



STATANLY technologies

Программно-аппаратный комплекс для анализа однородных,
сгруппированных объектов

Отраслевые решения для задач анализа гранулометрического состава, флотации и поризации

ООО «СТААНЛИ»,
Биржевая линия, 16, Санкт-Петербург, Россия
<https://statanly.com/>

Популярные промышленные задачи



Анализ гранулометрического (анализ размера и поиск негарбарита, «глинистости», инородных тел и примесей) состава руды для корректировки режима работы дробилки



Анализ размера, формы, цветности, времени жизни, скорости пузырьков флотации для корректировки технологического процесса



Подсчет, классификация, анализ, размера, влажности и цвета окатышей руды для корректировки рецептов

Анализ групповых процессуально значимых характеристик объектов, скученно расположенных на изображении для решения технологических задач

Компания

Statanly technologies - один из ведущих разработчиков решений на базе технологий машинного обучения

7+ на рынке разработки решений на базе технологий искусственного интеллекта

400+ проектов в области машинного обучения, компьютерного зрения, языковых моделей (LLM) и анализа данных

Команда ученых, разработчиков и экспертов в области технологий ИИ, 6 кандидатов наук, 3 лауреата Yandex ML Prize

Линейка собственных продуктов на базе технологий машинного обучения и компьютерного зрения

Партнеры и друзья



Опыт и экспертиза компании

2019 г.

- Первые проекты по анализу гранулометрического состава



2020/21 г.

- Система анализа процесса флотации



2022/23 г.

- Проекты по анализу спека, окатышей, проливов, поризации



2024/25 г.

- Множество внедрений, создание промышленной платформы для автоматизации конвейерных процессов



ЕВРОХИМ
УСОЛЬСКИЙ
КАЛИЙНЫЙ КОМБИНАТ



ЕВРОХИМ
КОВДОРСКИЙ
ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ
КОМБИНАТ

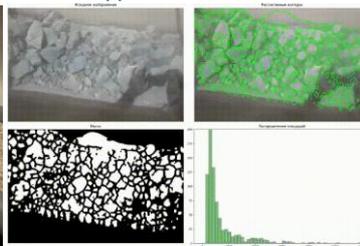


Компания **Statanly Technologies** развивает направление по созданию решений для анализа гранулометрического состава последние 7 лет. Первые проекты появились в 2019 году. Для ГК «Норильский Никель» был проведен ряд исследований возможности применения методов компьютерного зрения для определения гранулометрического состава вещества, а также характеристик процесса флотации. Успешные результаты исследований стали поводом создания целого научного направления посвященного анализу групповых процессуально значимых характеристик объектов, сгущенно расположенных на изображении для решения технологических задач и публикации множества научных статей и защиты диссертаций.

С тех пор были реализованы десятки проектов для таких крупных компаний, как

- «Норильский Никель»
- «Евраз» (Нижнетагильский комбинат, Качканарский ГОК)
- «ЕвроХим» (Усольский комбинат, Ковдорский ГОК)
- «Кнауф Гипс Кубань»
- «Калининская АЭС», «Каравай», Атомэнергомаш, Servolux, ПАО «Автодизель» и многие другие

31.12.2019 04:31:10



Программно-аппаратный комплекс

Анализ гранулометрического состава вещества

Система зарегистрирована в реестре отечественного ПО.
Реестровая запись №18280
от 12.07.2023

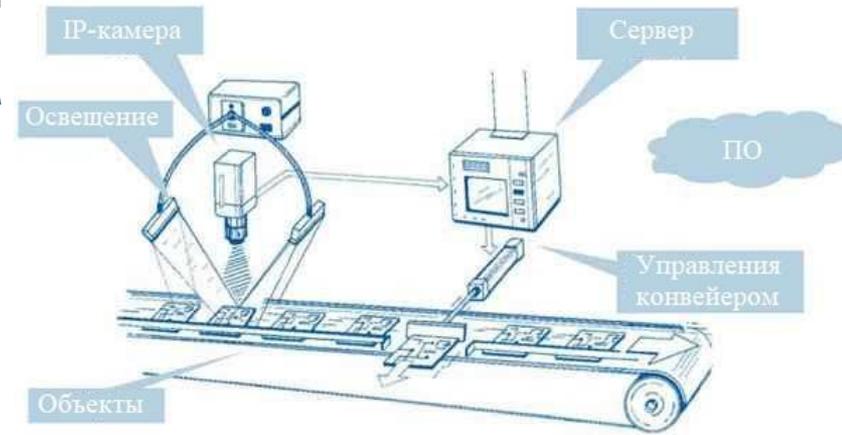
Устройство включает:

- Камеры машинного зрения с объективом и модулем автоматической настройки фокуса
- Серверное оборудование
- Одноплатный компьютер с подключением к сети завода или доступом в интернет
- Модуль питания и контроля температурного режима
- Защитный корпус (защита от пыли, грязи, перепадов температуры, внешних влияний)
- Модуль автоматической очистки объектива в случае саботажа (нарушения работы камер, которые вызывают ухудшение качества изображения или потерю визуальной информации о наблюдаемых объектах)

Система может быть оснащена дополнительным освещением, автономным питанием и беспроводной сетью.

