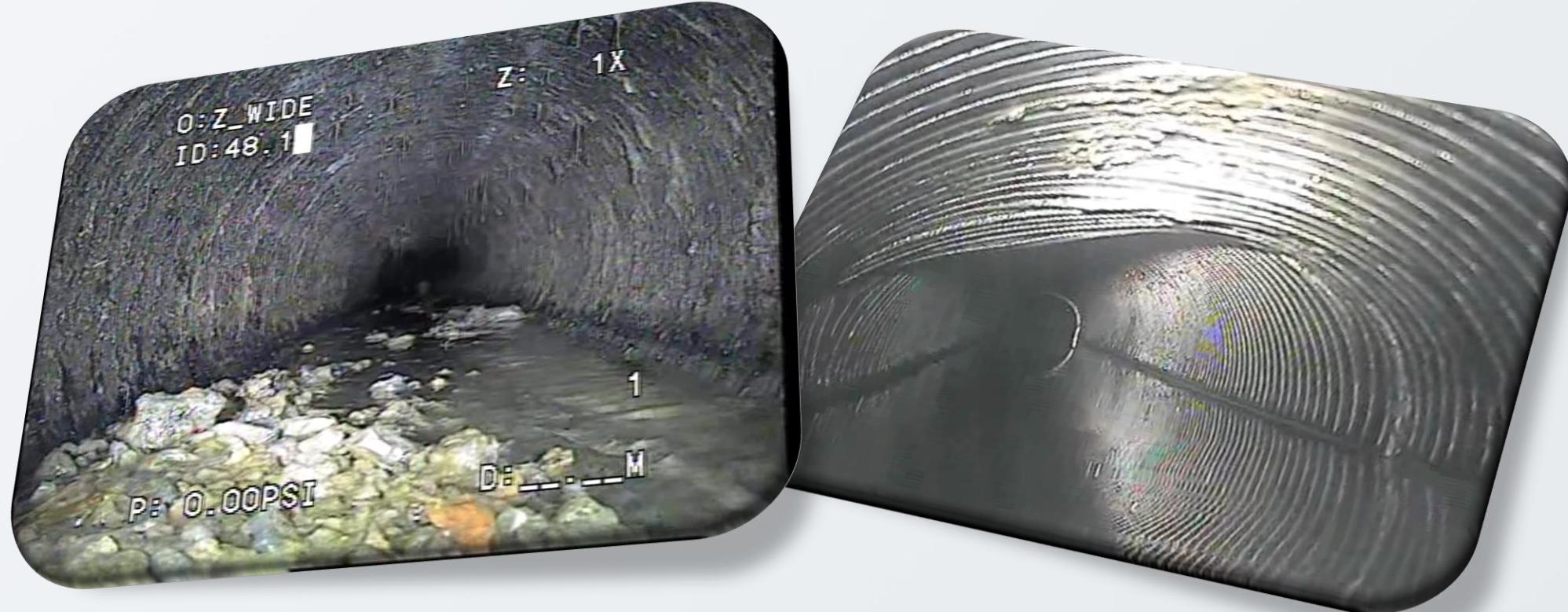


# Семантическая сегментация дефектов труб

Machine Learning Project | December 5, 2025



Выполнили студенты:

8В23 Шамухаметов Р.К.

8В24 Сайберт С.М.

8В24 Колотов Д.А.

8К22 Таячинов Д.А.

8К24 Васин Е.В.



