



ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

Андерсон Максим Александрович
Начальник сектора МО МСИ УГМетр, т. 2-88-66
Инженер – стажёр ПЦТ Панкратьев Никита Дмитриевич

15.04.2024

Идея:

Повысить эффективность поверки стрелочных приборов измерений за счёт использования машинного зрения.

Цель:

Сократить время поверки манометров более чем в 5 раз, понизив требования к квалификации специалистов, выполняющих работы.

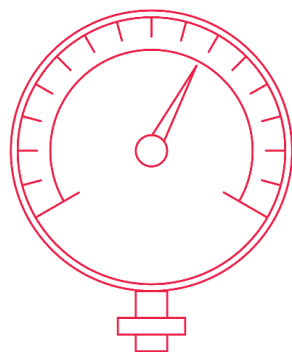
Задачи:

- создать программное обеспечение, в котором есть программа распознавания и поверки стрелочных манометров, а так же удобный веб-интерфейс;
- применить автоматическую систему подачи давления;
- изготовить опытный стенд на базе апробированных решений.

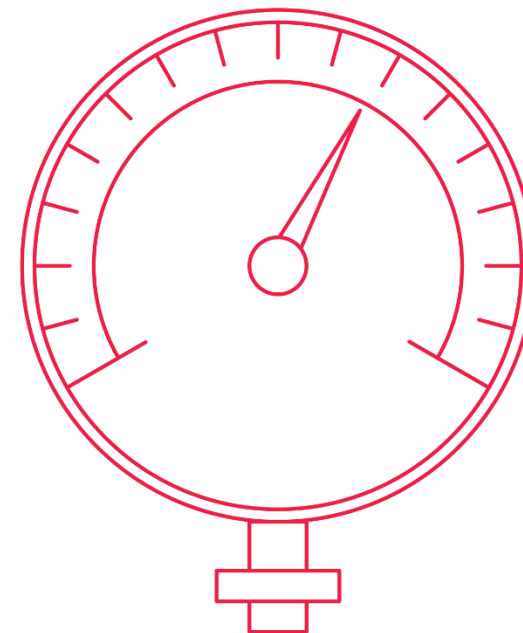
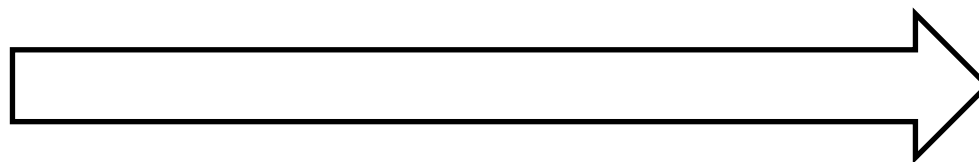
Сейчас	С автоматизированной системой поверки средств измерений
Поверка выполняется в ручном режиме	Автоматизированное выполнения операций, связанных с: <ul style="list-style-type: none"> • считыванием показаний с эталонного СИ; • считыванием показаний с манометра; • оформлением результатов.
Затраты времени поверителя составляют от 0.9 до 1.1 часа , включая саму поверку и оформление и протокол а поверки (в зависимости от типа прибора)	Затраты времени поверителя составляют от 10 до 17 минут на поверку одного манометра
Себестоимость поверки одного манометра – 300 руб.	Себестоимость поверки одного манометра – до 30 руб.

Система служит для поверки и калибровки манометров с:

- диаметром циферблата от 60 до 160 мм;
- классом точности от КТ 0.6 и грубее;
- диапазоном измерений от - 0,1 до 70 МПа.