Возможности системы:

- Анализировать гранулометрический состав вещества в реальном времени, получать и хранить статистику
- Выявлять инородные тела, наличие негабаритов на конвейерной ленте с формированием соответствующего сигнала
- Определять объем руды на конвейере
- Определять размер, форму, цветности
- Определять размер, влажность и цвет окатышей
- Определять наличие посторонних предметов (арматура, зубья ковша экскаватора, пика бутобоя и т.д.) на конвейерной ленте с формированием соответствующего сигнала
- Производить контроль «глинистости» руды на ленте конвейеров с формированием предупредительного (в виде всплывающего окна и звуковой сигнализации) сигнала
- **Формировать и выдачу рекомендаций оператору о необходимом управляющем воздействии для поддержания оптимального гранулометрического состава (изменение щели конусных дробилок, проверка целостности сит грохотов);**
- Управлять дробилкой / щелью конвейера по протоколу **Modbus**



Компоненты комплекса

Система видеоаналитики предназначена для анализа однородных, сгруппированных объектов для определения гранулометрического состава (анализ размера и поиск негарабарита) руды, размера, формы, цветности, скорости пузырьков флотации, влажности окатышей руды, подсчета и классификации объектов, распознавание дефектов

Система адаптирована к развертыванию, как на профессиональном серверном оборудовании, так и на мобильных устройствах или одноплатниках.



Triton



Hikrobot

Камеры с технологией Global Shutter, используемые в ПАК



Orange Pi 5



Raspberry Pi 5



Arduino Uno R3



Ethernet Shield W5100

Одноплатные устройства, используемые в ПАК

1. Специально разработанное устройство, позволяющее удаленно, через web-интерфейс регулировать физические механизмы настройки зума, фокуса и выдержки.
2. Одноплатный компьютер, типа Orange Pi, позволяющий собирать данные для обучения и даже проводить анализ гранулометрического состава «на борту».
3. Питание/аккумулятор.
4. Модуль подключения к внешней сети, а также возможности использования мобильного USB-модема для выхода в интернет и удаленного подключения к системе.
5. Модуль очистки экрана.

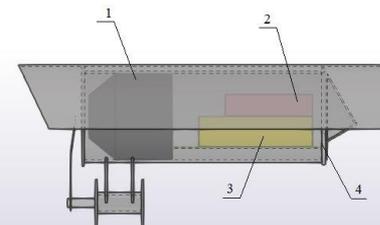
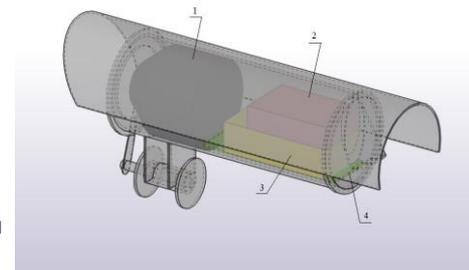
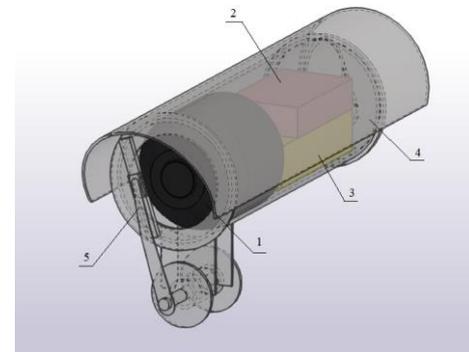
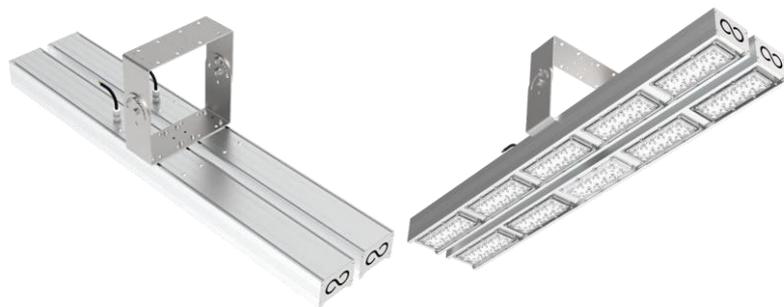


Схема мобильного ПАК

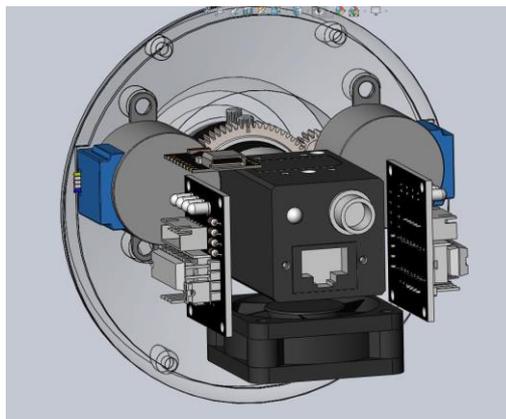
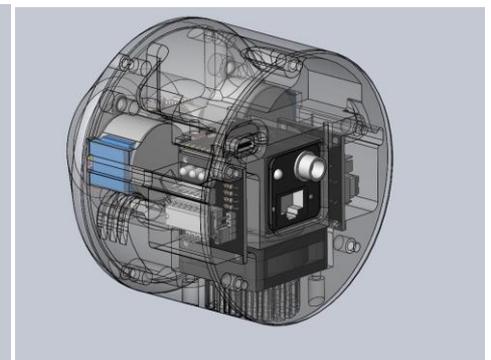
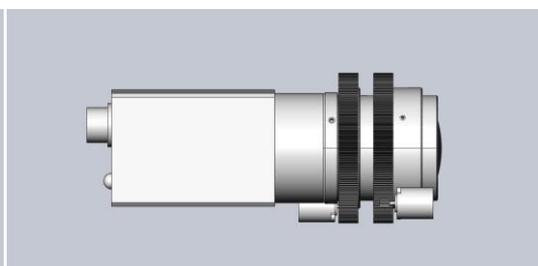
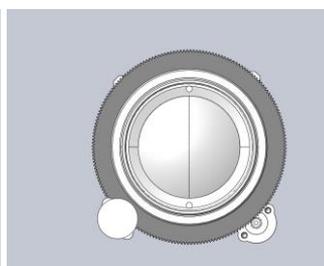


Прожектор светодиодный LED Нейтрон-М52 400Вт
60000лм пыле-влагозащищённый IP67 для,
промышленного освещения

Модуль настройки параметров камеры

Разработано специальное устройство, позволяющее удаленно, в web-интерфейсе устройства тонко настраивать параметры съемки

После установки и монтажа устройства над конвейером или другим объектом анализа необходима точная настройка параметров камеры, таких как фокусное расстояние, зум. Точная настройка этих параметров напрямую влияет на четкость анализируемого изображения и точность результатов. Даже небольшие отклонения могут повлиять на точность результатов. Все существующие объективы имеют только физические регулировки, что приводит к большим неудобствам при монтаже (в этом случае, необходимо разбирать корпус) для регулировки параметров объектива.