# Описание датасета

## Исходный датасет

Датасет содержал изображения дефектов труб, размеченные по шести классам:

### Деформация

Изменение формы трубы



### Разрыв

Нарушение целостности стенки



### Несоосность

Смещение осей соединенных участков



### Препятствие

Наличие посторонних объектов



### Отсоединение

Отделение части трубы



### Отложения

Накопление веществ на стенках



# Примеры

## Деформация

Изменение формы трубы



# Примеры

## Препятствие

Наличие посторонних объектов



# Примеры

## Отсоединение

Отделение части трубы



# Примеры

## Отложения

Накопление веществ на стенках



# Примеры

## Разрыв

Нарушение целостности стенки



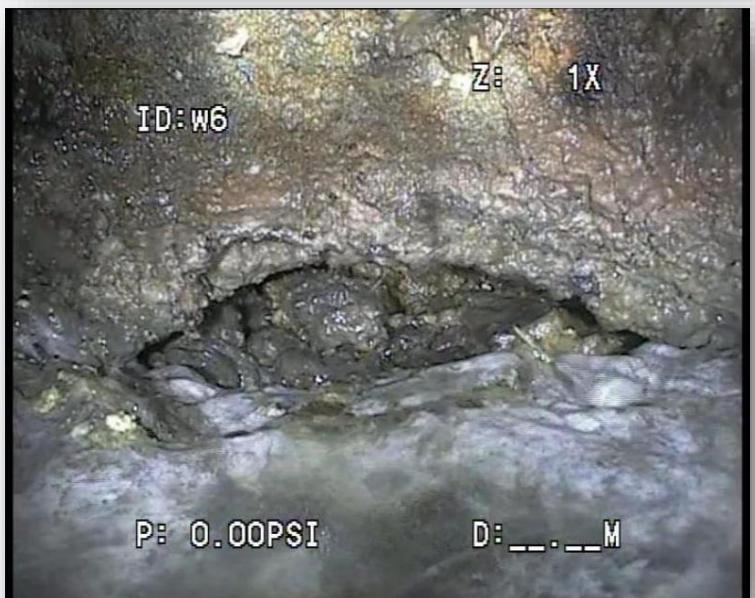
# Примеры

## Несоосность

Смещение осей соединенных участков



# Описание датасета



## ⚠ Проблемы датасета

- Около 200 дубликатов изображений
- Изображения с неоднозначностью и отсутствием четких признаков дефектов
- Схожие классы: "разрыв" и "деформация", "отсоединение" и "несоосность"

## ▼ Оптимизация классов

Для упрощения задачи и повышения качества обучения были исключены два наименее представленных и наиболее схожих класса:

Удалены

Разрыв

Несоосность



Оставлены

Деформация

Отсоединение

Отложения

Препятствие

# Постановка задачи

## ⌚ Переход от детекции к семантической сегментации

Изначально проект был сфокусирован на задаче детекции дефектов труб. Однако, столкнувшись с тем, что датасет был размечен в формате YOLO, было принято решение перейти к более сложной и информативной задаче семантической сегментации.

### 🔍 Ограничивающие рамки



Детекция: ограничивающая рамка определяет местоположение дефекта

### ➡️ Преобразование



Каждая ограничивающая рамка была преобразована в бинарную маску

"Заливка" области внутри бокса для создания маски

### .Mask segmentation



Сегментация: каждый пиксель классифицируется как принадлежащий к дефекту или фону

# Постановка задачи

## ⌚ Технические подробности

Так как проект не предполагал чётко очерченной последовательности действий, нам было необходимо сфокусироваться на проведении экспериментов.

