

Внедрение системы машинного зрения для контроля процесса десульфурации чугуна

Проект посвящен разработке и внедрению модели для контроля процесса удаления шлака на установке десульфурации чугуна (УДЧ) с использованием компьютерного зрения.

Степанова Екатерина, CV Engineer



НЛМК ИТ входит в Группу НЛМК



Сталь НЛМК используется в знаковых проектах мирового уровня



Большой адронный коллайдер



Ветроэлектростанции



Электроавтомобили



Конструкции зданий и сооружений

20

предприятий
в 7 странах мира

ТОП-25

среди производителей
стали в мире

44 тыс.

сотрудников

Проблемы процесса десульфурации чугуна

1 Сложность контроля

Визуальная оценка степени десульфурации и удаления шлака сильно зависит от квалификации и опыта оператора.

2 Вероятность ошибок

Ручной контроль подвержен человеческим ошибкам, что может приводить к неоптимальным режимам работы.

3 Необходимость автоматизации

Использование систем машинного зрения позволяет автоматизировать контроль и повысить качество десульфурации.

Роль удаления шлака в процессе десульфурации



Образование шлака

В процессе десульфурации образуется шлак, содержащий серу и другие вредные примеси, которые необходимо удалять.



Влияние на качество

Полнота удаления шлака напрямую влияет на эффективность десульфурации и качество получаемого чугуна.



Контроль процесса

Точное измерение степени удаления шлака позволяет оптимизировать режимы работы установки десульфурации.

Использование компьютерного зрения для контроля процесса

1

Видеонаблюдение

Установка камер видеонаблюдения над ковшом с жидким чугуном позволяет получать визуальные данные о ходе процесса.

2

Анализ изображений

Применение алгоритмов компьютерного зрения для обработки в режиме реального времени.

3

Определение показателей

Нейронная сеть анализирует изображения и предоставляет количественные данные о степени удаления шлака.

4

Автоматизация контроля

Интеграция системы в производственный процесс позволяет автоматизировать контроль десульфурации чугуна.

Процесс сбора и подготовки данных

1

Сбор данных

Выгрузка видео с камер, установленных над ванной десульфурации.