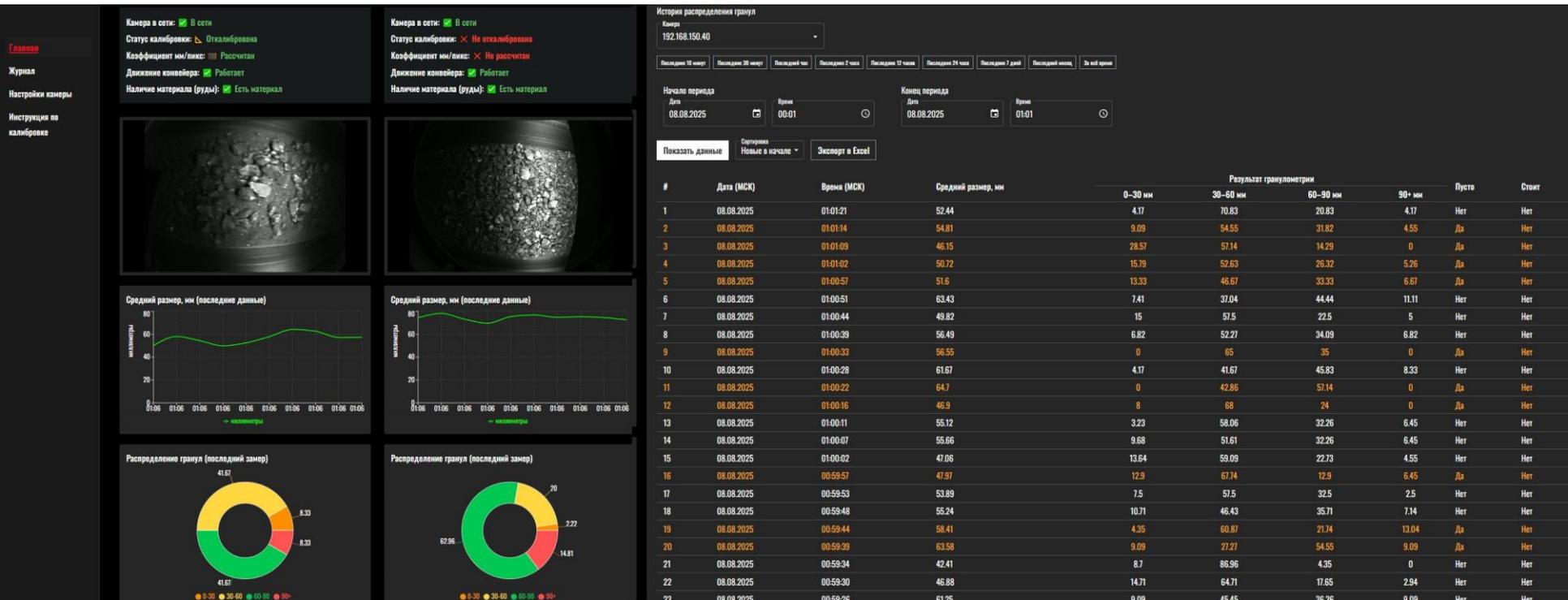
Наука и разработка специализированных устройств (ноу-хау)

Ключевым критерием успеха внедрения системы является правильный выбор оборудования, точная настройка и тестирование всех компоненты системы в лабораторных / офисных условиях до отправки на предприятие.

- Разработан новый метод слабой разметки изображений и видео с однородными объектами, который позволяет дообучать модели на новых данных без ручной разметки.
- Создана low-code платформа для автоматического добавления новых моделей (например, адаптация системы для анализа гранул на анализ флотационных пузырей, окатышей или дефектов конвейерной ленты) и дообучения существующих без участия разработчиков.
- Разработано специальное устройство, позволяющее удаленно, в web-интерфейсе устройства тонко настраивать параметры съемки (фокус, яркость, выдержку)



Обзор системы



Интерфейс системы видеоналики предназначен для контроля за гранулометрическим составом руды. Работа с интерфейсом системы осуществляется с помощью веб-браузеров Google Chrome, Mozilla Firefox, а также десктопным приложением.

Обзор системы

Главная

Журнал

[Настройки камер](#)