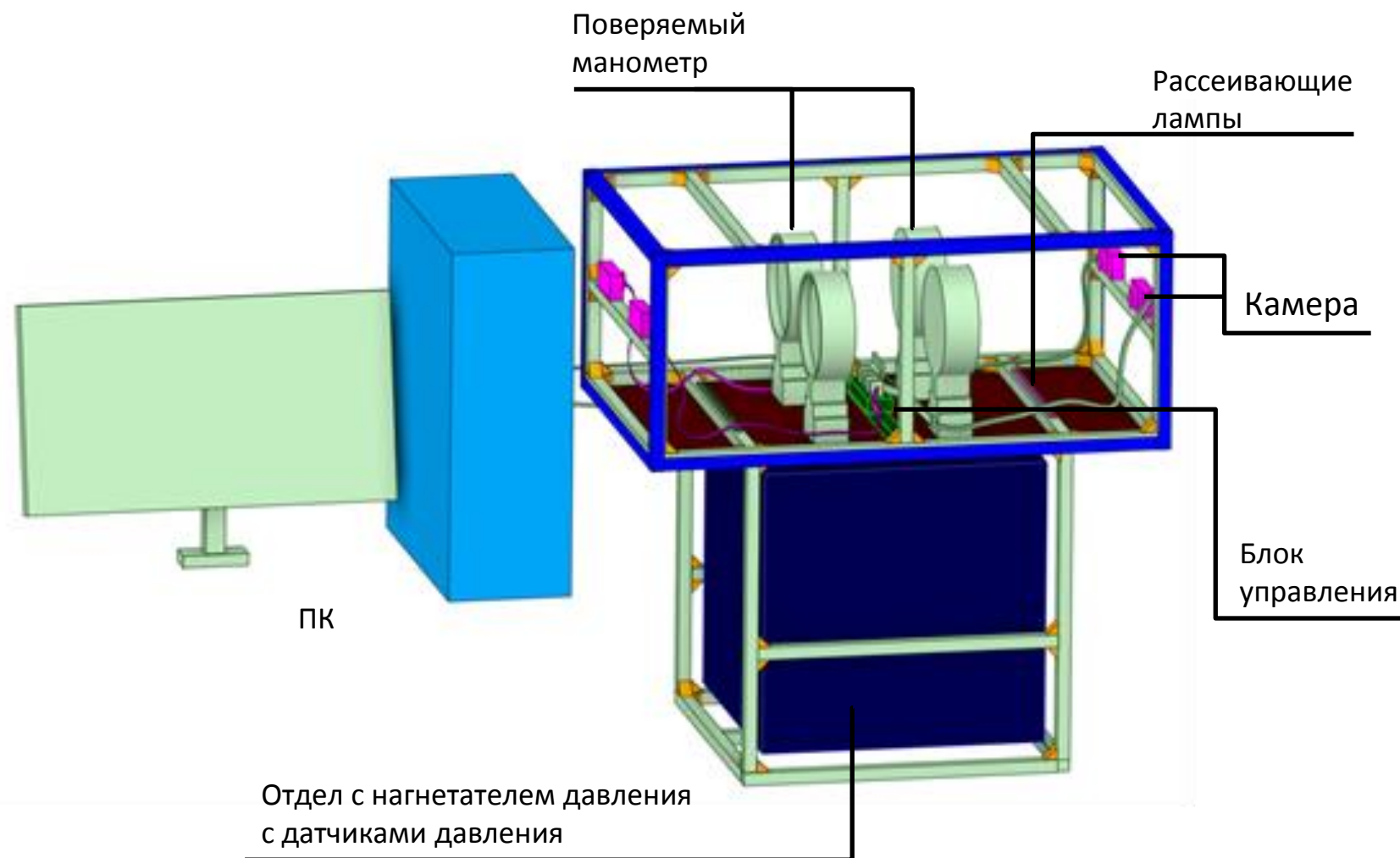
60 мм



160 мм



АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ



На данный момент разработано и усовершенствуется программное обеспечение машинного зрения, написанное на языке Python, работающее под ОС Linux.

Определение средства измерения и стрелки происходит следующим образом:

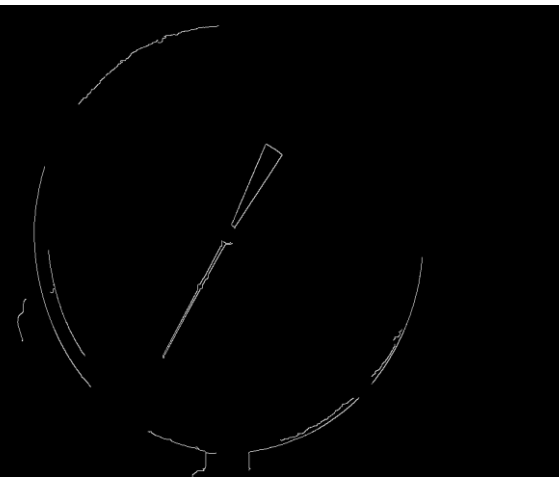
- с использованием фильтров OpenCV на изображении остаются только контуры средства измерений;
- все контуры фильтруются для получения желаемых объектов;
- с помощью алгоритмов нахождения простейших форм в кадре распознаётся средство измерений и его стрелку.