**mlflow**

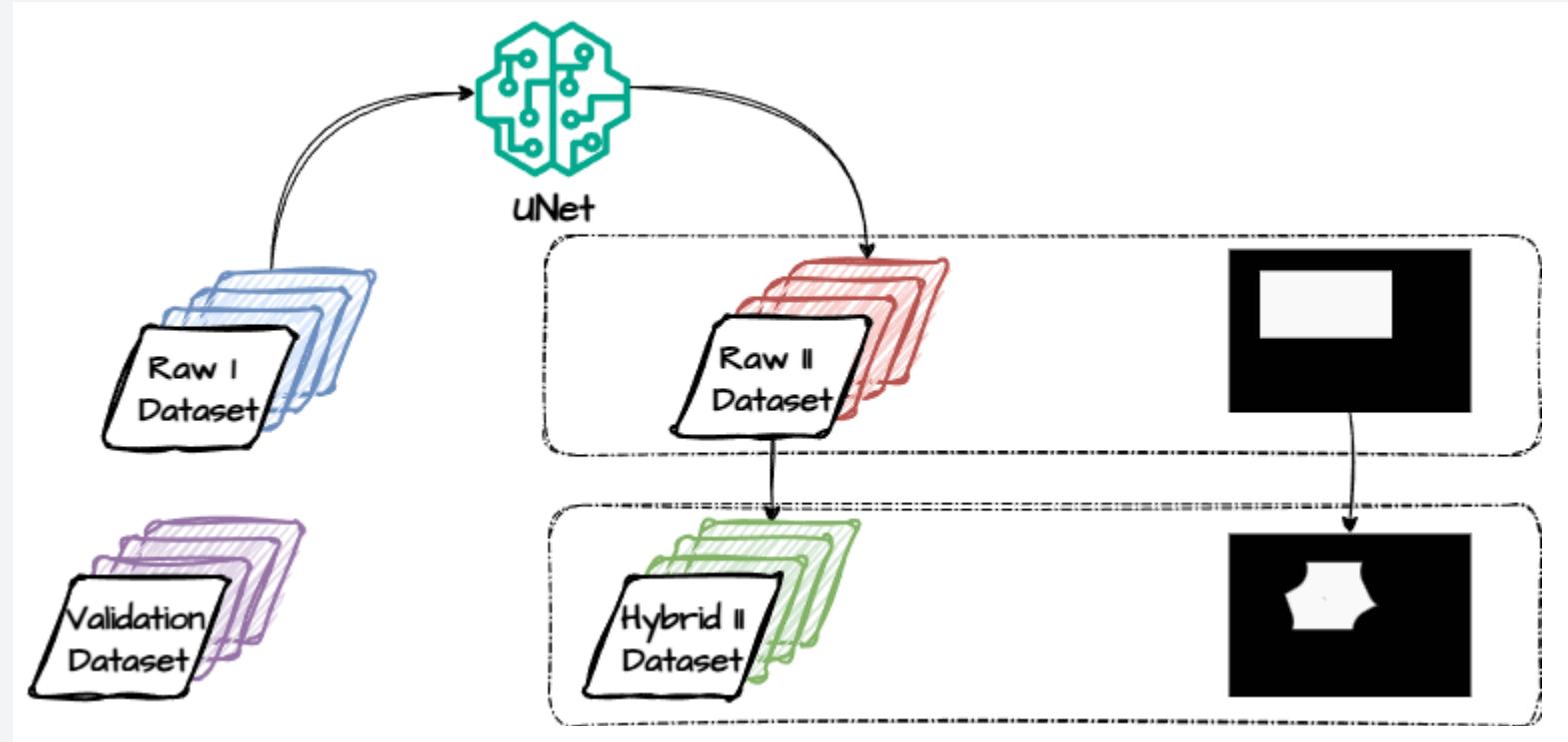


# Первый эксперимент

## ⚠ Подход эксперимента

Первый эксперимент был направлен на обучение на бокс-масках и улучшение всего датасета:

-  **Разделение датасета**  
Датасет был разделен на три части в соотношении 45% / 45% / 10%.
-  **Обучение модели**  
Модель UNet обучалась на первой части датасета.
-  **Псевдоразметка**  
Обученная модель использовалась для предсказания масок для второй части датасета.