Инструкция по
калибровке

Добавить камеру

Доступные камеры в сети

192.168.150.40

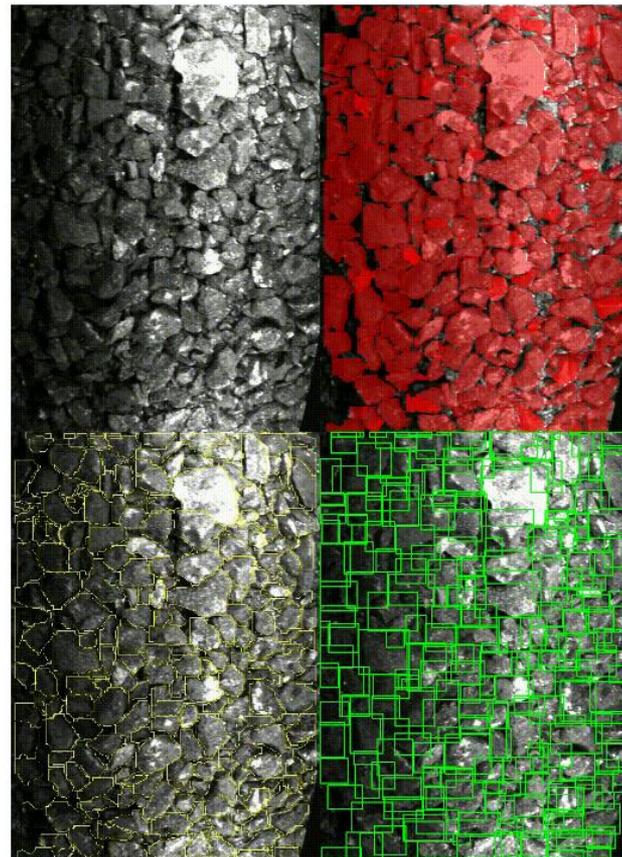
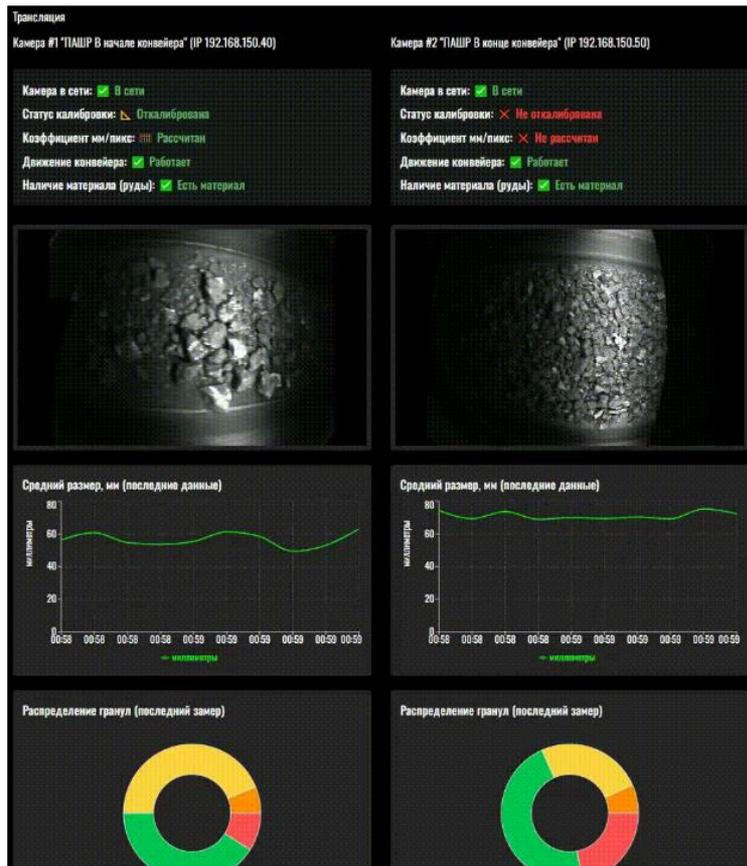
192.168.150.50

С

Камера	Статус	Действия
IP: 192.168.150.40 Имя: ПАШР В начале конвейера Порядковый номер: 1	Тип дробилки: ● Малая Камера в сети: ✔ В сети Запись видео для калибровки: ■ Не ведется Статус калибровки: 🚧 Откалибрована Коэффициент мм/пикс: 📏 Рассчитан Движение конвейера: ✔ Работает Наличие материала (руды): ✔ Есть материал	Редактировать камеру Калибровать камеру Рассчитать коэффициент мм/пиксель Показ замеров на реальном кадре Просмотр трансляции с сегментированными камнями Удалить камеру
IP: 192.168.150.50 Имя: ПАШР В конце конвейера Порядковый номер: 2	Тип дробилки: ● Малая Камера в сети: ✔ В сети Запись видео для калибровки: ■ Не ведется Статус калибровки: ✗ Не откалибрована Коэффициент мм/пикс: ✗ Не рассчитан Движение конвейера: ✔ Работает Наличие материала (руды): ✔ Есть материал	Редактировать камеру Калибровать камеру Рассчитать коэффициент мм/пиксель Показ замеров на реальном кадре Просмотр трансляции с сегментированными камнями Удалить камеру

Модуль добавления и настройки камер позволяет добавлять в систему любое количество IP-камер для анализа гранулометрического состава и других задач.

Обзор системы



Система позволяет просматривать результаты измерения гранулометрического состава в режиме реального времени. Получать статистику и выгружать отчеты в различных форматах.



Интеграция

(REST API, gRPC, WebSocket, AMQP, MQTT, Modbus)



Интеграция платформы со внутренними системами и сегментами сети предприятия, корпоративной платформой данных (EDP), платформой промышленного интернета вещей (IIoT)



LDAP , Microsoft Active Directory (аутентификация через корпоративные сервисы).



Интеграция со внутренними CRM: 1С, CRM, ЕБС/КБС.



Интеграция на уровне баз данных - хранение данных, результатов анализа, логирования и статистики.



