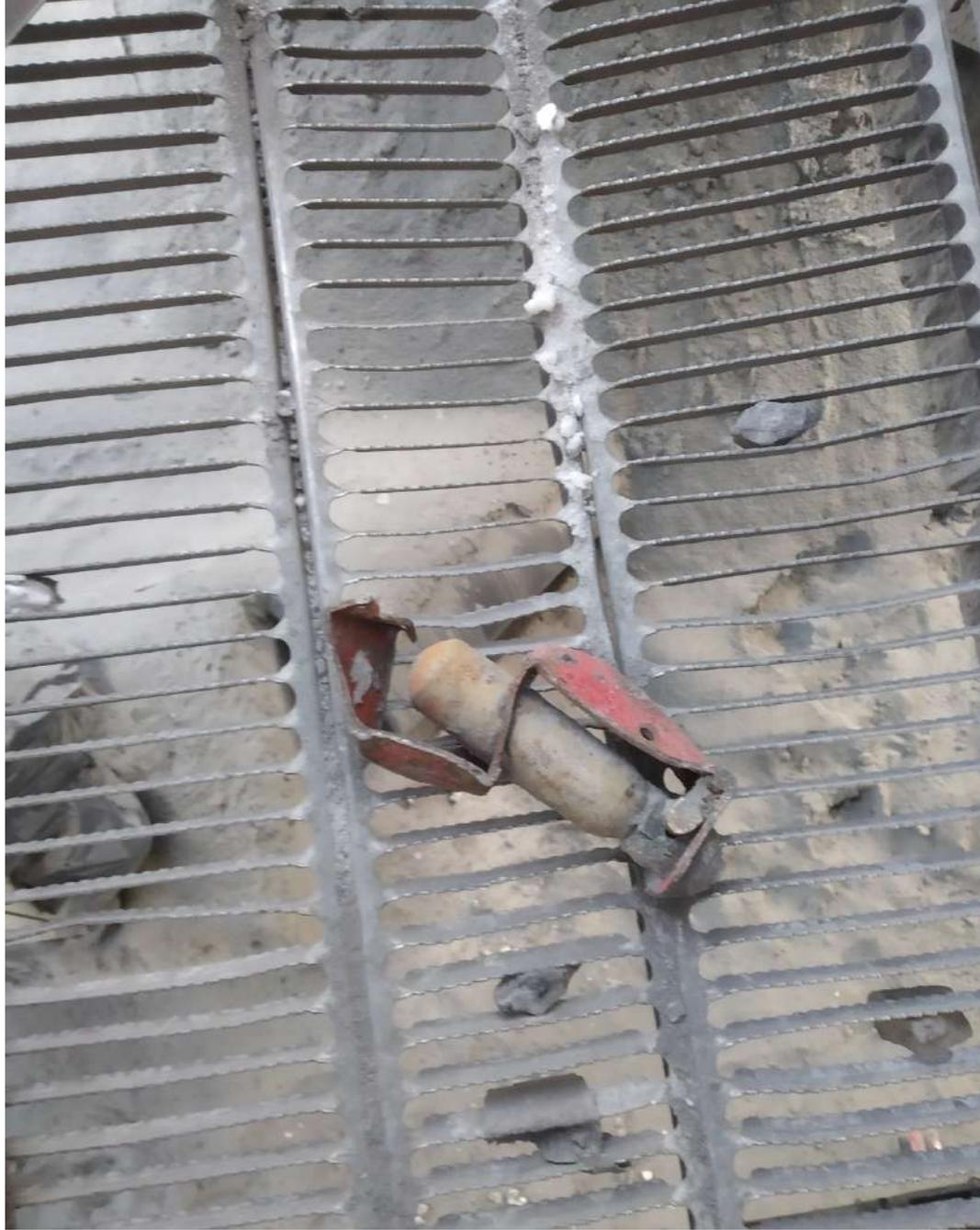
# Обнаружение посторонних предметов



**Цель:** предотвратить заклинивание загрузочного устройства доменной печи.



## Сбор данных...



## Сбор данных...



## Сбор данных...



## Сбор данных...



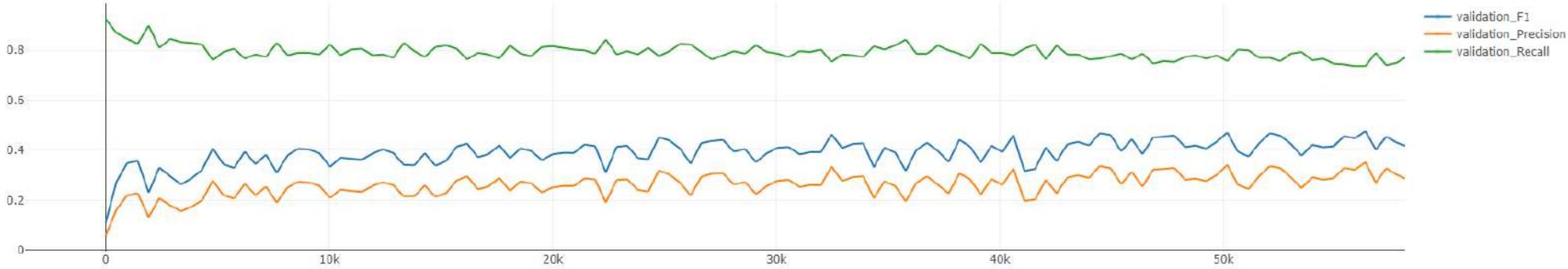
## Сбор данных...



