

НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИТМО

ЦЕНТР АВТОРИЗОВАННОГО
ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМ
ТЕХНОЛОГИЯМ

ДИПЛОМНЫЙ
ПРОЕКТ

Разработка робототехнического комплекса с использованием системы технического зрения для анализа продукции

Докладчик:

Студент гр. 3331506/00401

Варламов Игорь Андреевич

Руководитель:

Обоснование и актуальность темы

Вступление

Повышение производительности

Повышение качества

Сокращение затрат на рабочую силу и ресурсы

Повышенная гибкость и масштабируемость

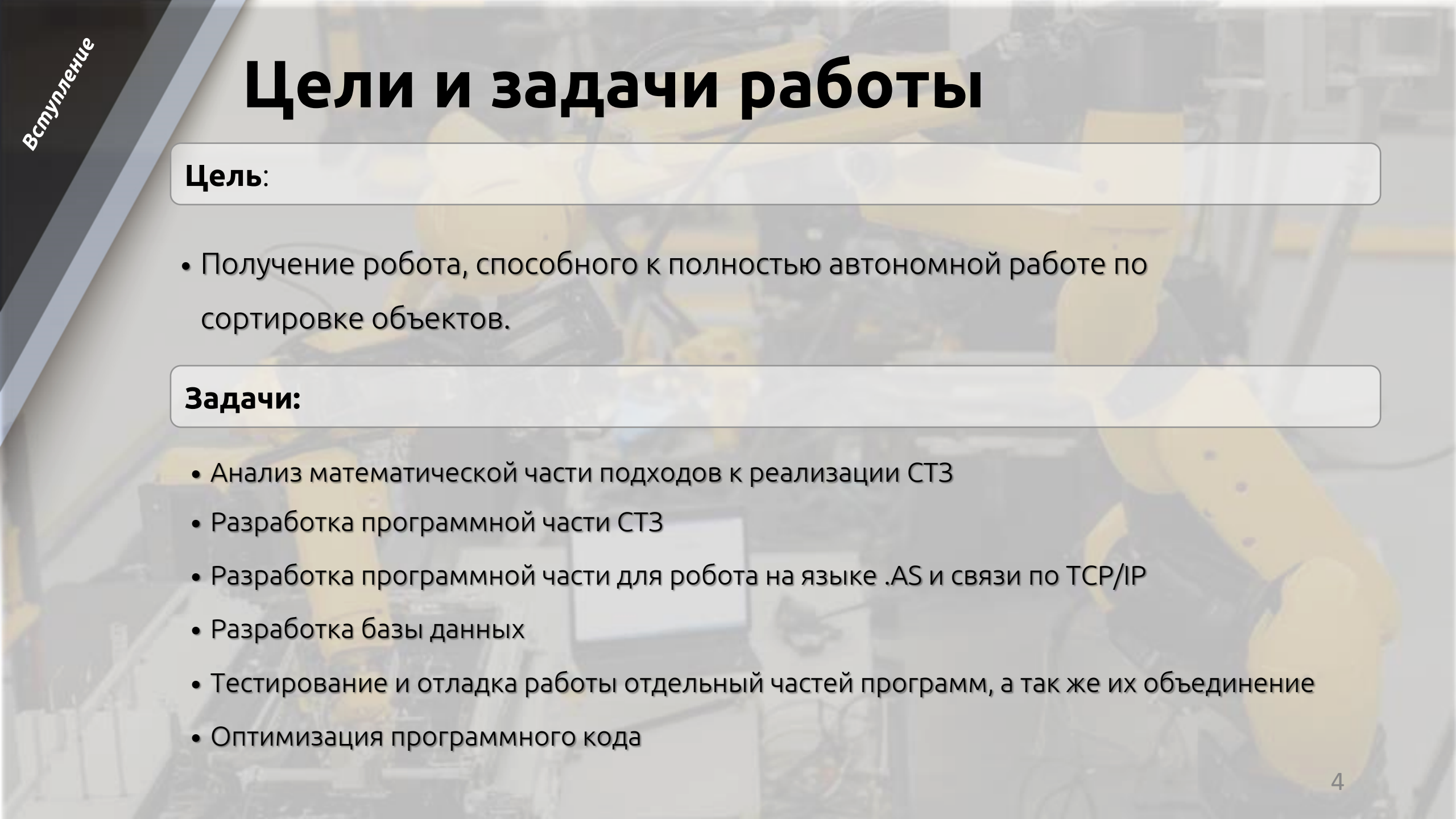


Объект и предмет исследования

Объект исследования: Робототехнический комплекс (робот Kawasaki RS007), оснащенный системой технического зрения (Камера технического зрения ace Basler).



Предмет исследования: Автоматизация процесса обнаружения, захвата, транспортировки и сортировки заготовок на производстве с использованием робототехнического комплекса.