Нотификации через Email, SMS, Telegram



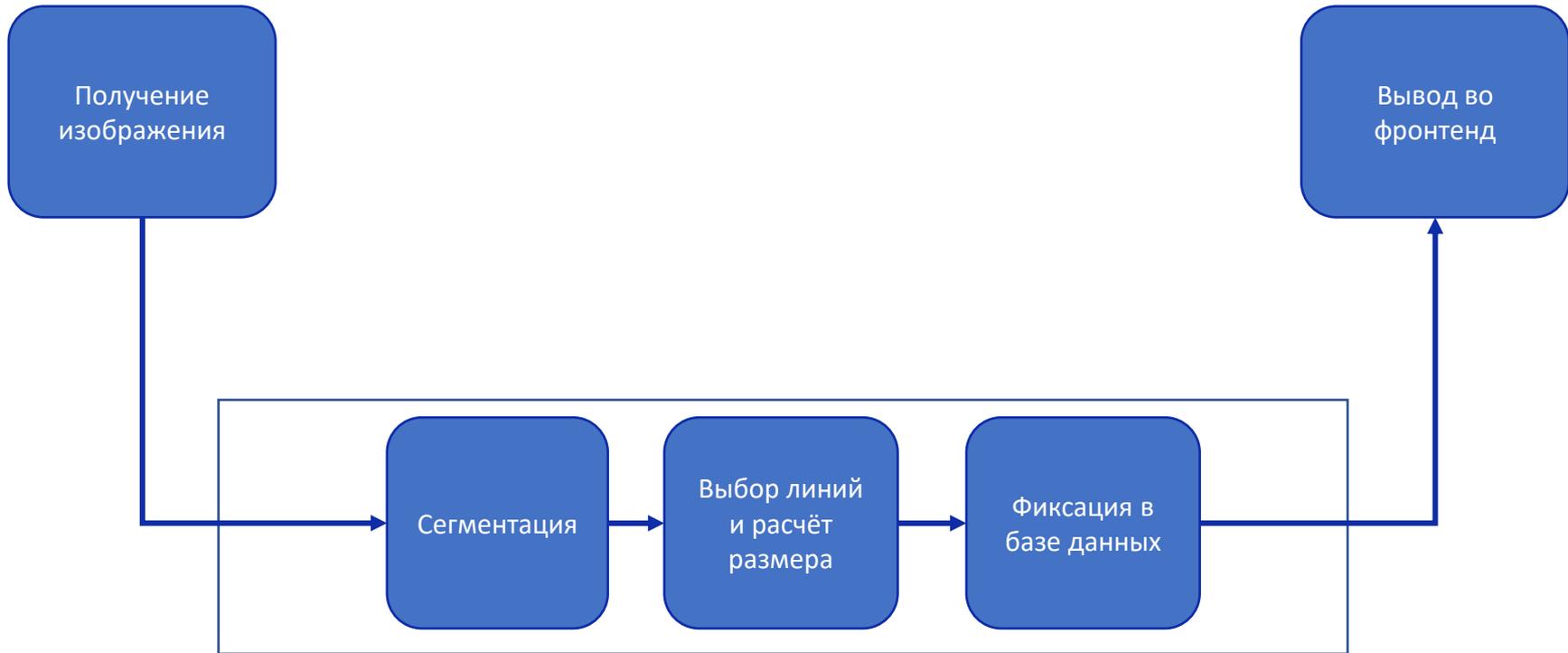
Управление конвейером (целью, дробилкой) по протоколу **modbus-tcp**