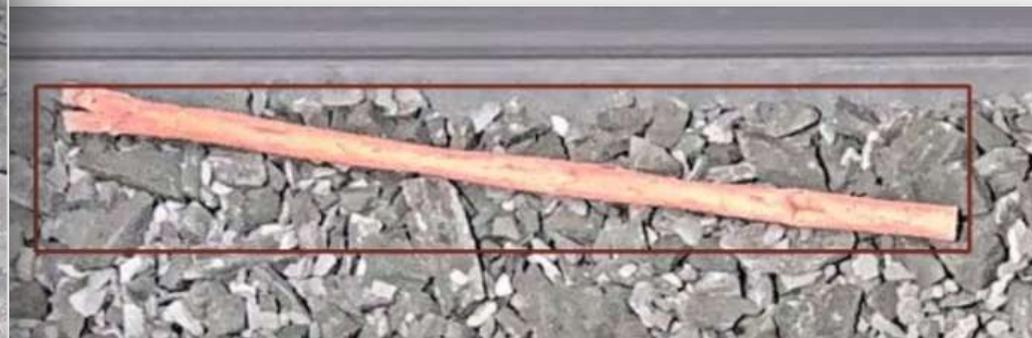
## Сбор данных...



# Работает не всегда



# Работает: количество конвейеров и проходческие работы



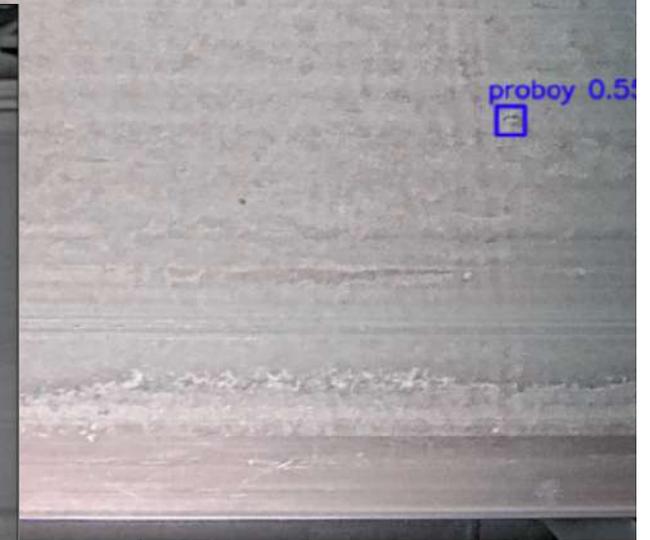
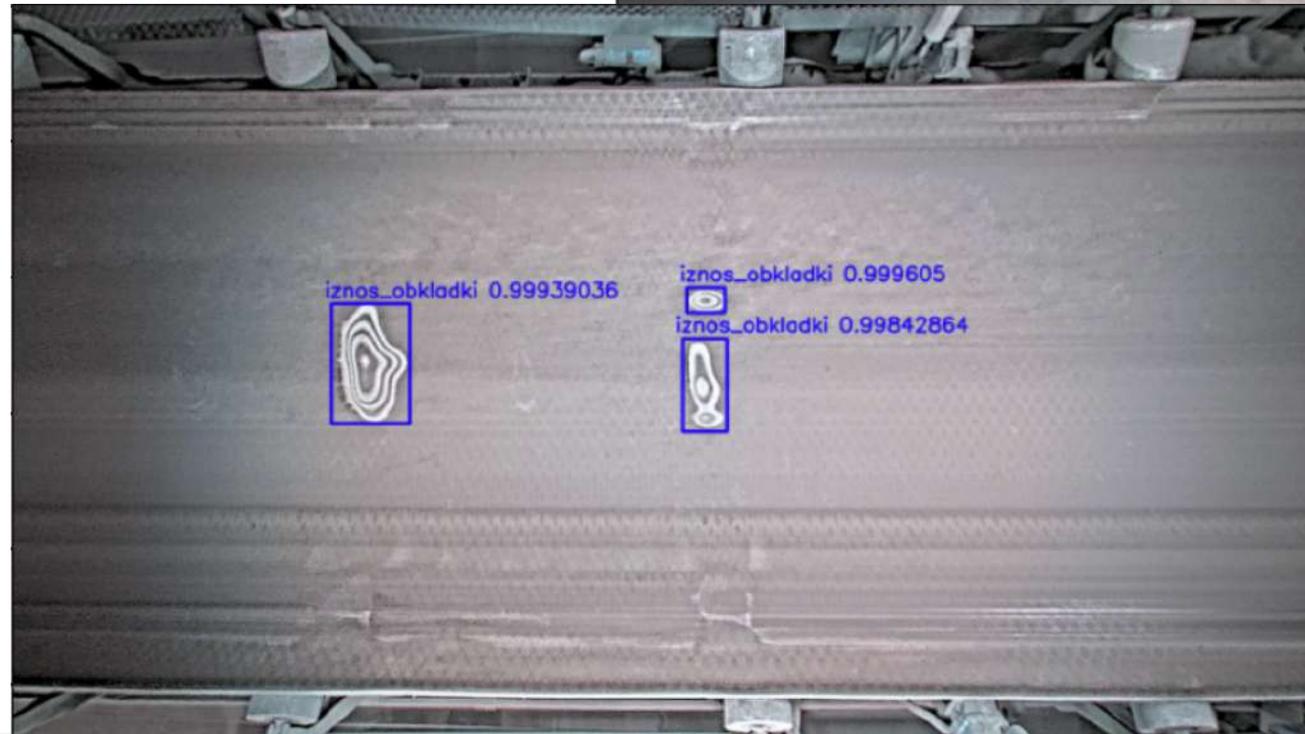