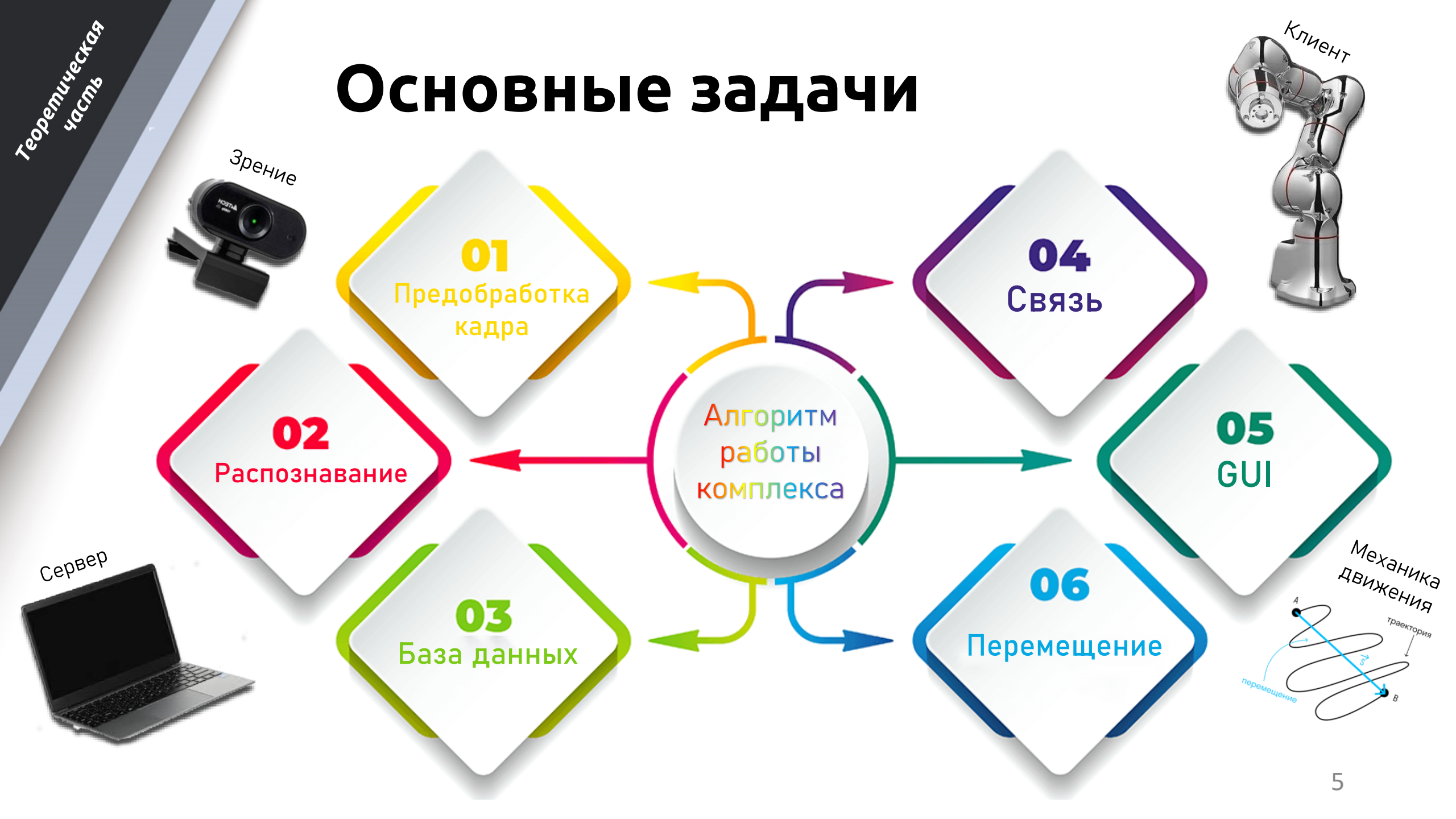
Цели и задачи работы

Цель:

- Получение робота, способного к полностью автономной работе по сортировке объектов.

Задачи:

- Анализ математической части подходов к реализации СТЗ
- Разработка программной части СТЗ
- Разработка программной части для робота на языке .AS и связи по TCP/IP
- Разработка базы данных
- Тестирование и отладка работы отдельных частей программ, а так же их объединение
- Оптимизация программного кода



Проблемы и методы решения предобработки кадра

- Понижение шума - фильтрация
- Улучшение контрастности и резкости
- Удаление фонов и объектов в заднем плане
- Устранение искажений и коррекция
- Сегментация объектов
- Улучшение освещения
- Коррекция искажений