Приложение

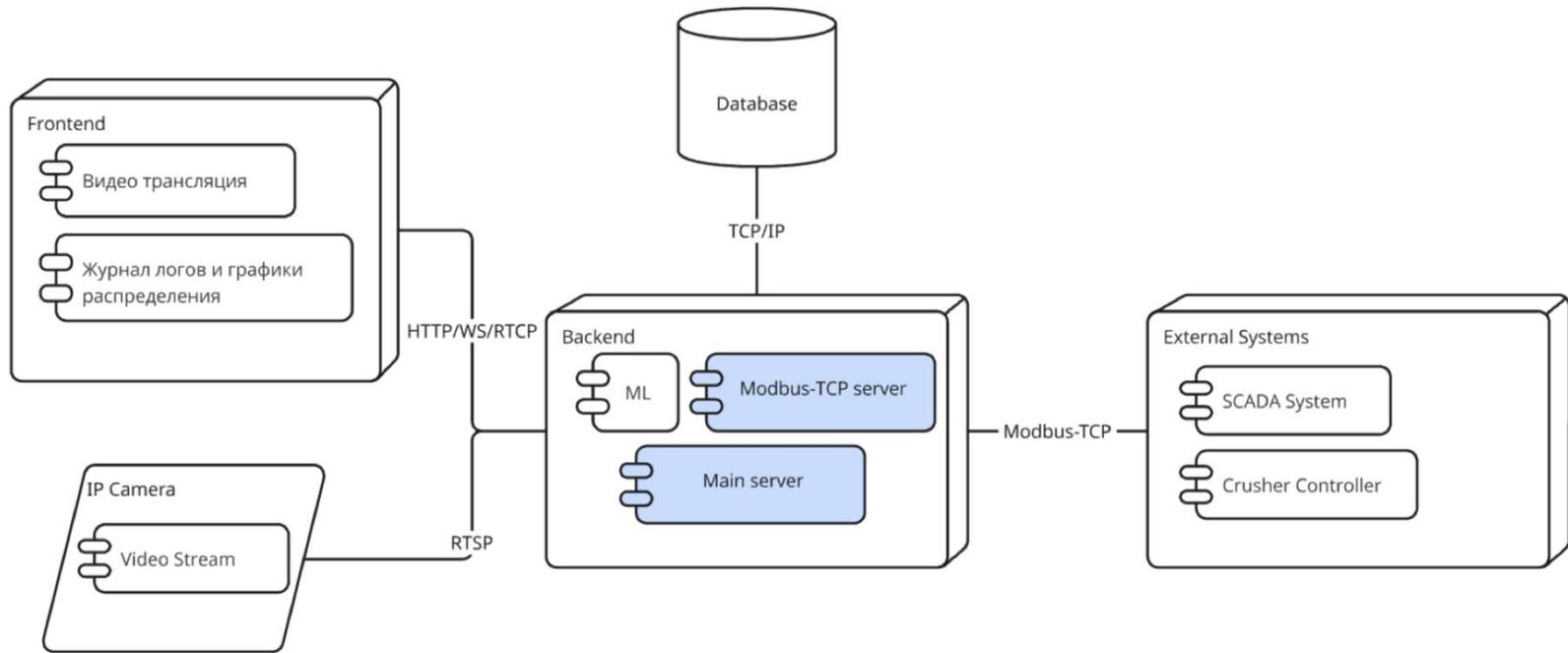
- Архитектура
- Интерфейсы
- Технологии



Конвейер обработки



Архитектура

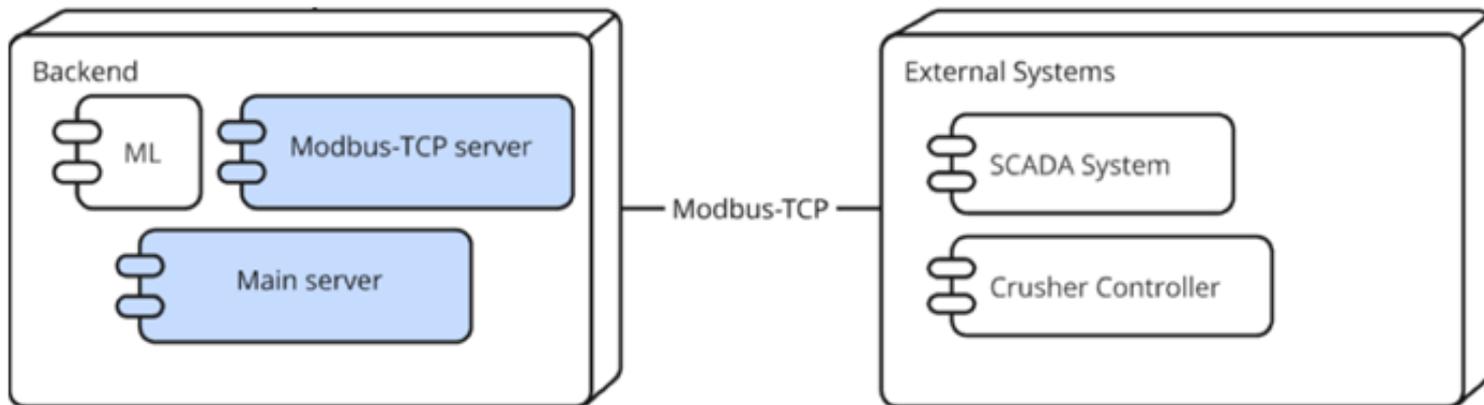


Протокол modbus-tcp

Логика работы контроллера

При добавлении камеры выбирается один из режимов дробления, идентичные описанным в регистрах контроллера. Система анализирует видеопоток с конвейера для выявления превышения допустимой размерности гранул относительно выбранного режима дробления. При определении, что в других режимах процентное распределение достигает 5 процентов, переключаем режим дробления на этот режим.

При нахождении нескольких таких режимов, выбирается максимальный из них.



Ключевой стек технологий

Гранулометрический анализ



Серверная часть



Хранение данных



Пользовательский интерфейс



Интерфейс. Главный экран

Авторизация

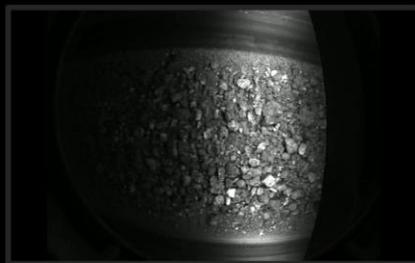
Трансляция

Камера #1 "ПАШР В начале конвейера" (IP 192.168.150.40)

Камера в сети: ✔ В сети
Статус калибровки: ⚠ Откалибрована
Коэффициент мм/пикс: ▬▬▬ Рассчитан
Движение конвейера: ✔ Работает
Наличие материала (руды): ⚠ Пуст

Камера #2 "ПАШР В конце конвейера" (IP 192.168.150.50)

Камера в сети: ✔ В сети
Статус калибровки: ✘ Не откалибрована
Коэффициент мм/пикс: ✘ Не рассчитан
Движение конвейера: ✔ Работает
Наличие материала (руды): ✔ Есть материал



Средний размер, мм (последние данные)



Средний размер, мм (последние данные)



Авторизация

Трансляция

Камера #1 "ПАШР В начале конвейера" (IP 192.168.150.40)

Камера в сети: ✔ В сети
Статус калибровки: ⚠ Откалибрована
Коэффициент мм/пикс: ▬▬▬ Рассчитан
Движение конвейера: ✔ Работает
Наличие материала (руды): ✔ Есть материал



Средний размер, мм (последние данные)



Камера #2 "ПАШР В конце конвейера" (IP 192.168.150.50)

Камера в сети: ✔ В сети
Статус калибровки: ✘ Не откалибрована
Коэффициент мм/пикс: ✘ Не рассчитан
Движение конвейера: ✔ Работает
Наличие материала (руды): ✔ Есть материал



Средний размер, мм (последние данные)



Распределение гранул (последний замер)



Распределение гранул (последний замер)



Интерфейс.