# Обнаружение дефектов конвейерных лент



## Пример: ресурсный актив

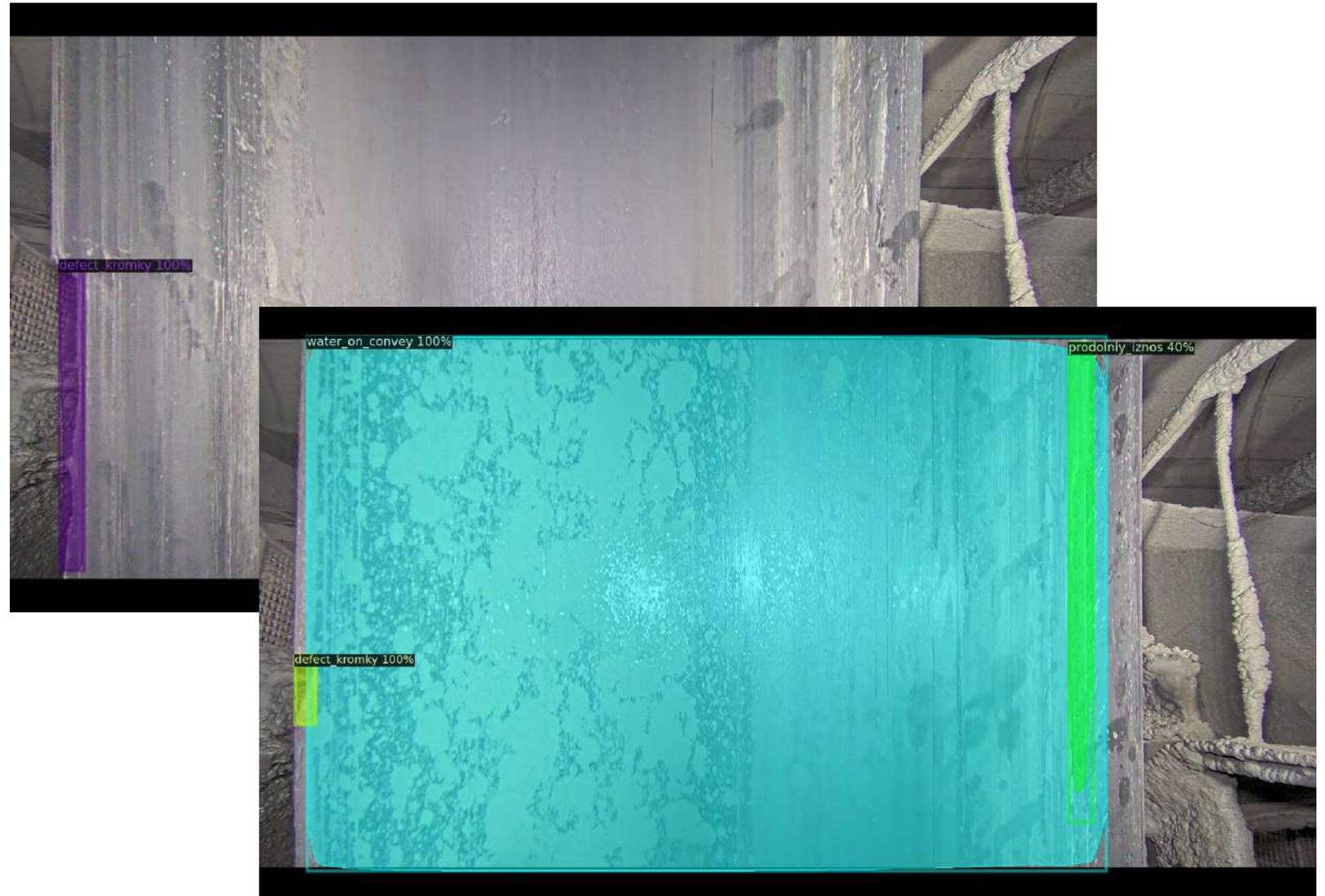
- 10 конвейеров
- IP-камеры
- 8 классов дефекта
- 3 из них не встречались под камерой и еще один – с небольшим числом примеров





## Пример: ресурсный актив

- 1 конвейер
- IP-камера
- 7 классов дефектов
- Порез и корд не имеют реальных примеров, снятых на камеру
- Пробоев очень мало в наборе данных





## Стальной парадокс

- Замена лент > 100 часов в год
- Производство делает все, чтобы конвейеры не рвались