2

Ручная разметка

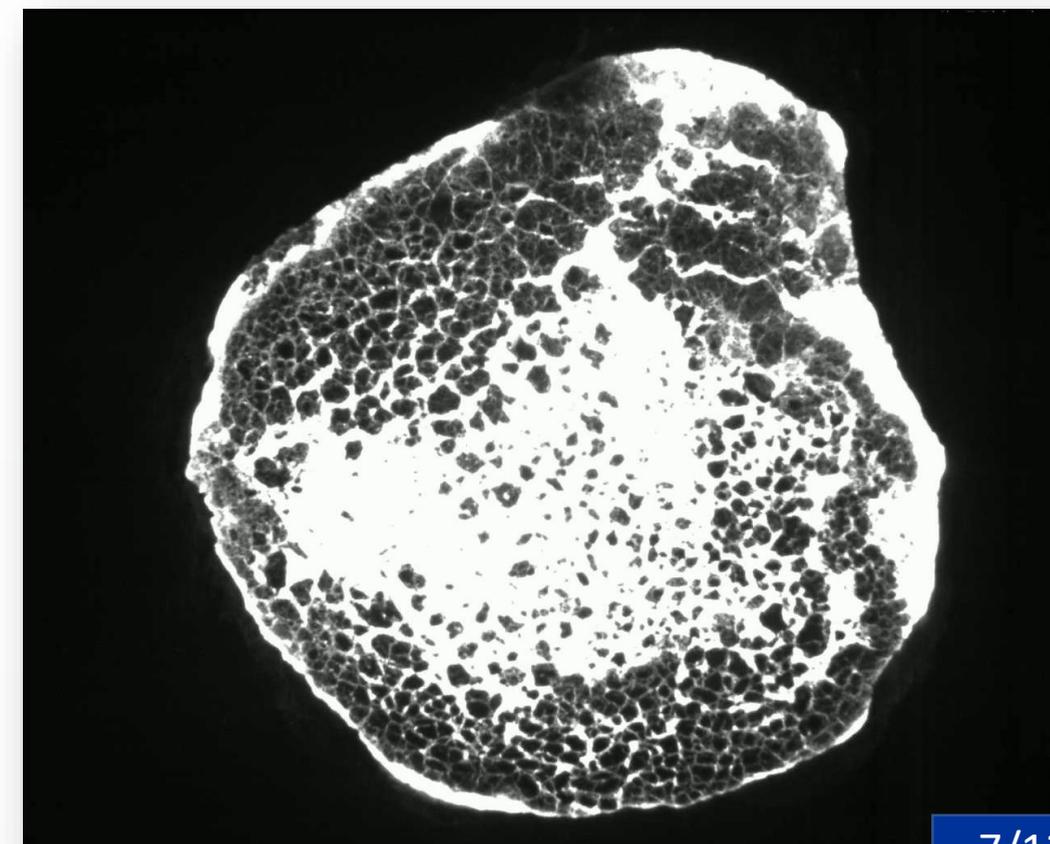
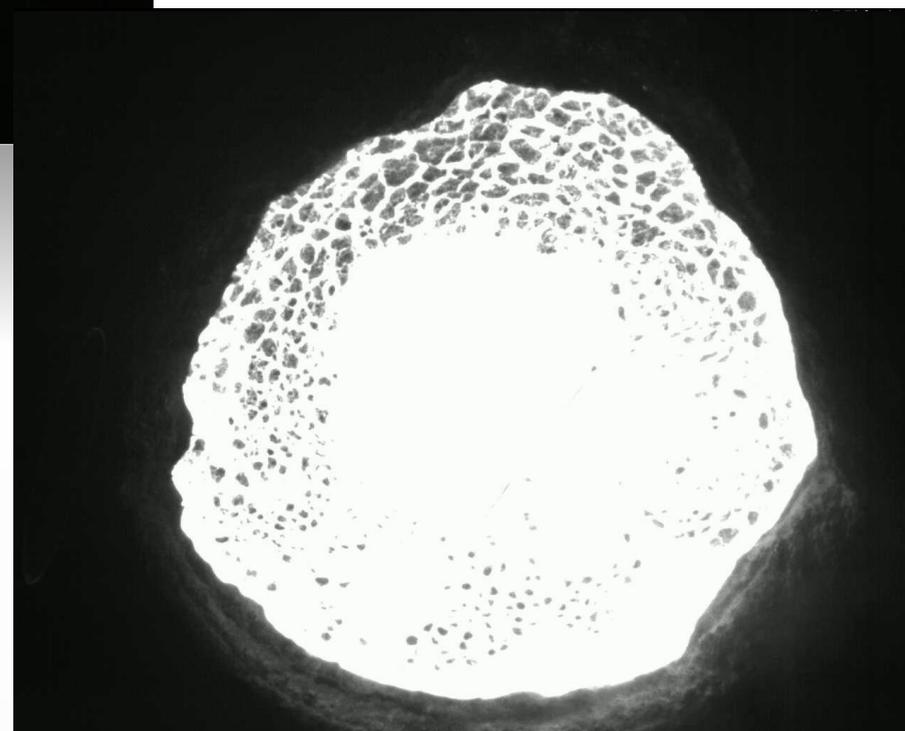
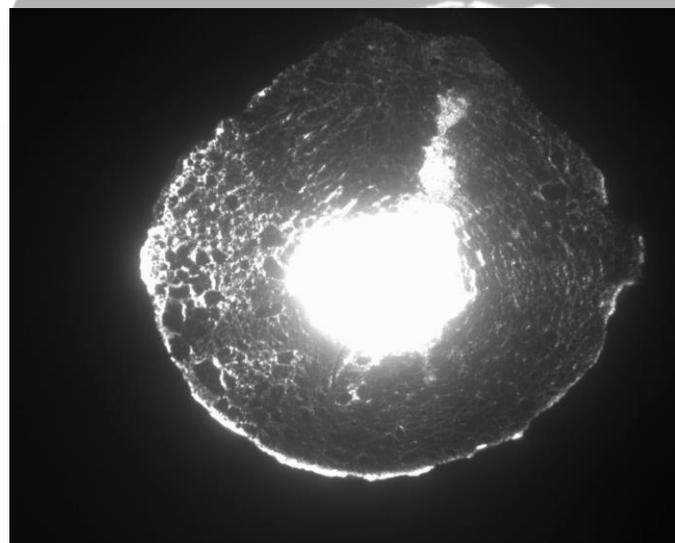
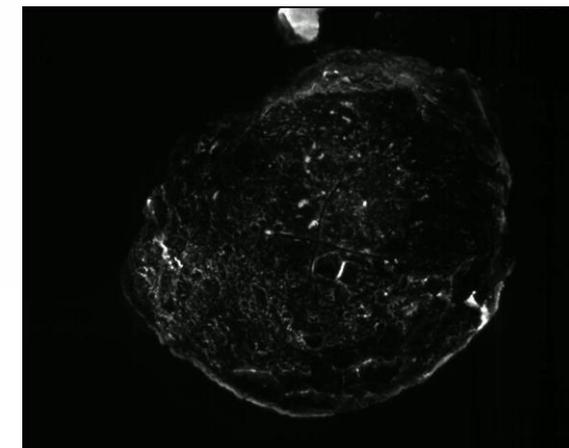