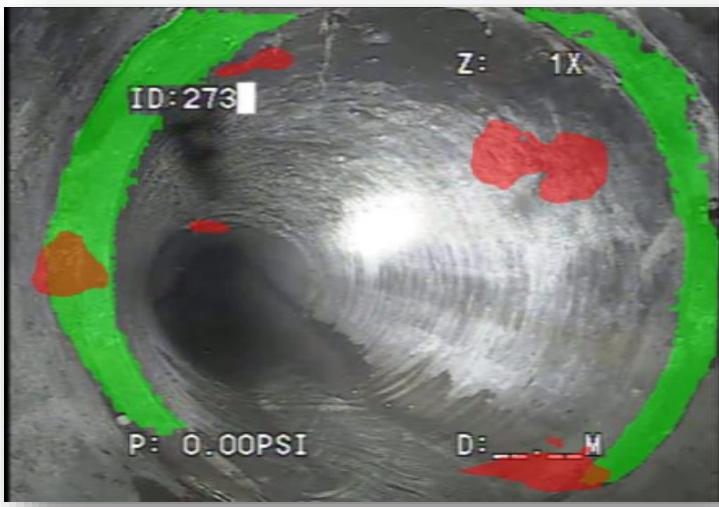
# Первый эксперимент

## Metrics

Метрика IoU на валидационной выборке не превышала 0.3.

- IoU (Intersection over Union) - метрика сегментации, показывающая степень пересечения между предсказанными и истинными масками.

## Results



## Results of the experiment



# Второй эксперимент

## 💡 Подход эксперимента

Второй эксперимент был направлен на раздельное обучение моделей для каждого класса:



### Разделение датасета

Датасет был разделен на три части в соотношении 10% / 80% / 10%.