## Стальной парадокс

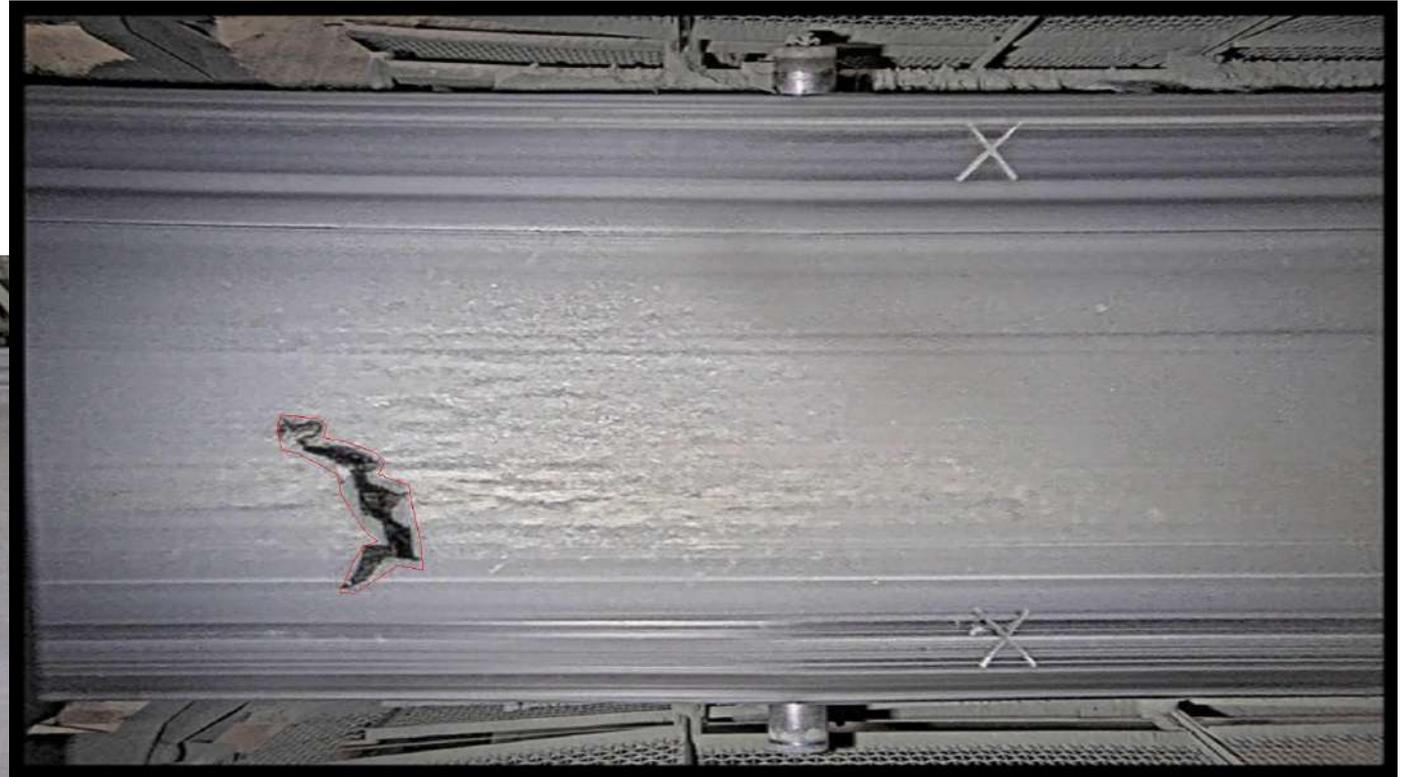
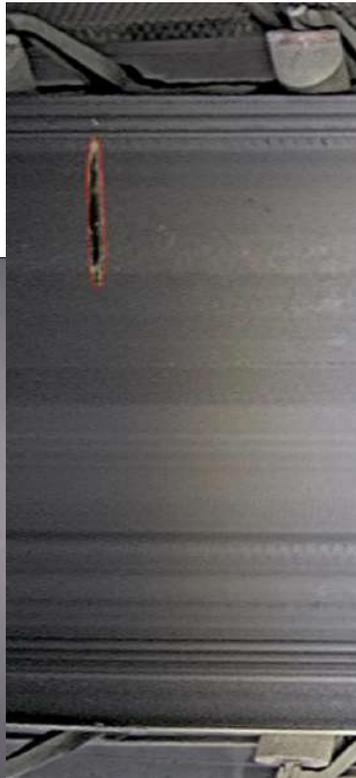
- Замена лент  
> 100 часов в год
- Производство делает все, чтобы конвейеры не рвались
- Важнее всего дефекты, которых меньшинство