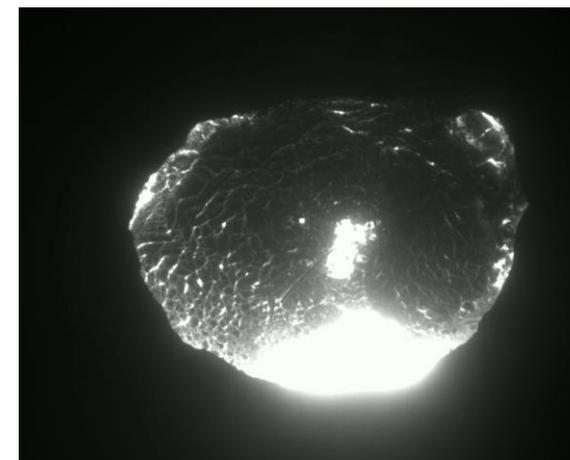
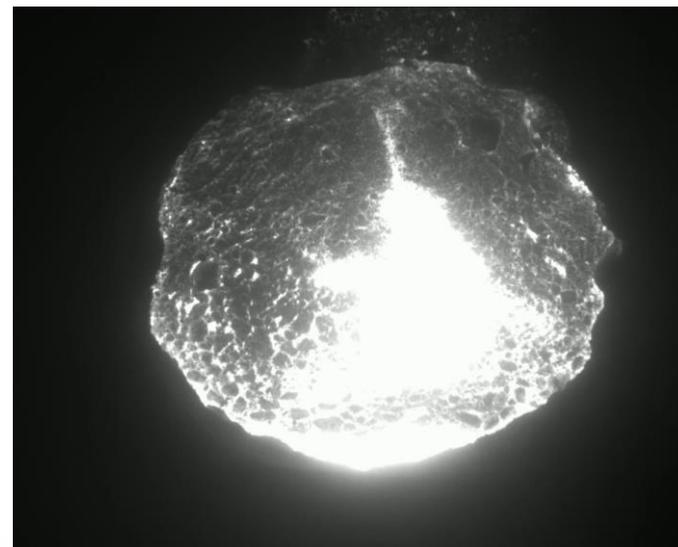
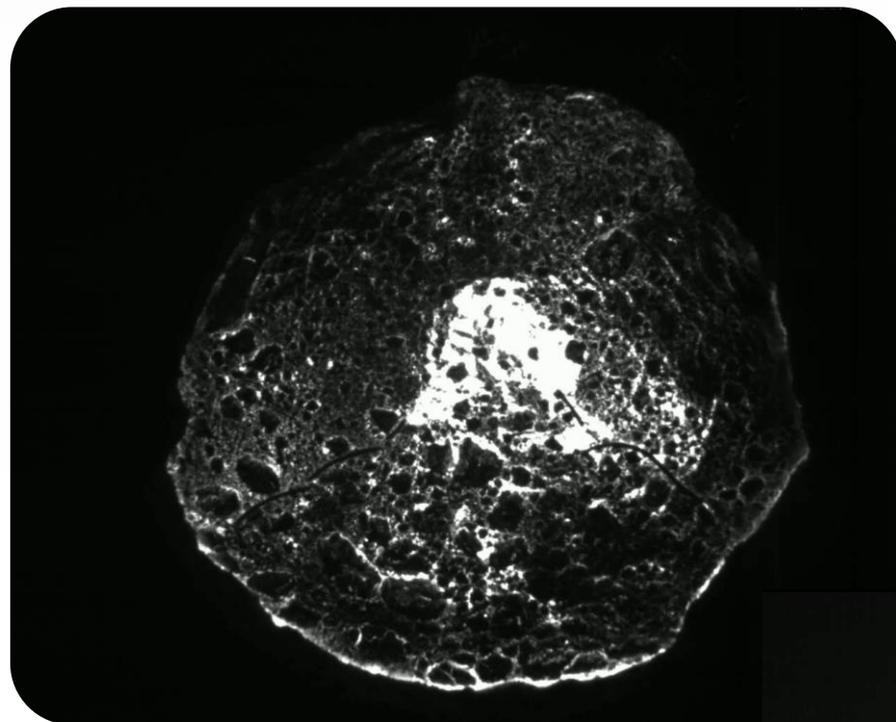
Эксперты вручную отмечают степень удаления шлака на изображениях.