Гауссов фильтр

Коррекция яркости и контраста

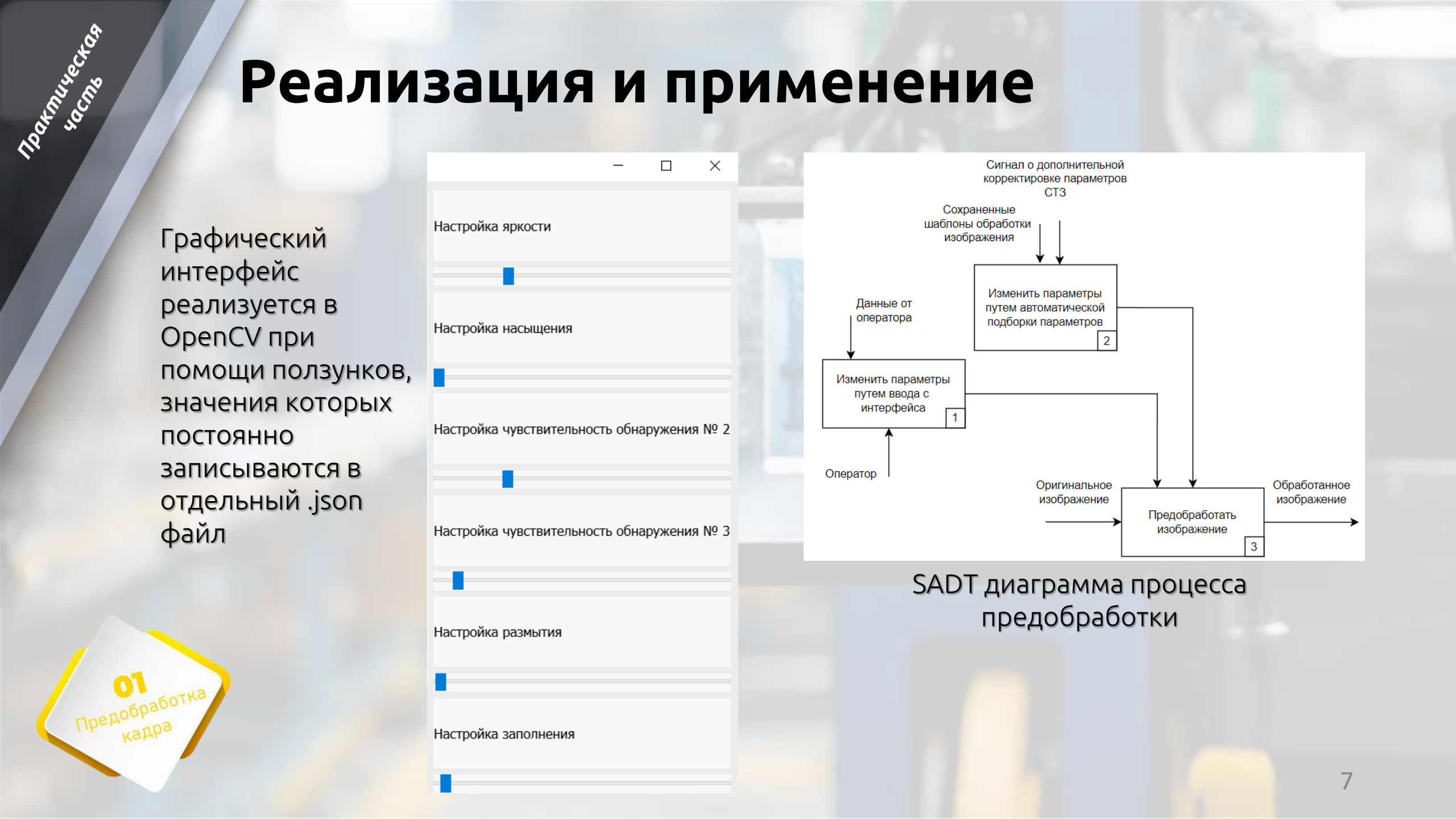
Бинаризация

Цветовая коррекция

Границы и контуры, кластеризация

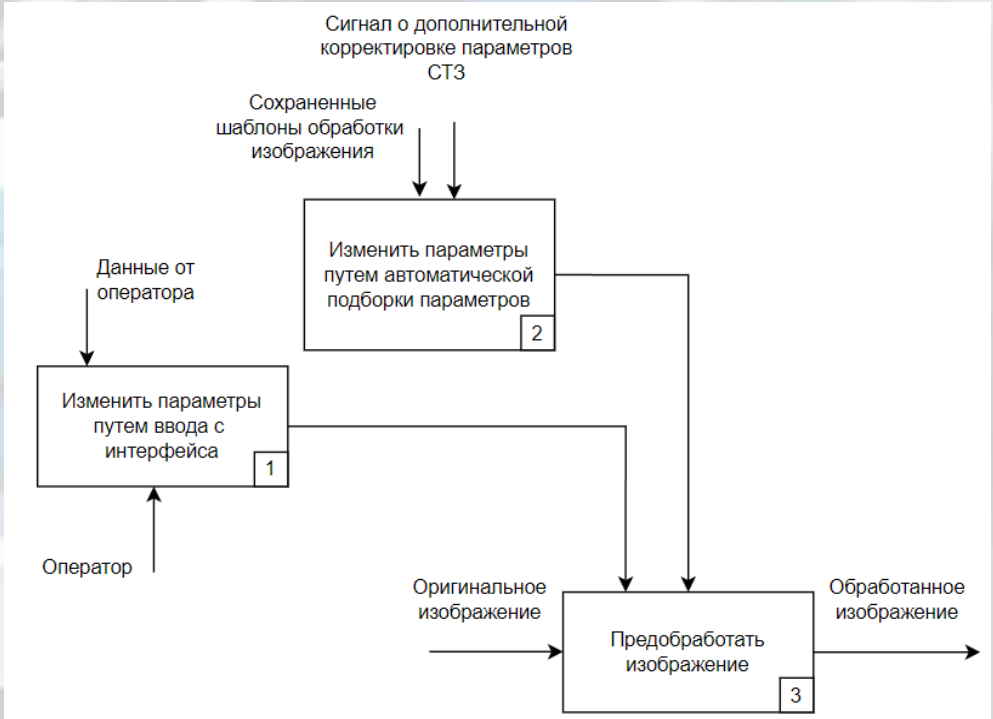
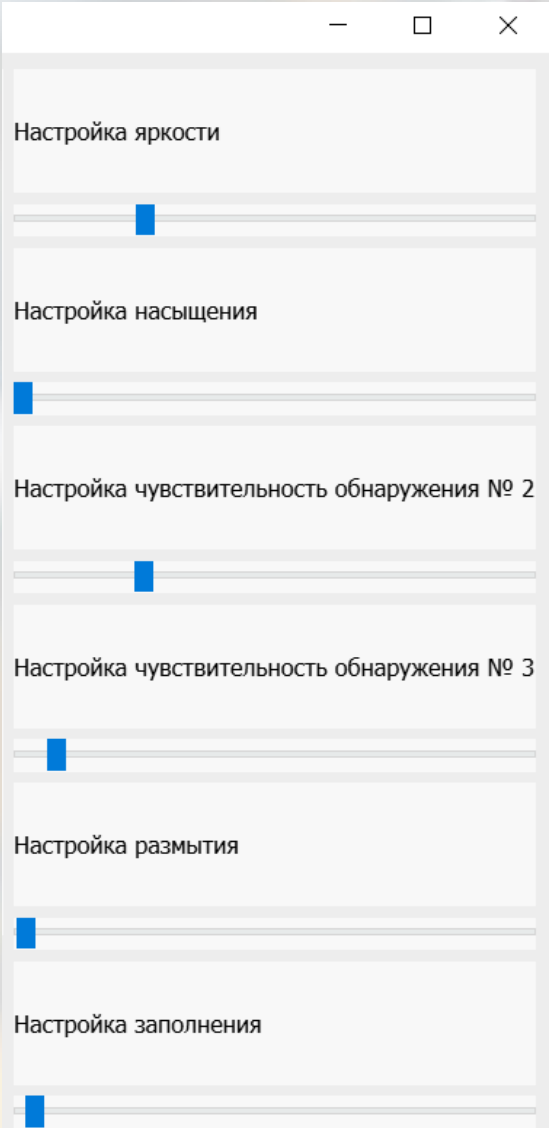
Нормализация