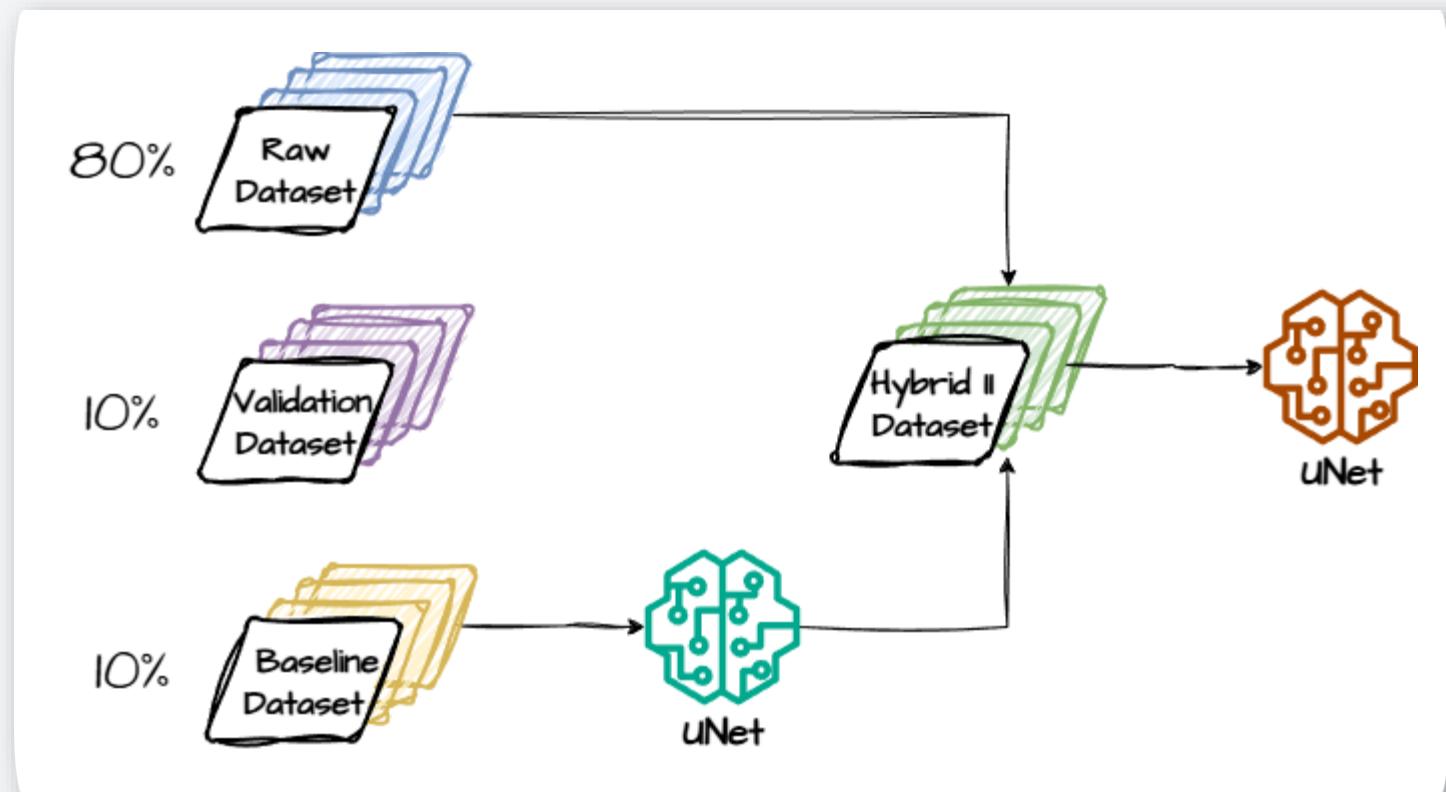
### Обучение модели

Модель UNet обучалась на размеченном руками и улучшенном датасете.



### Псевдоразметка

Обученная baseline модель использовалась для предсказания масок для второй части датасета.