3

Подготовка датасета

Формирование обучающей и тестовой выборки.

Примеры данных

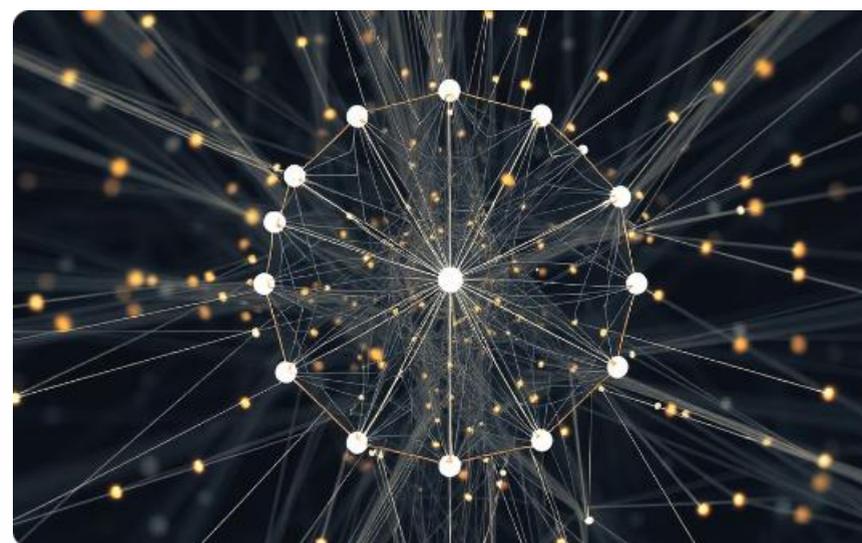


Разработка нейросетевой модели



Выбор архитектуры

Проводится анализ различных нейросетевых архитектур, подходящих для решения задачи компьютерного зрения.



Обучение модели

Нейронная сеть обучается на подготовленном датасете с использованием методов глубокого обучения.



Оценка результатов

Проводится тестирование модели на контрольных данных для оценки ее производительности.