Морфологические операции

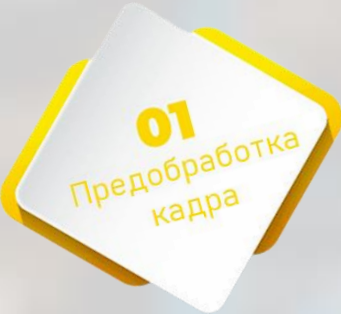


Реализация и применение

Графический интерфейс реализуется в OpenCV при помощи ползунков, значения которых постоянно записываются в отдельный .json файл

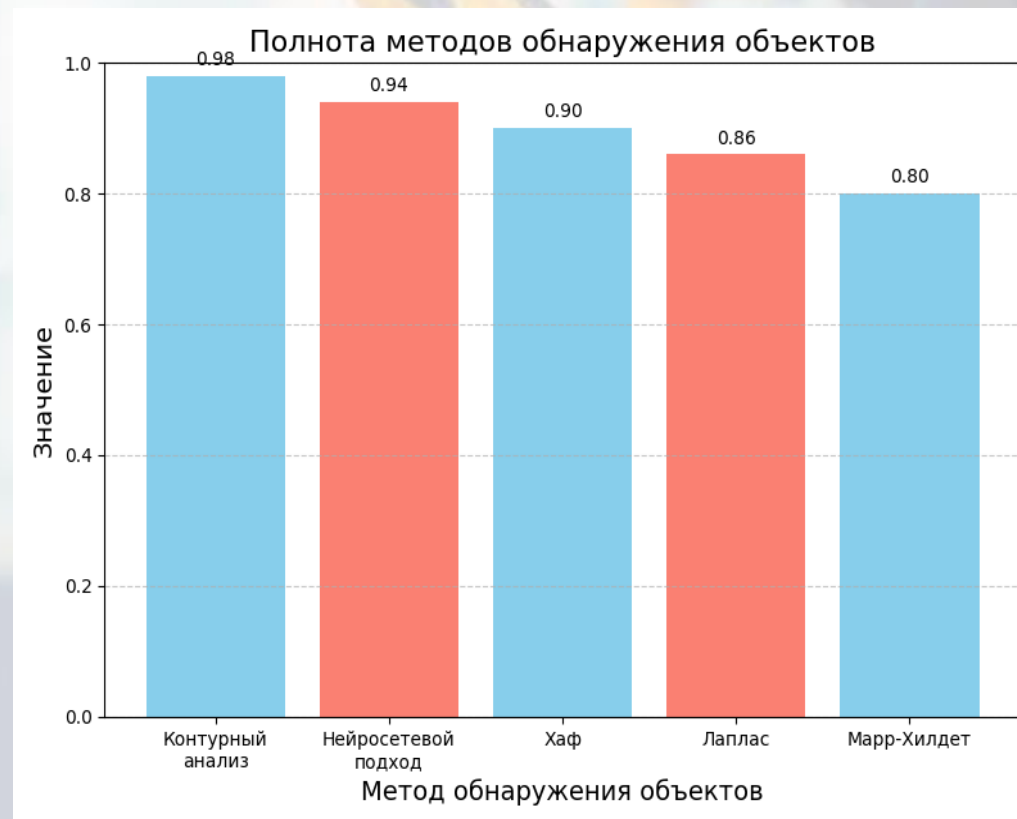
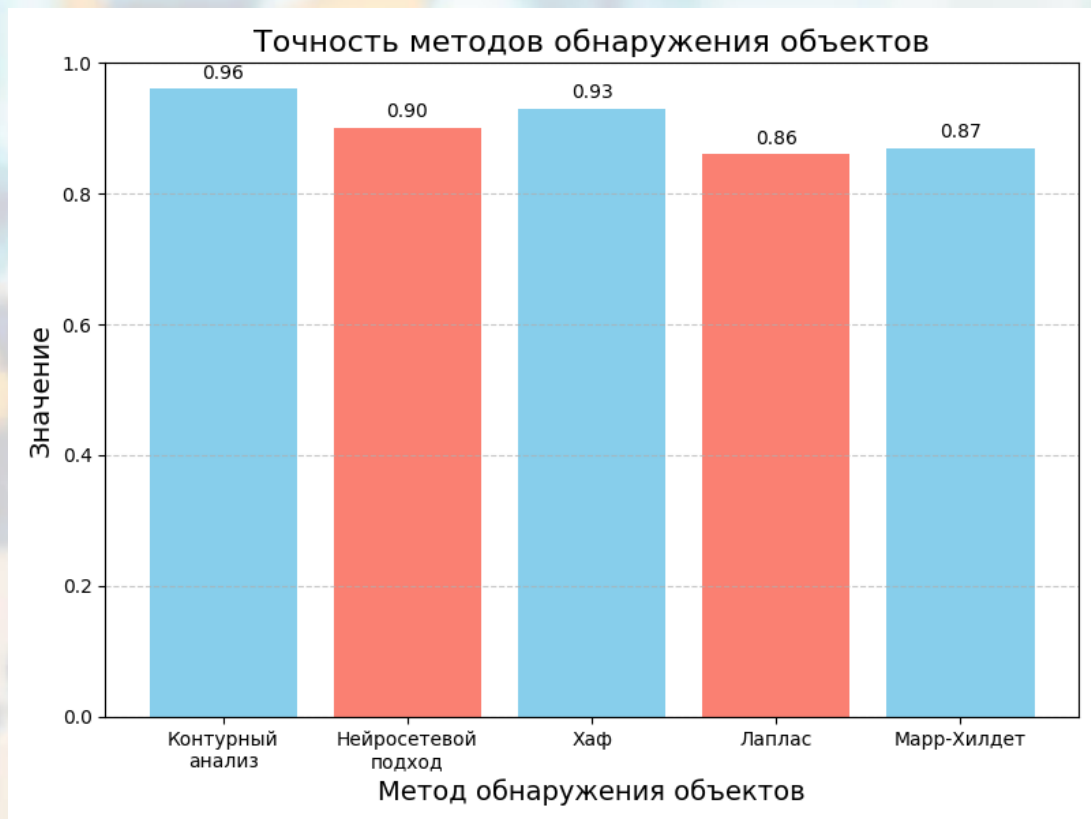