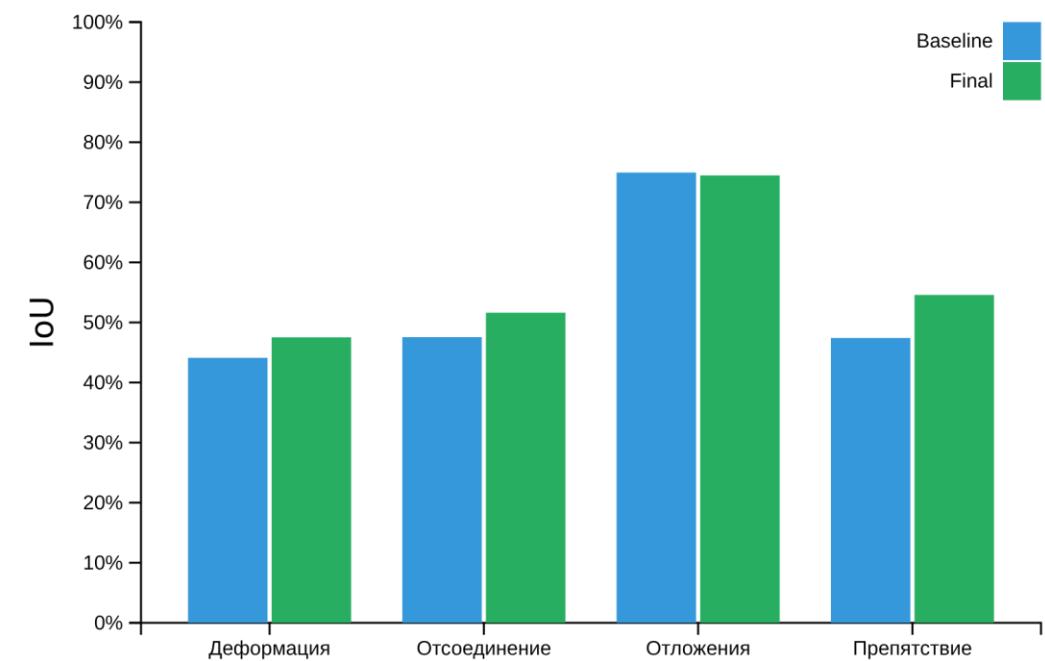


# Количественные результаты

## Сравнение метрик IoU

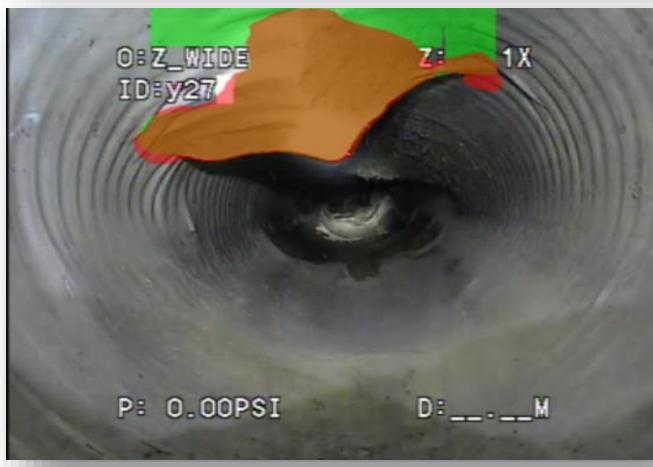
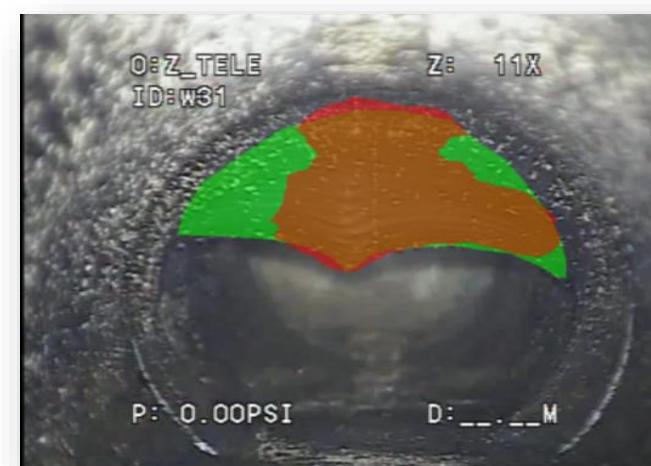
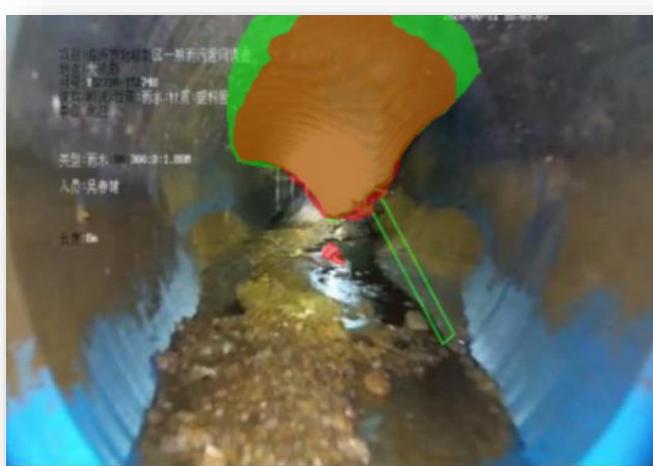
КЛАСС	BASELINE	FINAL	ПРИРОСТ	%
Деформация	0.4411	0.4752	0.0341	3.41
Отсоединение	0.4755	0.5162	0.0407	4.07
Отложения	0.7495	0.7447	-0.0048	-0.48
Препятствие	0.4741	0.5458	0.0717	7.17