## Синтетические данные

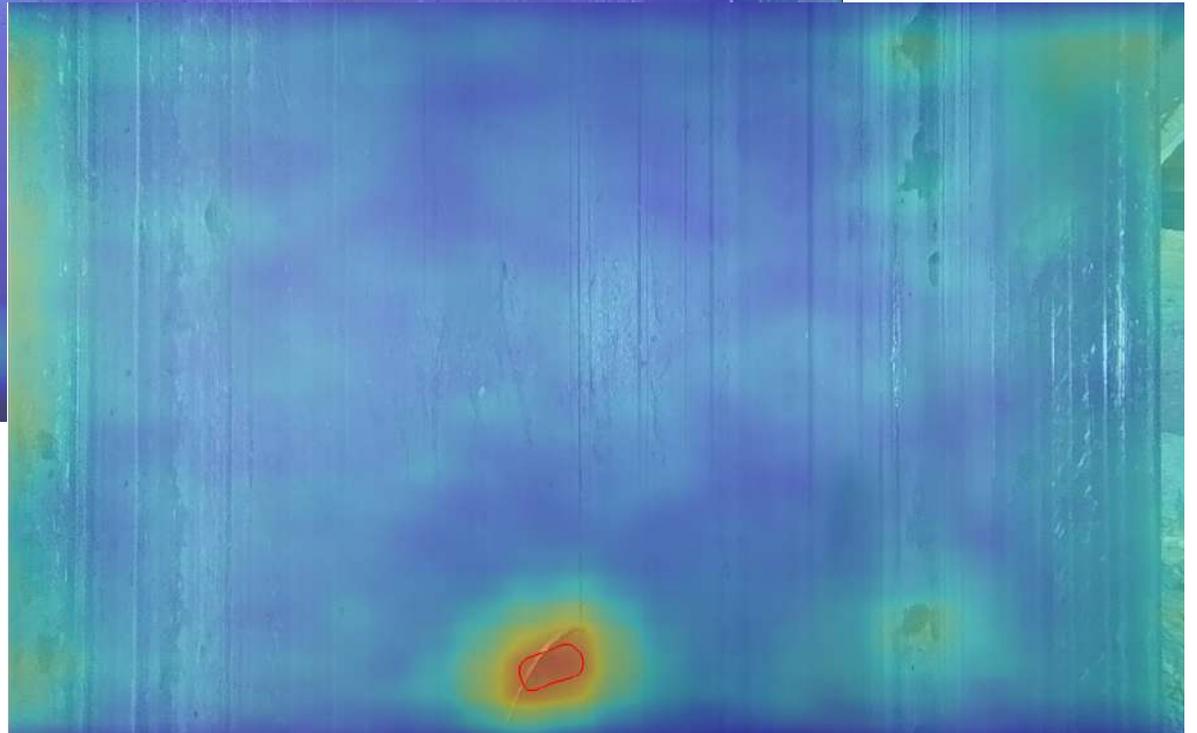
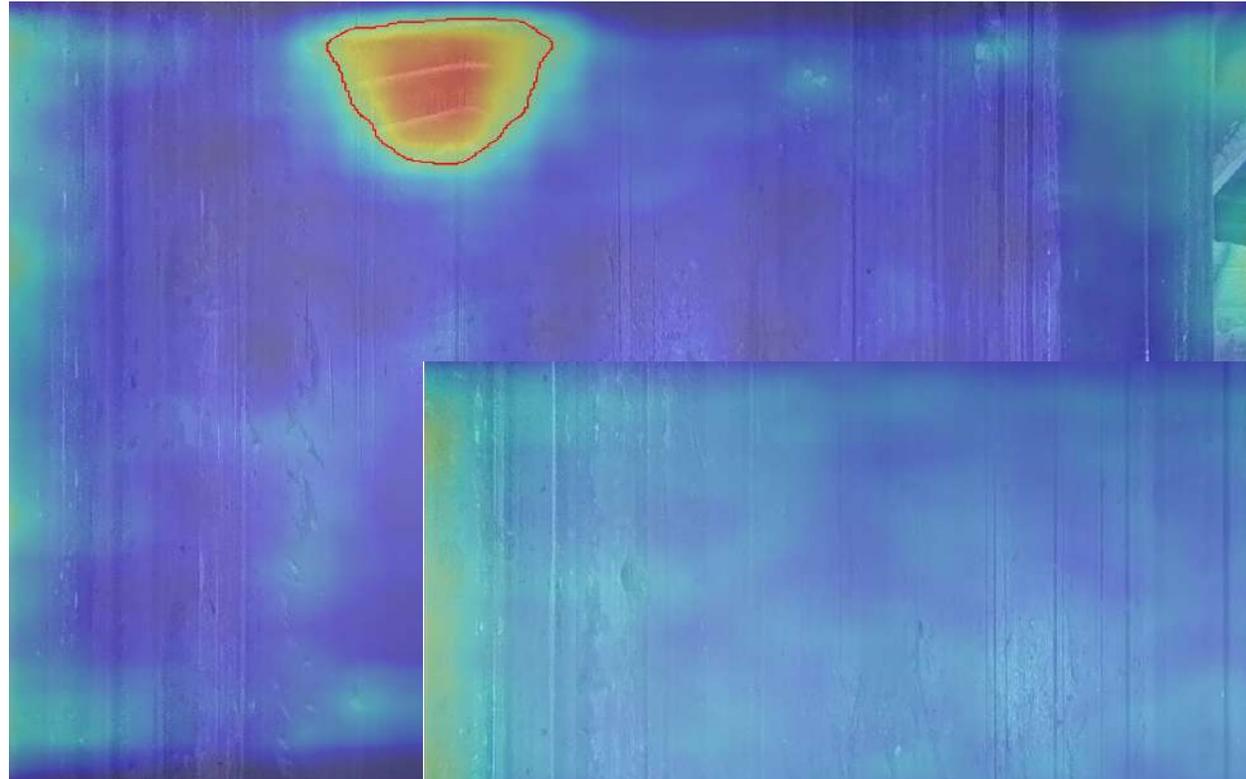
- Редкие дефекты собираются с фото и из интернета
- Затем вписываются в фон с целевых камер





## Детекция аномалий

- Модель без учителя определяет аномалии, выходящие за общее распределение в данных