SADT диаграмма процесса
предобработки



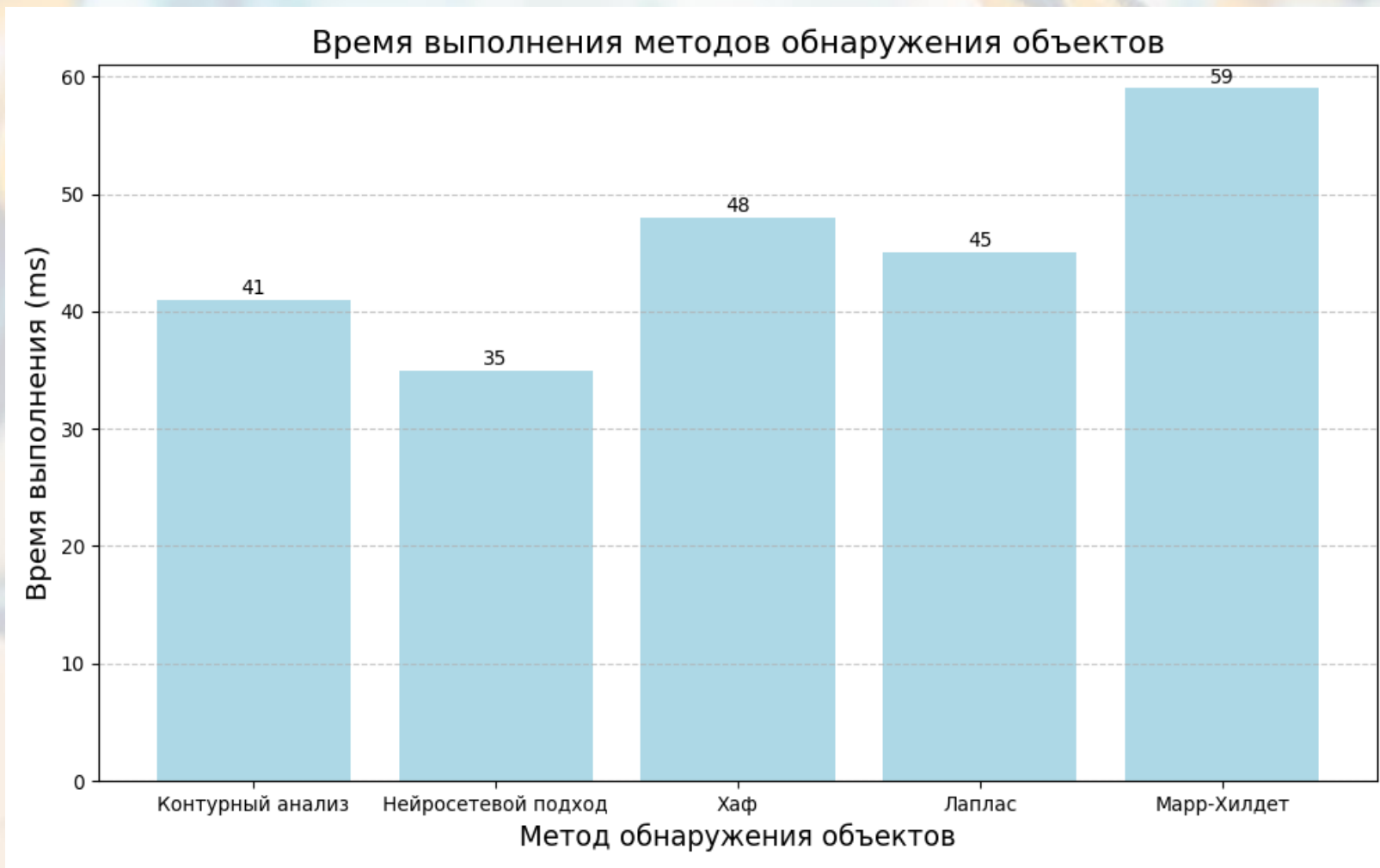
Анализ методов распознавания

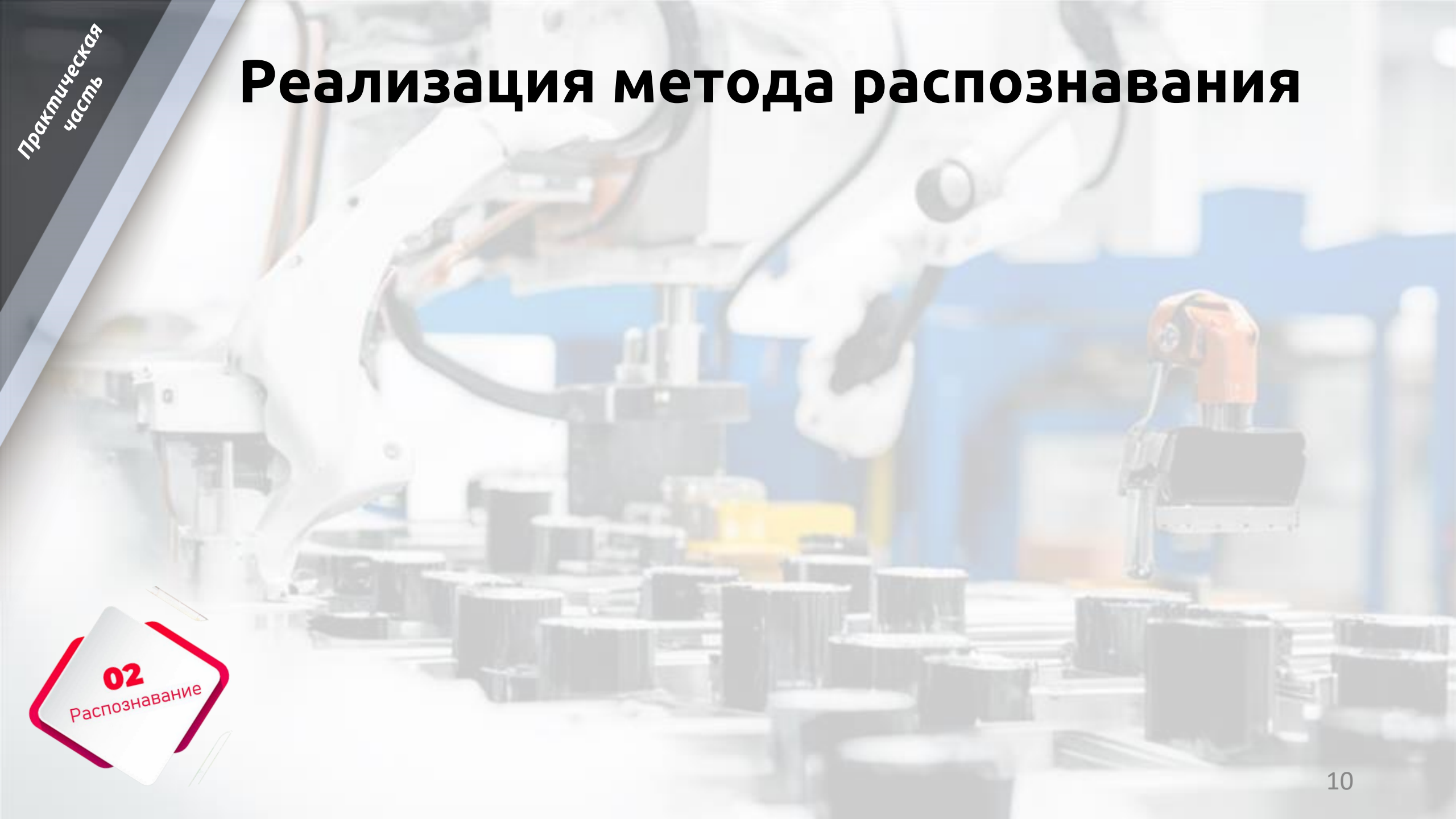
Особенность задачи: необходимо использовать как геометрические признаки



Анализ методов распознавания

Особенность задачи: необходимо использовать как геометрические признаки

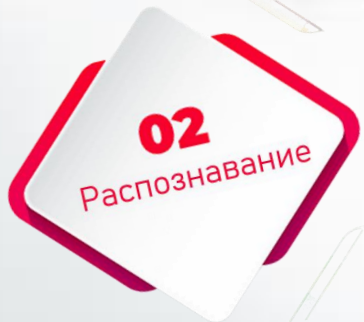




Реализация метода распознавания



Практическая
часть



Реализация метода распознавания

Практическая
часть

02
Распознавание



Реализация и применение

Для распознавания ориентации деталей разработан собственный алгоритм, который имеет алгоритмическую сложность $O(n)$.

- 1) Проходим по всем полученным координатам по очереди

Реализация базы данных

Практическая
часть

03
База данных



Анализ методов реализации связи