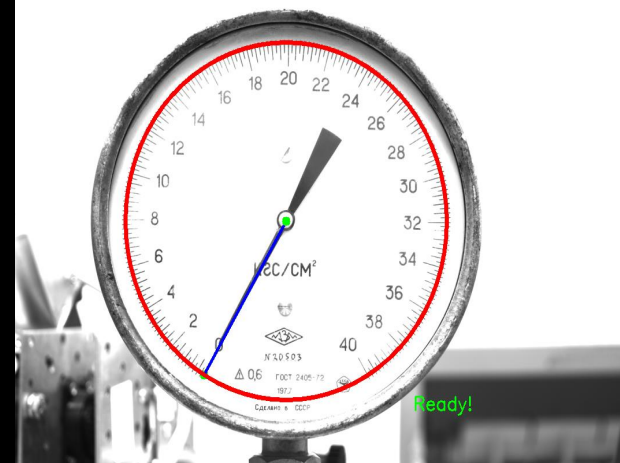
Исходное
изображение



Выделение
контуров



Фильтрация лишних
контуров



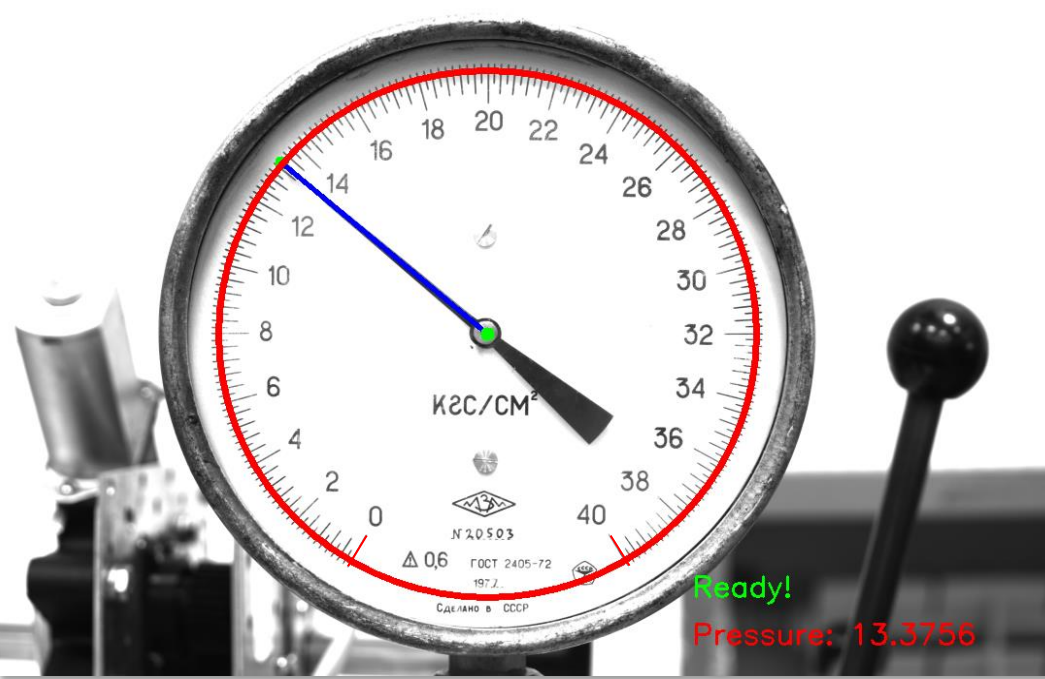
Распознанный
манометр

После распознавания поверяемого манометра, с помощью нейронной модели YOLOv5, начинается проверка нулевого положения стрелки, а так же расположения максимального значения шкалы на циферблате.

После определения местонахождения нуля и максимального значения на циферблате, определяются остальные деления шкалы.