## Визуальное сравнение метрик



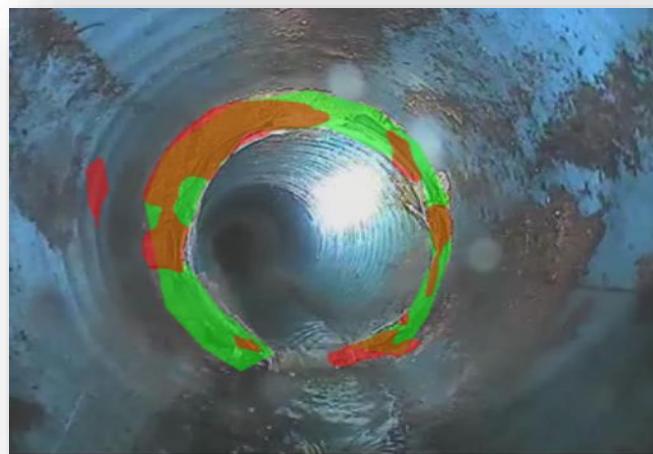
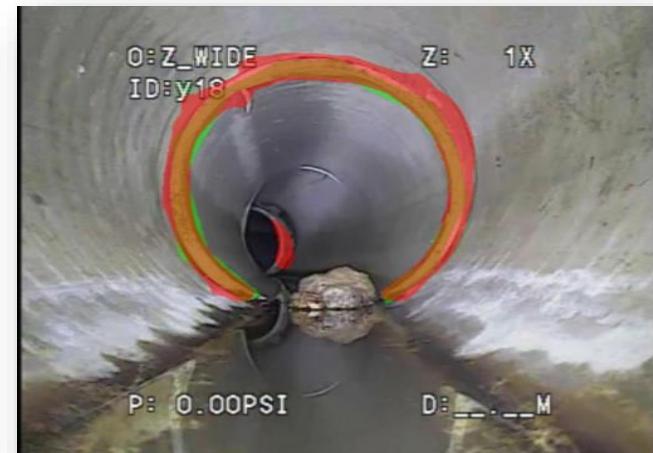
# Визуальные результаты

## Лг Деформация



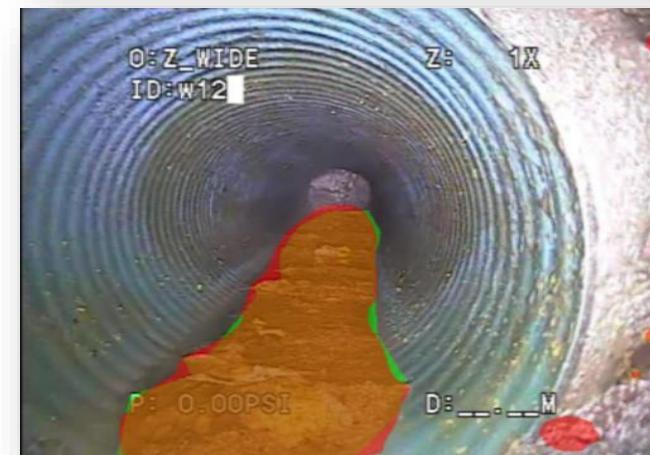
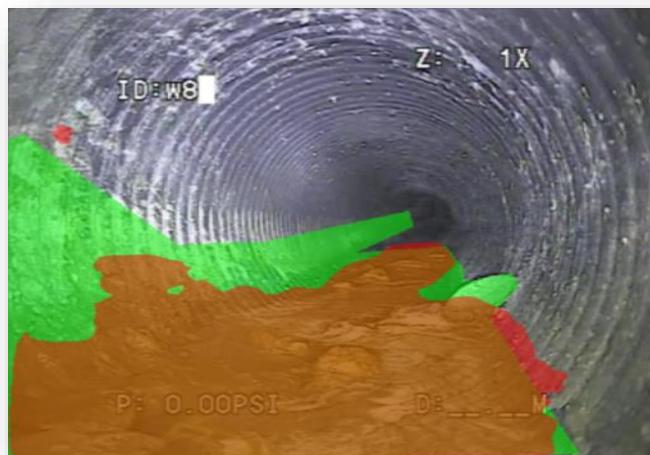
# Визуальные результаты

🔗 Отсоединение



# Визуальные результаты

## Отложения



# Визуальные результаты

🚫 Препятствие