Статистика, отчеты

A1	A	B	C	D	E
id	Дата (МСК)	Время (МСК)	Средний размер, мм	Макс. размер, мм	
1	95081	07.08.2025	13:37:20	54,11 [9,09, 54,55, 0,0, 54,55]	
2	95079	07.08.2025	13:37:14	59,5 [15,38, 0,0, 69,23, 69,23]	
3	95077	07.08.2025	13:37:08	48,88 [21,43, 42,86, 0,0, 42,86]	
4	95075	07.08.2025	13:37:03	57,3 [4,55, 54,55, 0,0, 54,55]	
5	95073	07.08.2025	13:36:58	54,56 [28,57, 50,0, 0,0, 50,0]	
6	95071	07.08.2025	13:36:52	56,55 [27,59, 55,17, 0,0, 55,17]	
7	95069	07.08.2025	13:36:46	54,08 [26,67, 53,33, 0,0, 53,33]	
8	95068	07.08.2025	13:36:42	56,09 [5,26, 57,89, 0,0, 57,89]	
9	95066	07.08.2025	13:36:37	72,14 [21,74, 39,13, 0,0, 39,13]	
10	95064	07.08.2025	13:36:31	54,09 [0,0, 33,33, 66,67, 66,67]	
11	95062	07.08.2025	13:36:26	62,6 [28,57, 57,14, 0,0, 57,14]	
12	95060	07.08.2025	13:36:22	59,34 [4,76, 57,14, 0,0, 57,14]	
13	95058	07.08.2025	13:36:16	58,2 [4,55, 54,55, 0,0, 54,55]	
14	95056	07.08.2025	13:36:10	63,12 [5,0, 55,0, 0,0, 55,0]	
15	95054	07.08.2025	13:36:05	85,65 [28,57, 42,86, 0,0, 42,86]	
16	95052	07.08.2025	13:35:59	60,09 [10,81, 54,05, 0,0, 54,05]	
17	95050	07.08.2025	13:35:52	71,24 [25,0, 41,67, 0,0, 41,67]	
18	95048	07.08.2025	13:35:46	47,85 [12,5, 0,0, 87,5, 87,5]	
19	95046	07.08.2025	13:35:41	65,32 [25,71, 45,71, 0,0, 45,71]	
20	95044	07.08.2025	13:35:36	56,83 [12,5, 41,67, 0,0, 41,67]	
21	95041	07.08.2025	13:35:29	55,67 [12,5, 46,88, 0,0, 46,88]	
22	95039	07.08.2025	13:35:23	55 [9,09, 54,55, 0,0, 54,55]	
23	95038	07.08.2025	13:35:19	62,67 [29,17, 45,83, 0,0, 45,83]	
24	95036	07.08.2025	13:35:14	66,99 [18,52, 40,74, 0,0, 40,74]	
25	95034	07.08.2025	13:35:08	72,76 [25,0, 41,67, 0,0, 41,67]	
26	95032	07.08.2025	13:35:02	52 [0,0, 31,58, 68,42, 68,42]	
27	95030	07.08.2025	13:34:56	53,61 [7,69, 30,77, 61,54, 61,54]	
28	95028	07.08.2025	13:34:51	65,38 [10,53, 52,63, 0,0, 52,63]	
29	95026	07.08.2025	13:34:45	57,03 [20,0, 55,0, 0,0, 55,0]	
30	95024	07.08.2025	13:34:39	55,28 [11,11, 55,56, 0,0, 55,56]	
31	95022	07.08.2025	13:34:33	61,18 [0,0, 57,14, 0,0, 57,14]	
32	95020	07.08.2025	13:34:28	59,26 [20,0, 53,33, 0,0, 53,33]	
33	95017	07.08.2025	13:34:22	49,2 [28,57, 57,14, 0,0, 57,14]	
34	95015	07.08.2025	13:34:16	72,03 [0,0, 33,33, 0,0, 33,33]	
35	95013	07.08.2025	13:34:09	49,04 [16,0, 0,0, 64,0, 64,0]	
36	95010	07.08.2025	13:34:01	62,72 [0,0, 50,0, 0,0, 50,0]	
37	95008	07.08.2025	13:33:55	46,1 [20,0, 50,0, 0,0, 50,0]	

Выгрузка отчета в
exel-формате

Авторизация

Главная
[Журнал](#)

Настройки камеры

Инструкция по калибровке

История распределения гранул

Камера

192.168.150.40

Последние 10 минут
Последние 30 минут
Последний час
Последние 2 часа
Последние 12 часов
Последние 24 часа
Последние 7 дней
Последний месяц
За всё время

Начало периода

Дата

Время

07.08.2025

13:07

Конец периода

Дата

Время

07.08.2025

13:37

Показать данные

Сортировка
Новые в начале

Экспорт в Excel

#	Дата (МСК)	Время (МСК)	Средний размер, мм	Результат гранулометрии				Пусто	Стоит
				0–30 мм	30–60 мм	60–90 мм	90+ мм		
1	07.08.2025	13:37:20	54.11	9.09	54.55	31.82	4.55	Нет	Нет
2	07.08.2025	13:37:14	59.5	0	69.23	15.38	15.38	Да	Нет
3	07.08.2025	13:37:08	48.88	21.43	42.86	35.71	0	Нет	Нет
4	07.08.2025	13:37:03	57.3	4.55	54.55	36.36	4.55	Да	Нет
5	07.08.2025	13:36:58	54.56	10.71	50	28.57	10.71	Нет	Нет
6	07.08.2025	13:36:52	56.55	6.9	55.17	27.59	10.34	Нет	Нет
7	07.08.2025	13:36:46	54.08	13.33	53.33	26.67	6.67	Да	Нет
8	07.08.2025	13:36:42	56.09	0	57.89	36.84	5.26	Да	Нет

История распределения гранул

Главная
[Журнал](#)

Настройки камеры

Инструкция по калибровке

История распределения гранул

Камера

192.168.150.40

Последние 10 минут
Последние 30 минут
Последний час
Последние 2 часа
Последние 12 часов
Последние 24 часа
Последние 7 дней
Последний месяц
За всё время

Начало периода

Дата

Время

07.08.2025

13:07

Конец периода

Дата

Время

07.08.2025

13:37

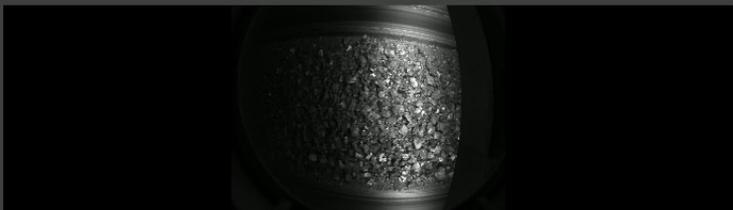
Показать данные

Сортировка
Новые в начале

Экспорт в Excel

Интерфейс. Настройки

Калибровка камеры #2 "ПАШР В конце конвейера" (IP 192.168.150.50)



Параметры шахматной доски

Ширина доски (число ...)