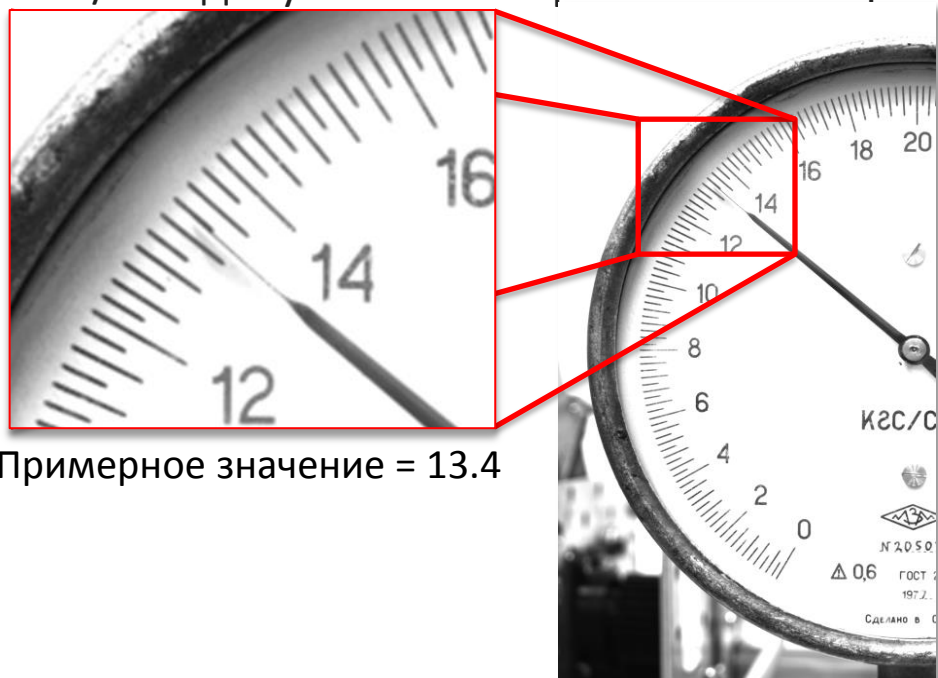
Исходное изображение



Рассчитанное давление = 13.37

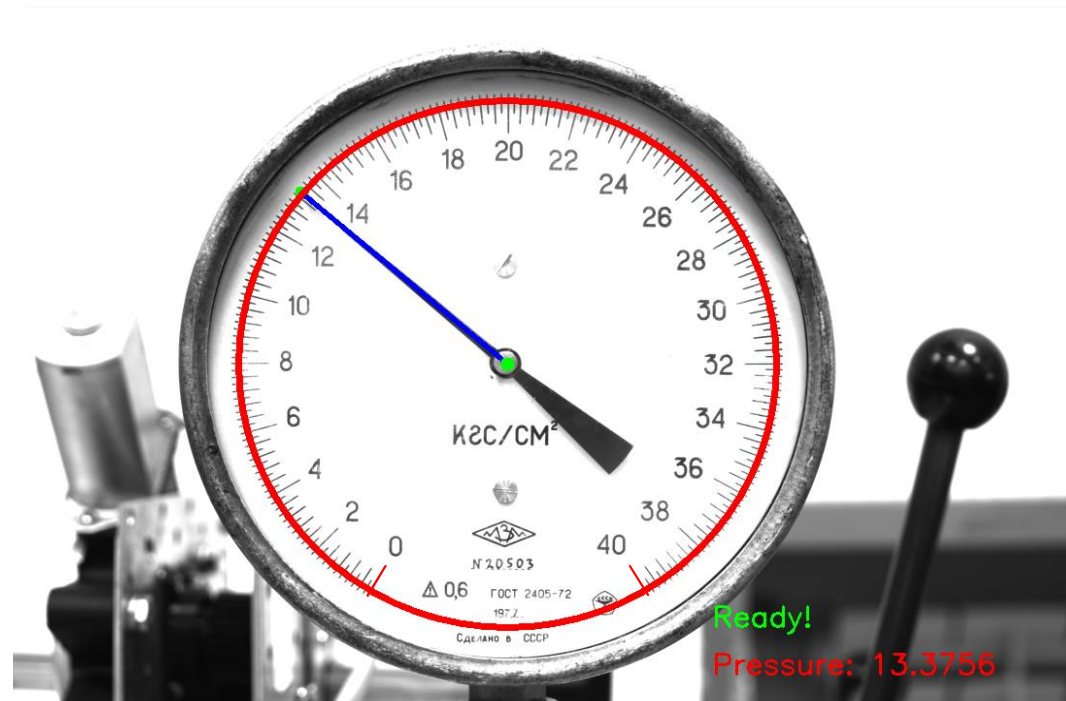
На сегодняшний день, при благоприятных условиях, метод распознавания достиг точности около $\pm 0,22\%$ и меньше от измеряемой величины.

Как видно по примеру, рассчитанное и реальное значение отличаются на 0.03 кгс/см^2 , что составляет $1/8$ от допускаемой погрешности измерений.