Анализ полученной модели

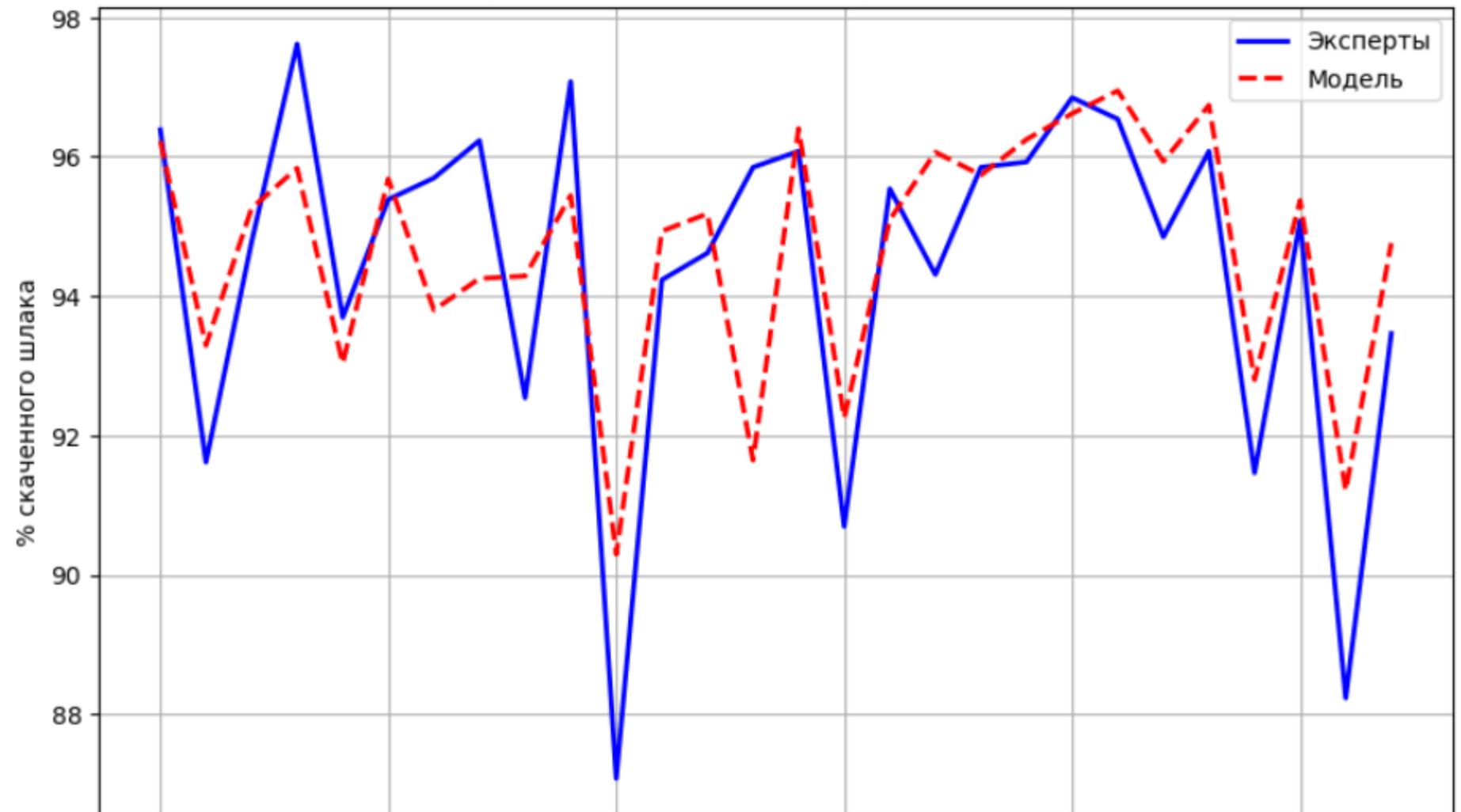
Метрики

MSE	2.493
R2	0.61

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (\hat{y}_i - y_i)^2$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum e_t^2}{\sum (y_t - \bar{y}_t)^2}$$

Сравнение ответов экспертов и модели



Интеграция модели в производственный процесс

Получение изображений

Камеры в режиме реального времени передают изображения с ковша.

Анализ изображений

Нейронная сеть обрабатывает поступающие кадры и определяет степень удаления шлака.

Отображение результатов

Данные о проценте скаченности шлака отображаются в сервисе.

Сравнение старой и новой моделей

Старая модель

Основана на анализе яркости изображения

Не учитывает дым перед камерой

Проблемы с точностью из-за искажений (дым, помехи)