Необходимо создать клиент-серверное приложение для обмена данными (состоянием, командами и т.д.)

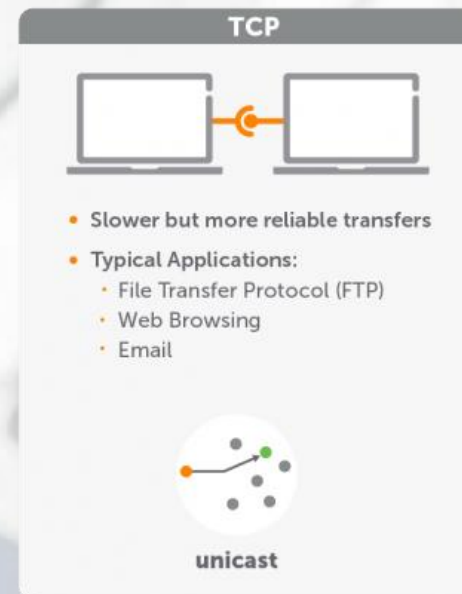


Server



Client

TCP/IP



04

Связь

Реализация связи

Ключевой особенностью является асинхронная архитектура, которая позволяет одновременно обрабатывать несколько соединений, не мешая выполнению основного потока. Для этого была использована библиотека `asynio`.

Робот представляет собой клиент, который может подключаться к серверу по сети. После подключения к серверу он ожидает команд от управляющего приложения.

Lan-сервер

Веб-
камера



Робот Kawasaki

Серверное приложение представляет собой асинхронный TCP-сервер, прослушивающий определенный порт и адрес. Когда от клиента поступает запрос на соединение, сервер создает асинхронную задачу для обработки каждого клиента.