Примерное значение = 13.4

Исходное изображение



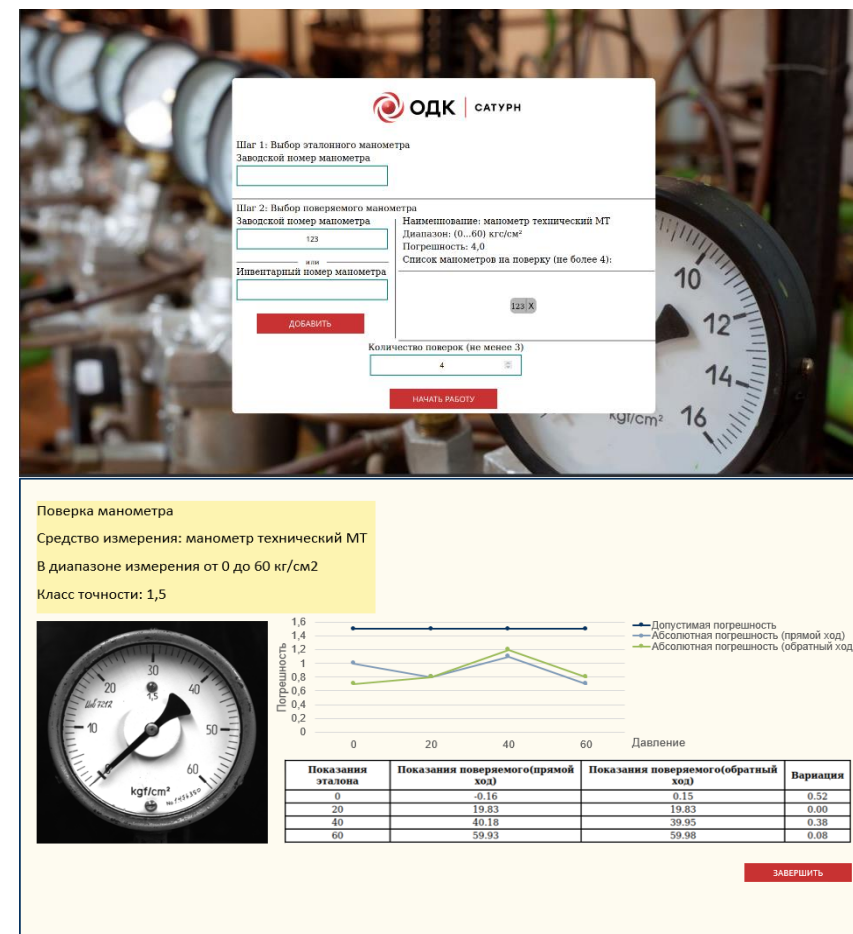
Рассчитанное давление = 13.37

На данный момент:

- разработана детерминированная система машинного зрения для определения манометра и величины его показаний;
- разработан основной алгоритм поверки следуя методике МИ 2124-90;
- обучена нейронная модель **YOLOv5** для более корректного определения показаний;
- создан концепт итогового стенда для системы.

В будущем планируется:

- усовершенствовать систему машинного зрения;
- создать удобный веб-интерфейс для оператора;
- изготовить и собрать полностью функционирующий стенд для поверки манометров;
- провести тестирование системы и стенда.



Тестовая версия веб-приложения

На этапе разработки были выявлены технологические барьеры, а также их решения:

Проблемы:

1. На поверхности поверяемого средства измерения могут быть загрязнения или повреждения мешающие работе системы.

2. Поверхность поверяемого средства измерения даёт достаточное количество бликов.

Решения:

1.1 Необходимо поверять манометры, не имеющие значительных дефектов прозрачности стекла (до решения данной проблемы).

1.2 Организовать обучение нейронной модели на манометрах, заведомо имеющих дефекты прозрачности стёкол.

2. Создание системы оптимального освещения и применение стенда закрытого типа для корректной работы машинного зрения.

Для итоговой методики автоматизированной поверки и калибровки необходимо:

1. После апробации технологических решений выработать и уточнить финальную конфигурацию стенда для потенциального внедрения в производство.
2. Оценить себестоимость создания стенда для промышленного внедрения.
3. Рассчитать технико-экономический эффект от промышленного внедрения.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ПРИЗЕНТАЦИЮ ВЫПОЛНИЛ УЧАСТНИК ПРОЕКТА –
ИНЖЕНЕР-СТАЖЕР
ПАО «ОДК-САТУРН»
ПАНКРАТЬЕВ НИКИТА
ДМИТРИЕВИЧ