Северсталь 

Системы инспекции  
поверхности





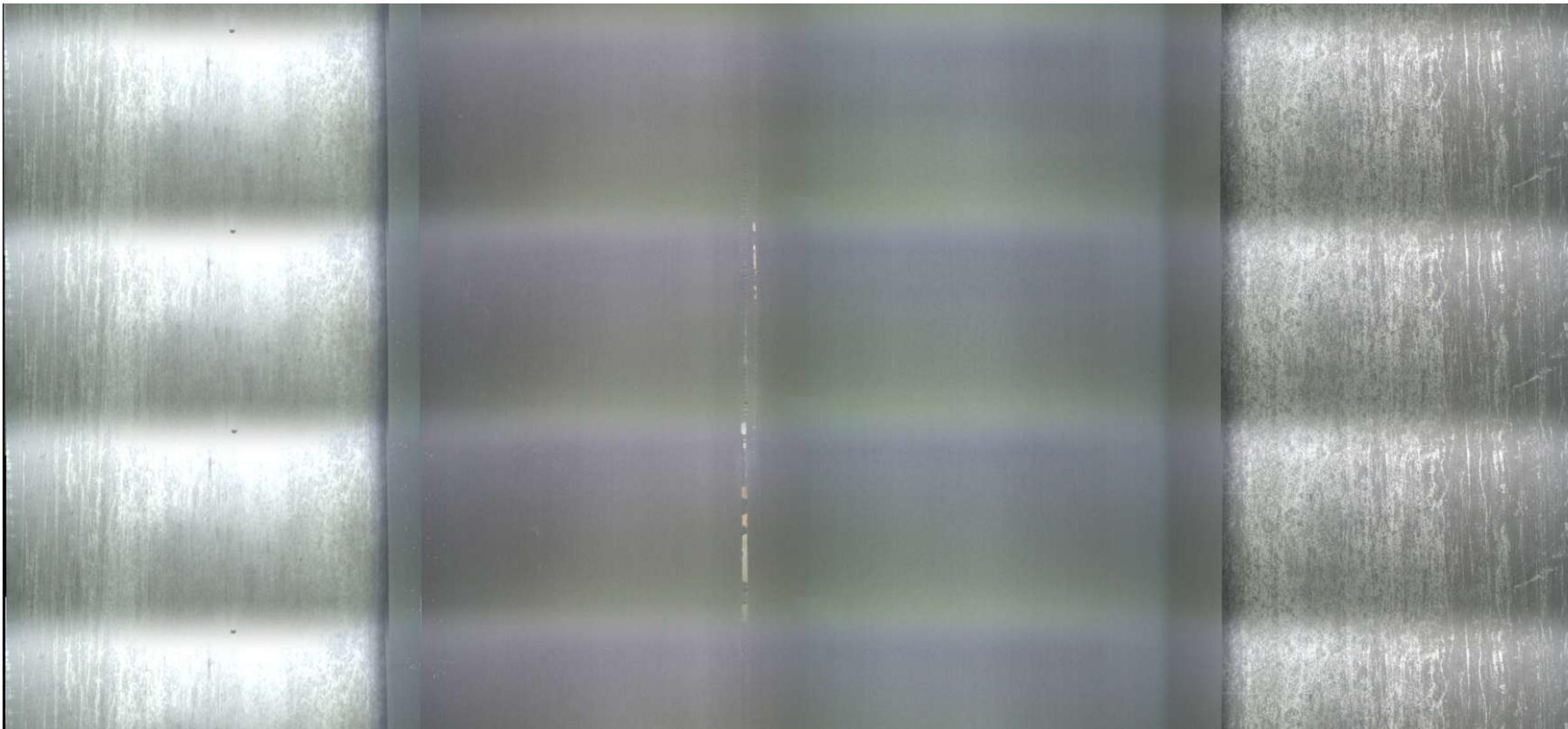
## Задачи системы инспекции поверхности

- Поиск дефектов поверхности металлопроката
- Осмотр полосы с обеих сторон в реальном времени
- Возможность работы в онлайн-режиме
- Получение полных результатов инспекции по рулону спустя минуту после прокатки
- Передача информации в систему автоаттестации





- Выбор GigE-камер
- Определение схемы освещения
- Проработка конструкции рамы и креплений
- Настройка каналов передачи данных
- Подготовка ПО для работы с камерами
- Сбор первичного датасета для обучения модели
- Проработка требований к системе
- Определение сценариев и логики работы системы
- Дообучение системы совместно с экспертами





**Верхняя сторона**

Дефекты до постобработки				Критические дефекты
Класс	Привод/Оператор	Размер, мм*	Время	
Рванина<10	■ □ □ □	11.18	00:28:23	
Плена	□ ■ □ □	101.27	00:28:22	
Разложившаяся	■ □ □ □	9.68	00:28:19	
Грязь	■ □ □ □	13.12	00:28:17	
Плена	■ □ □ □	41.93	00:28:16	
Грязь	■ □ □ □	12.69	00:28:16	
Грязь	□ ■ □ □	8.6	00:28:14	
Отпечаток	□ ■ □ □	4.09	00:28:00	
Грязь	□ □ ■ □	6.24	00:27:55	
Грязь	■ □ □ □	6.24	00:27:52	
Грязь	■ □ □ □	7.53	00:27:47	
Рванина<10	■ □ □ □	7.1	00:27:44	
Плена	■ □ □ □	110.51	00:27:40	
Грязь	□ □ ■ □	10.32	00:27:38	

Нет критических дефектов

**Нижняя сторона**

Дефекты до постобработки				Критические дефекты
Класс	Привод/Оператор	Размер, мм*	Время	
Грязь	□ □ ■ □	14.82	00:28:11	
Грязь	■ □ □ □	14.1	00:28:01	
Грязь	□ □ ■ □	8.5	00:27:44	
Грязь	□ □ □ ■	5.98	00:27:27	
Грязь	□ □ □ ■	6.45	00:19:11	
Рванина<10	□ □ □ ■	58.32	00:19:01	
Грязь	□ ■ □ □	10.76	00:18:28	
Грязь	□ ■ □ □	8.13	00:18:28	
Грязь	□ ■ □ □	9.8	00:18:27	
Грязь	□ ■ □ □	5.02	00:18:20	
Грязь	□ ■ □ □	8.84	00:18:18	
Грязь	□ ■ □ □	11.23	00:18:17	
Грязь	□ ■ □ □	8.6	00:18:11	
Плена	□ □ ■ □	60.47	00:18:11	