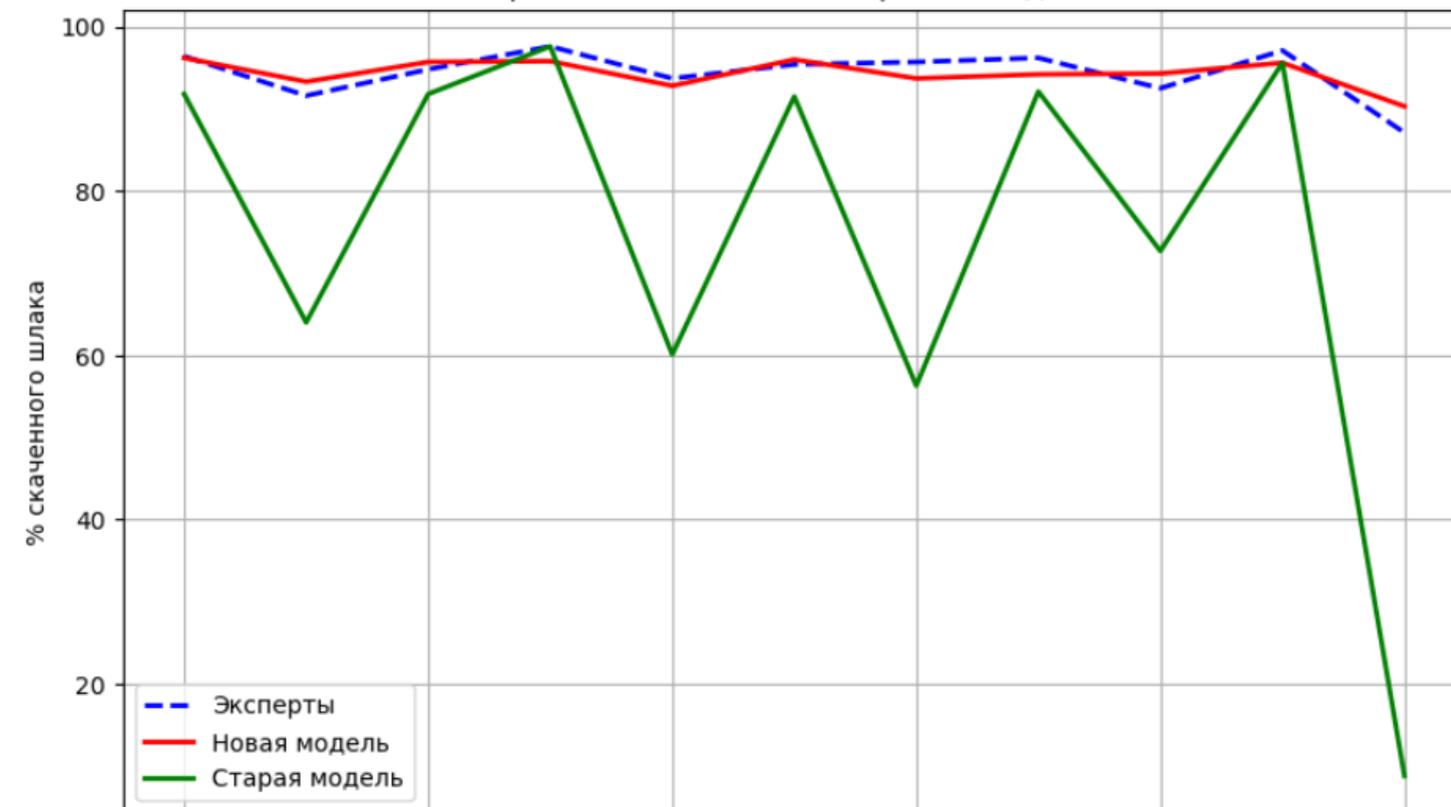
Новая модель

Нейросетевая модель с учетом сложных визуальных признаков.

Устойчивость к дыму и другим помехам.