Реализация связи



Анализ требований к интерфейсу



Теоретическая
часть



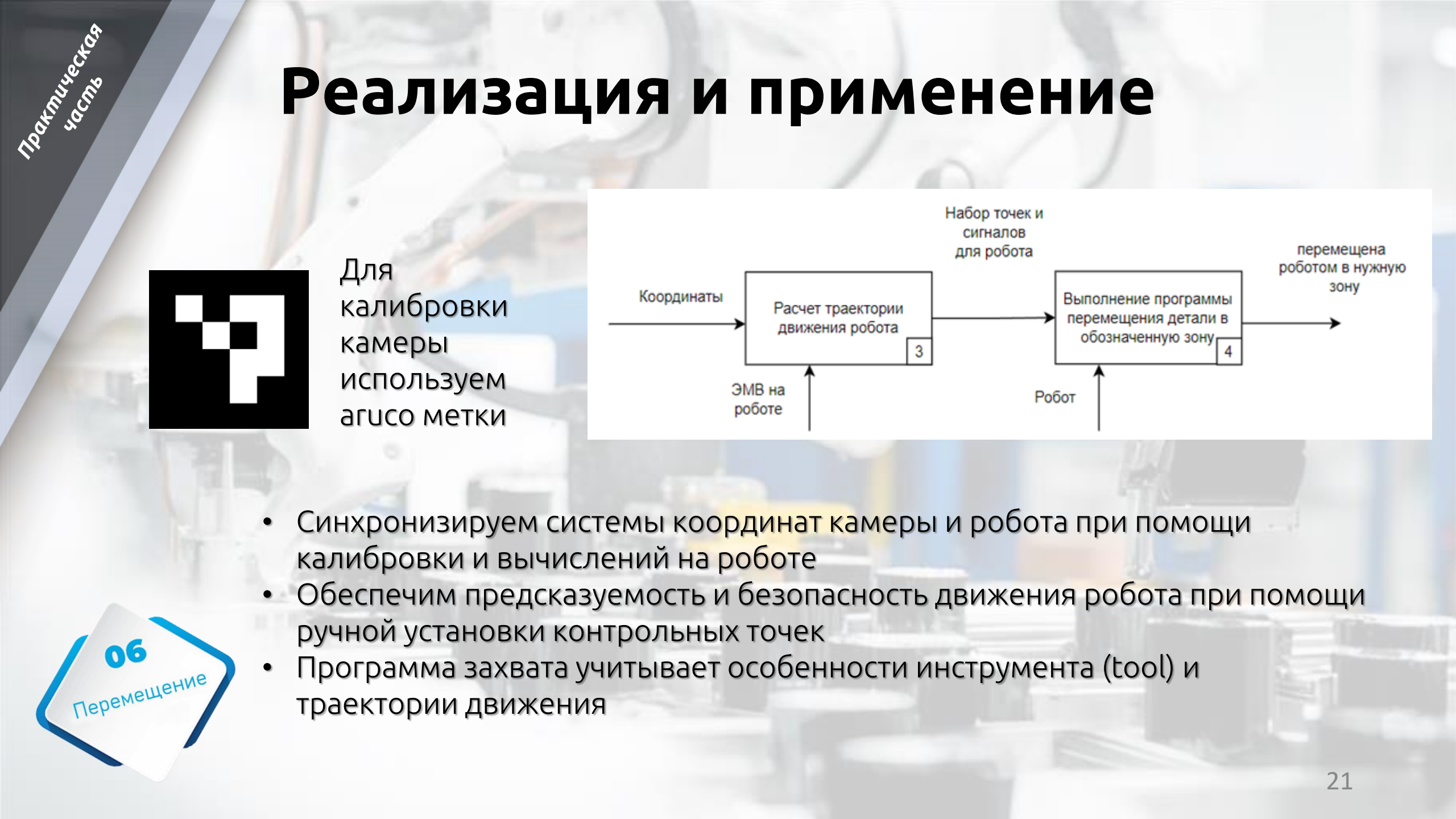
Реализация пользовательского интерфейса



Теория, проблемы и методы решения

Задачи:

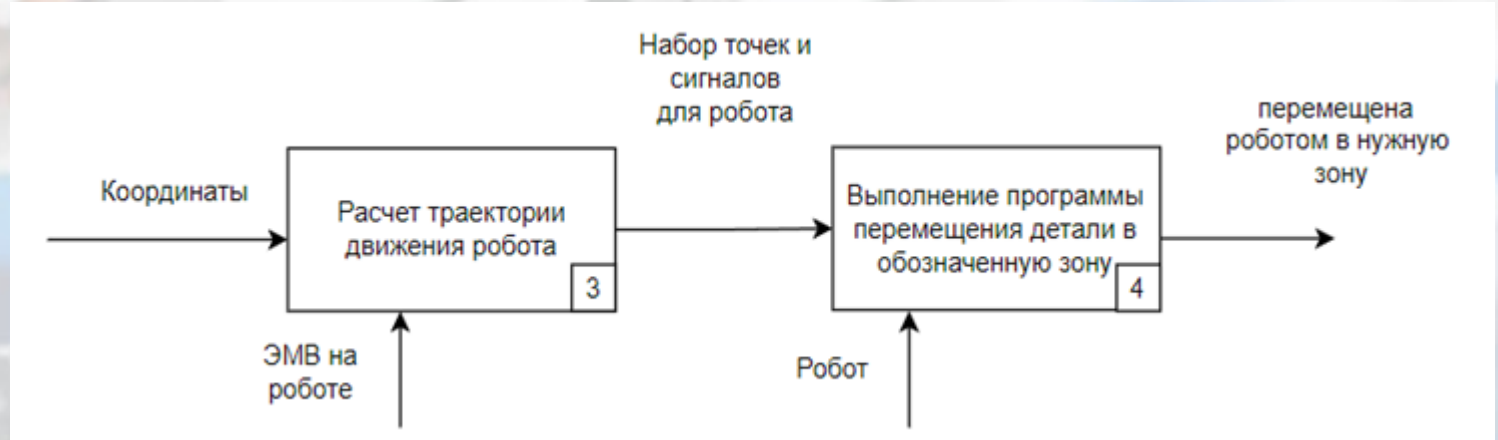
- Перевод размерности расстояний из пикселей в миллиметры
- Преобразования координат
- Обеспечение предсказуемости и безопасности движения робота