Высота доски (число ...)

Размер одной клетки (...)

Сохранить

Не найдены значения board_size: width=None, height=None

Запись видео и калибровка

Начать запись

Остановить запись

Удалить записи

Статус записи видео: ■ Запись не идёт

Статус калибровки: ✗ Камера не откалибрована

Проверить статус

Начать калибровку

SKIP_STEP

3

Остановить калибровку

Закорить

Калибровка камеры

Авторизация

Добавить камеру

Доступные камеры в сети

192.168.150.40

192.168.150.50

Камера	Статус	Действия
IP: 192.168.150.40 Имя: ПАШР В начале конвейера Порядковый номер: 1	Тип дробилки: ● Малая Камера в сети: ✓ В сети Запись видео для калибровки: ■ Не ведётся Статус калибровки: ↔ Откалибрована Коэффициент мм/кадр: Расчитан Движение конвейера: ✓ Работает Наличие материала (руды): ▲ Пуст	Редактировать камеру Калибровать камеру Рассчитать коэффициент мм/кадр Поиск замеров на реальном кадре Просмотр трансляции с сегментированными канники Удалить камеру
IP: 192.168.150.50 Имя: ПАШР В конце конвейера Порядковый номер: 2	Тип дробилки: ● Малая Камера в сети: ✓ В сети Запись видео для калибровки: ■ Не ведётся Статус калибровки: ✗ Не откалибрована Коэффициент мм/кадр: ✗ Не рассчитан Движение конвейера: ✓ Работает Наличие материала (руды): ▲ Есть материал	Редактировать камеру Калибровать камеру Рассчитать коэффициент мм/кадр Поиск замеров на реальном кадре Просмотр трансляции с сегментированными канники Удалить камеру

Настройки камер

Редактирование камеры #2 "ПАШР В конце конвейера" (IP 192.168.150.50)

Имя камеры: ПАШР В конце конвейера

Порядковый номер камеры: 2

Привязать: ✓ Камера доступна

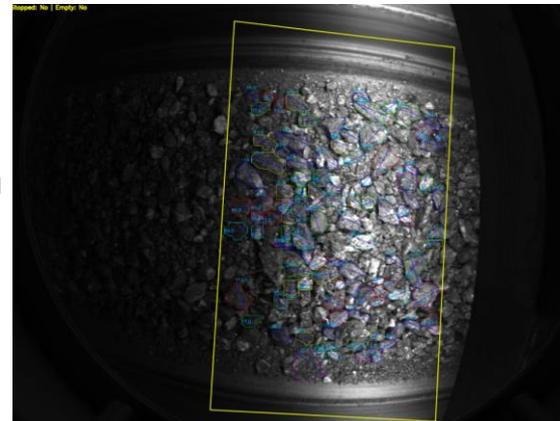
Коэффициент дробилки: МАЛЫЙ

Время экспозиции (мс): 6000

Область анализа (полтеги)

Сбросить область Отмена Обновить

Параметры съёмки



Интерфейс. Настройка

В системе предусмотрена подробная инструкция по работе и настройке камер.

Калибровка камеры предназначена для того, чтобы сопоставить вычисленные размеры фракций измеряемые алгоритмами в "пикселях" реальным значениям в миллиметрах. В зависимости от геометрии, краевых отклонений объектива (дисторсии) и других оптических aberrаций неоткалиброванная камера будет давать существенные погрешности определения фракций.

Метод калибровки камеры, заложенный в систему крайне прост. Для этого нужно распечатать специальную "шахматную доску", изображение которой можно скачать в разделе *Настройки*. Далее, указать параметры шахматной доски и нажать кнопку "Сохранить". Включить запись, после чего, останется пронести шахматную доску под камерой в среднем темпе, на трёх уровнях по высоте (50–10 см). Важно покрыть все области обзора, включая углы. **Камера откалибрована и система полностью готова к эксплуатации.**

Выйти

Добавить камеру

Доступные камеры в

192.168.150.40

192.168.150.50

Ссылка

Пол

192.168.150.50 (97

140

Редактировать камеру

Время экспозиции (мс)

5000

Область анализа (полигон)

Редактировать

Считать коэффициент мм/пиксел

Сбросить области

Отмена

Обновить

Инструкция по калибровке камер для определения гранулометрического состава руды

[Скачать эту инструкцию в PDF](#)

Предварительные шаги (уже выполнены)

Установите камеру над конвейером в рабочее положение – камера должна смотреть вниз перпендикулярно конвейеру.

Настройте сеть и IP-адрес камеры. Добавьте камеру в сервис на сайте.

Проверьте трансляцию камеры в сервисе, настройте освещение (центр обзора должен быть освещён, без засветов).

Настройте фокус и диафрагму (камни должны быть чётко видны, границы различимы).

Укажите корректную зону обработки.

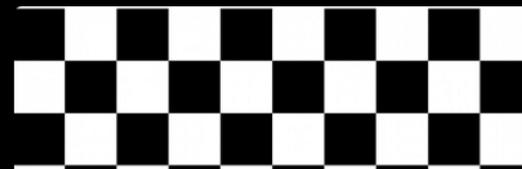
Подготовка шахматной доски

Распечатайте шахматную доску без внешних полей (только клетки). Замерьте размер клетки линейкой.

Доска должна быть ровной — наклейте её на картон. Запомните размер доски и клетки (понадобится в сервисе).

ⓘ Не используйте картинку ниже для печати! Для распечатки используйте отдельный файл с высоким разрешением.

[Скачать шахматную доску в высоком разрешении для печати \(PDF\)](#)





Поддержка

По любым вопросам работы системы



<https://statanly.com>



support@statanly.com



8(800)-770-71-78



https://t.me/+_r5eEjDIZs1MGY6