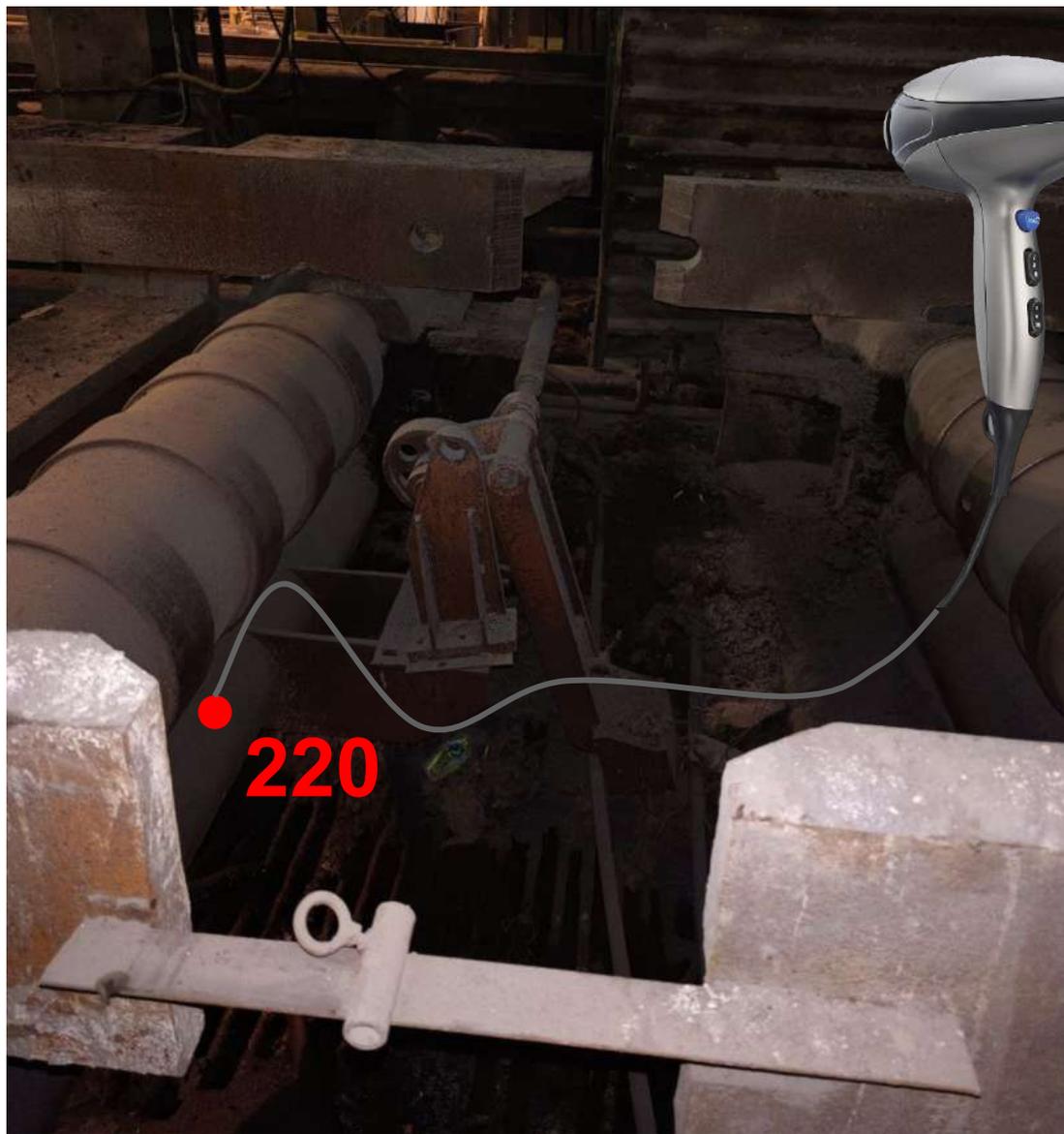
Нет критических дефектов

Автообновление: ●

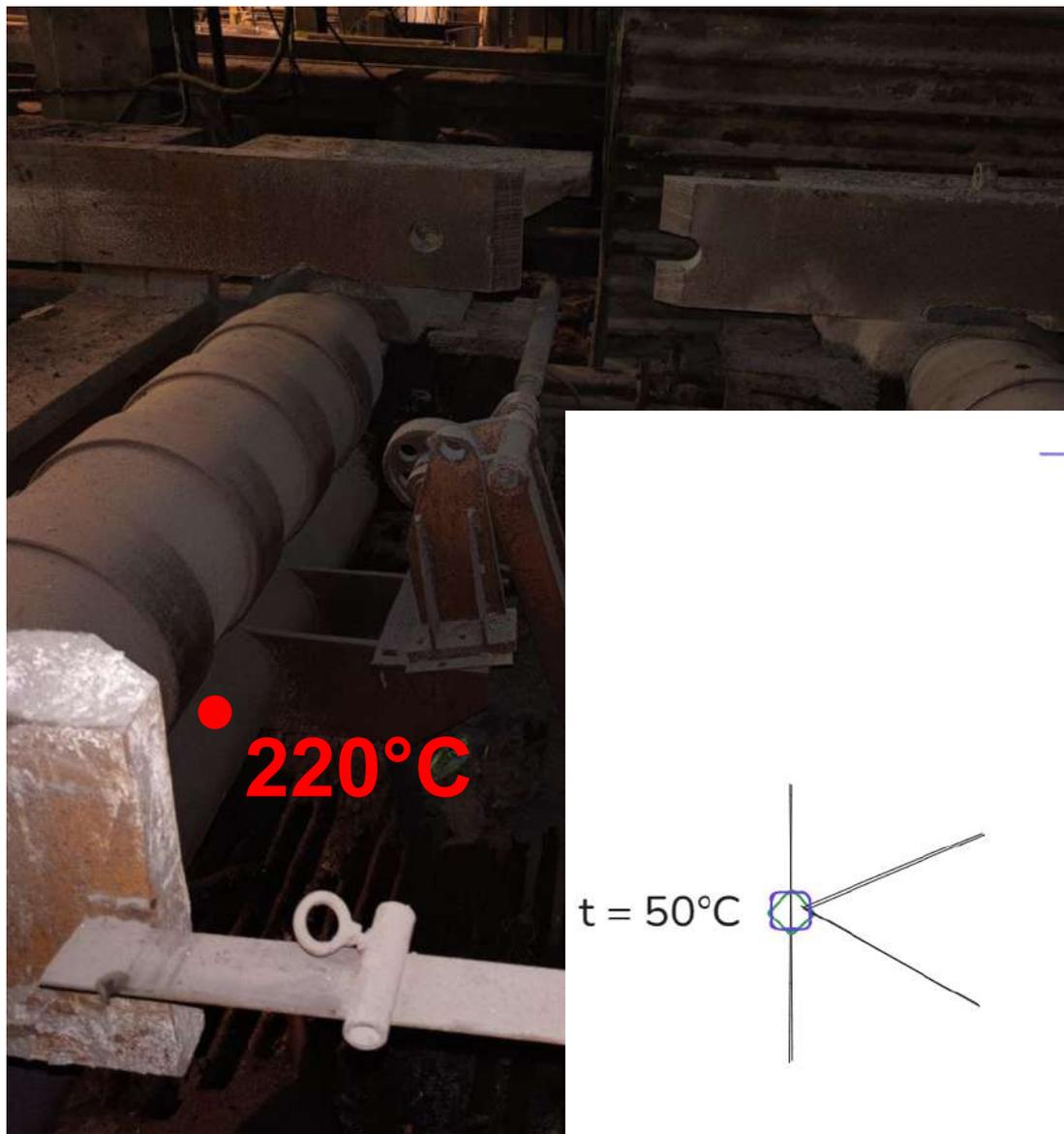


# Задача с двумя звездочками

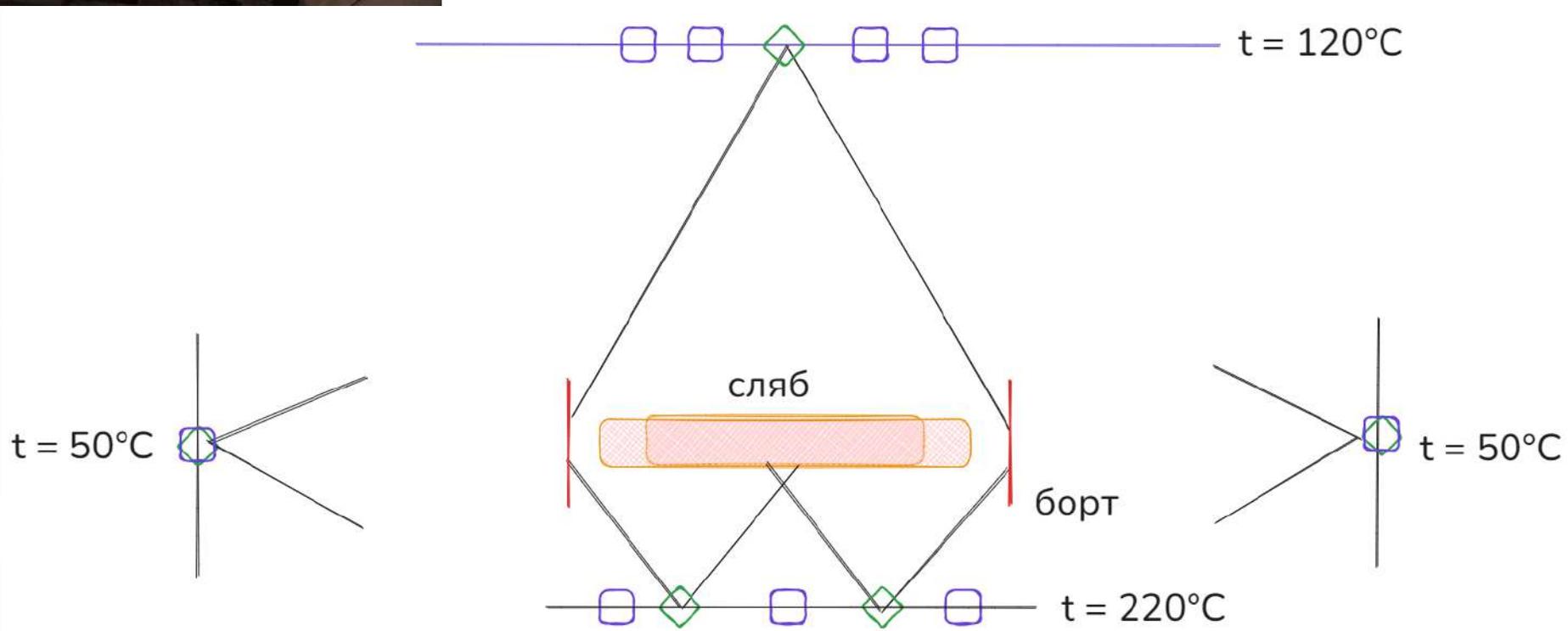
## Что это и зачем тут 220?



# Дефекты слябов



- Камеры до 50°C
- 5 камер
- 9 светильников
- Тесные пространства





Северсталь

Спасибо  
за внимание