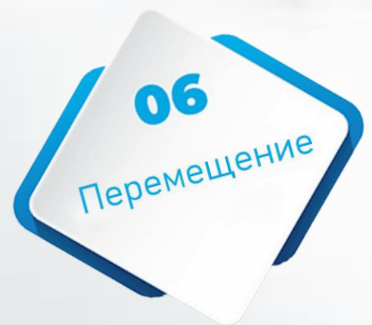
Реализация и применение

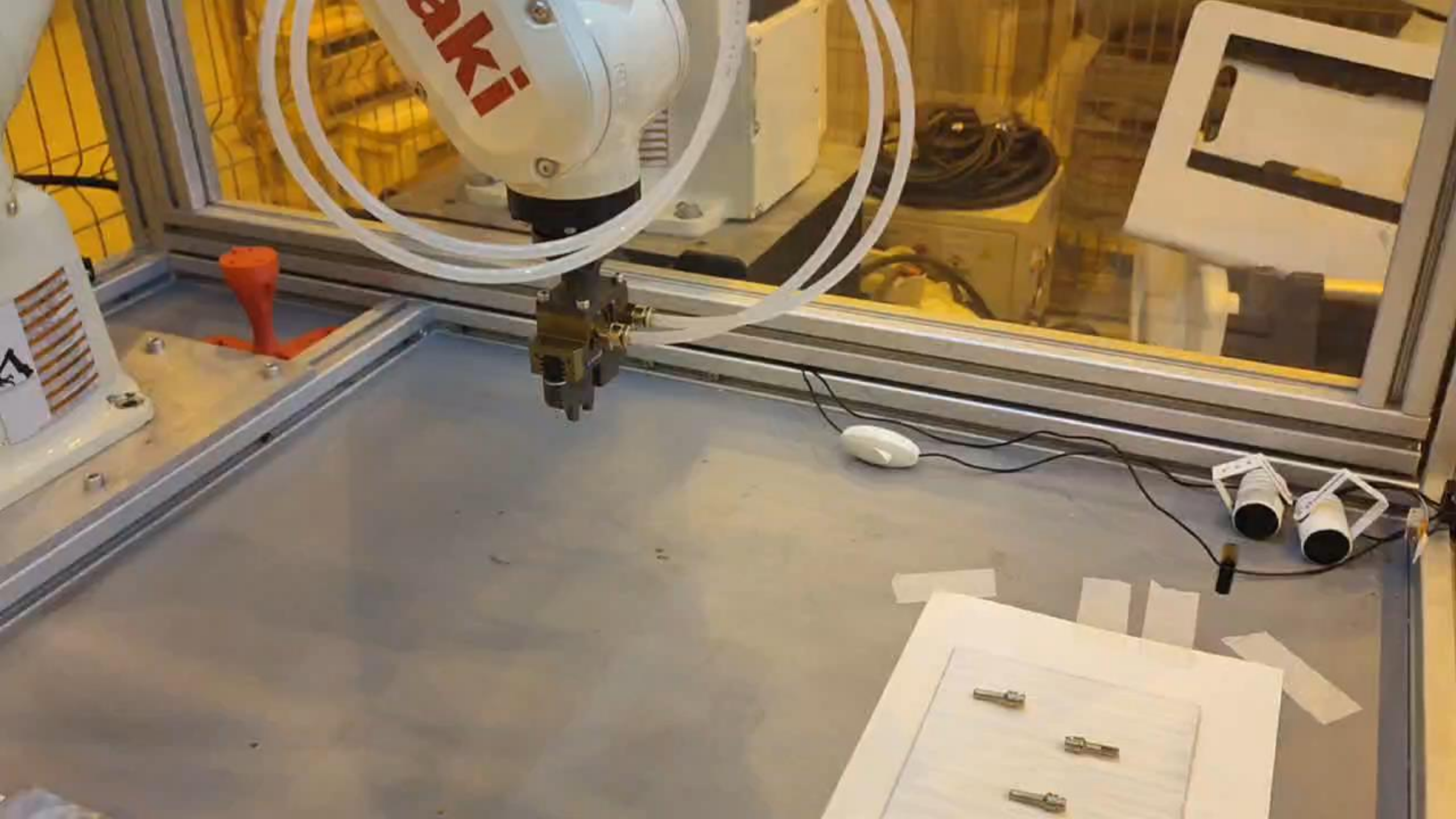


Для калибровки камеры используем агисо метки



- Синхронизируем системы координат камеры и робота при помощи калибровки и вычислений на роботе
- Обеспечим предсказуемость и безопасность движения робота при помощи ручной установки контрольных точек
- Программа захвата учитывает особенности инструмента (tool) и траектории движения





Методы сравнения и выбор показателей эффективности

Основными показателя качества является скорость и качество, а также количество потребляемого ресурса ЭВМ, которые и будут оцениваться в ходе экспериментов.

Данные характеристики зависят от следующих параметров:

- Количество отсортированных деталей в час
- Общая скорость выполнения полного цикла сортировки
- Ошибка обнаружения или пропущенная деталь
- Объем потребления ресурса ЭВМ

Результаты тестирования

Параметр	Первый день	Второй день	Третий день	Четвертый день
Количество отсортированных паллет (каждая содержит 40 деталей) с деталью в час (кол-во)	100	80	60	40
Ошибка (кол-во деталей)	43	36	24	19
Неотсортированные детали (%)	0.0107%	0.0112%	0.01%	0.0118%
Общая скорость выполнения (с)	7,80	8,59	7,3	7,85
Общее время сортировки	8 часа 40 минут	7 часов 38 минут	4 часов 52 минут	3 часа 29 минут
Эффективность (деталей в час)	461	436	493	459

Среднее значение эффективности в час – 462 детали

Человек, в среднем, успевает за час обработать около 400-500 деталей

Выводы и заключение

Результаты экспериментов по оценке качества показывают рациональность использования данной системы для увеличения эффективности сортировки объектов.

Перспективы дальнейшего развития работы:

- Изучение возможности замены робота на одного из линейки высокоскоростных или роботов-сортировщиков
- Реализация алгоритма автоматической коррекции цвета и света на камере
- Разработка новых алгоритмов СТЗ и движения робота для новых комплектующих системы.