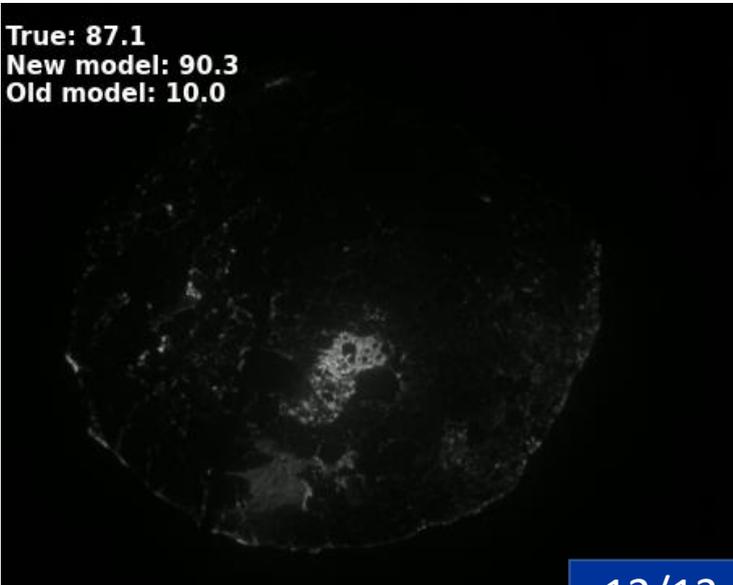
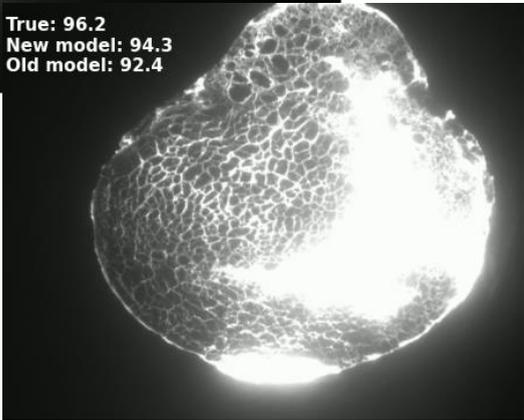
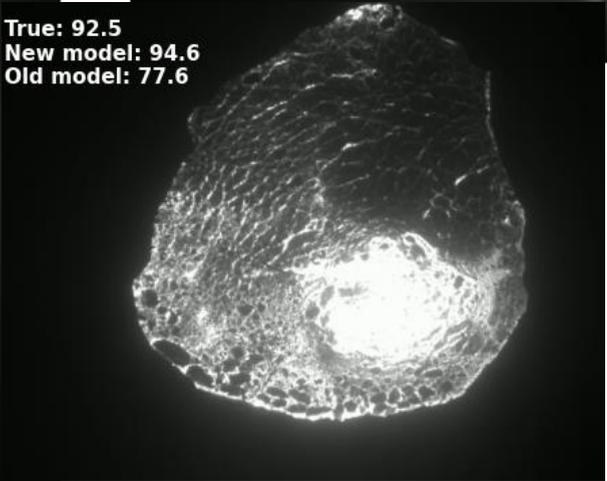
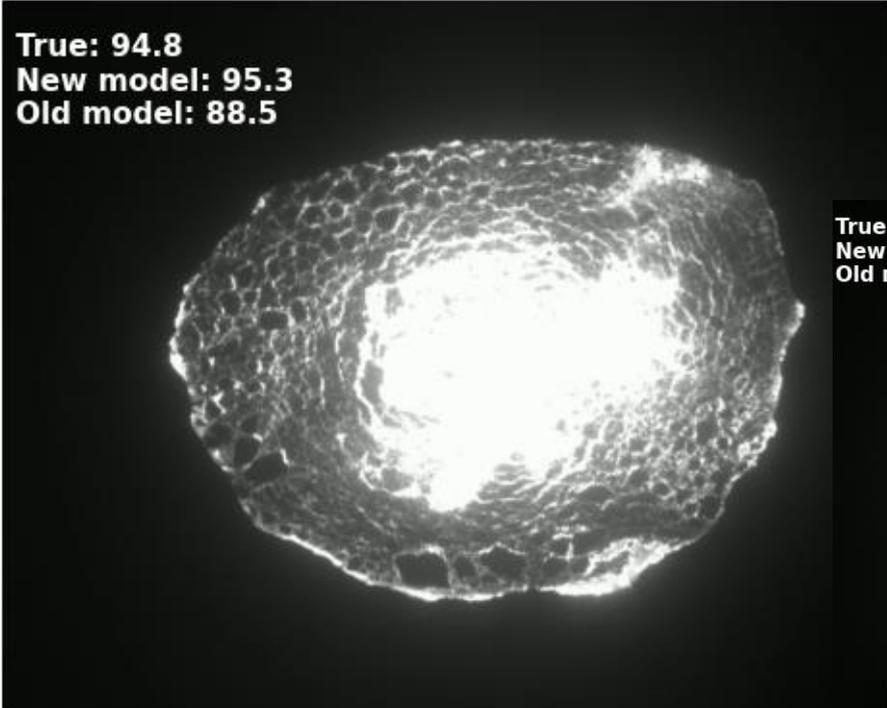
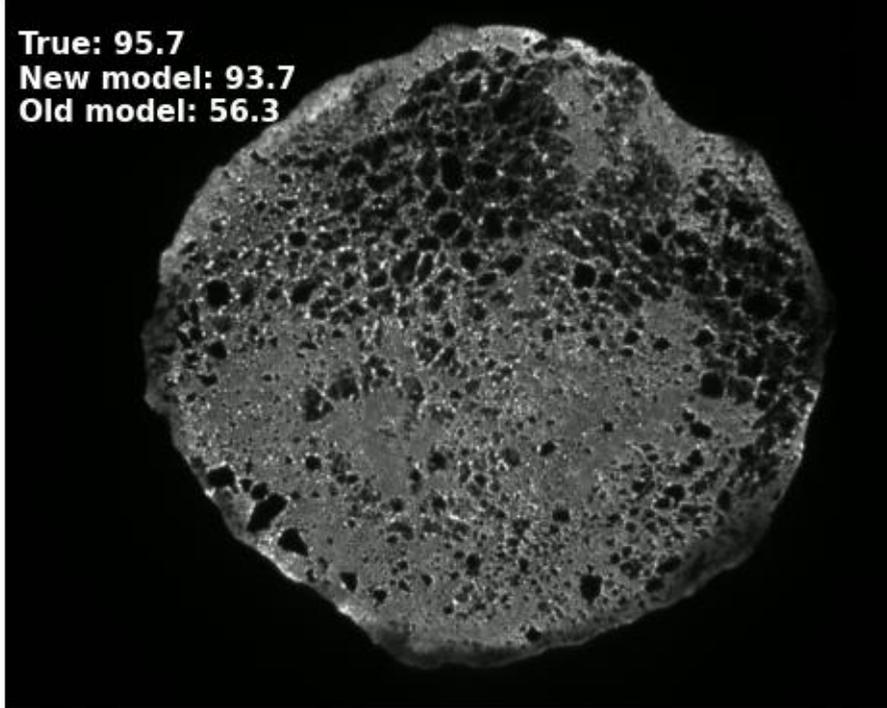
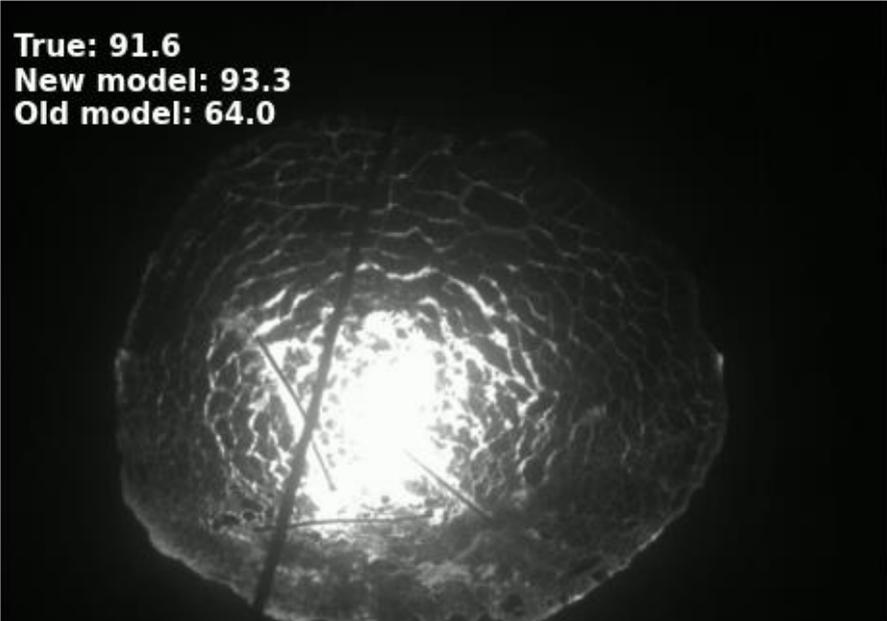
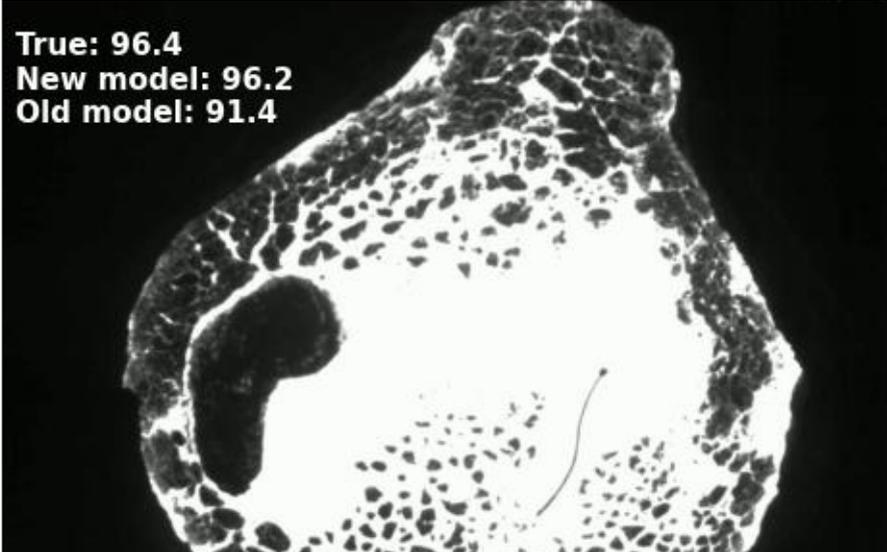
Значительно более точная оценка степени удаления шлака.

Сравнение ответов экспертов и модели



Результат: Новая модель показала лучшие результаты в точности и надежности анализа.

Примеры работы старой и новой моделей



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!