

## **ОТЗЫВ**

**отечественного научного консультанта диссертационной работы на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D071600 - Приборостроение» Рахметовой Перизат Мараткызы на тему «Разработка и исследование системы обнаружения внутритрубных дефектов на основе машинного зрения для мобильных роботов»**

### **1. Актуальность исследования**

Трубопроводный транспорт является критически важной инфраструктурой, а своевременное выявление дефектов внутри труб – ключевым условием обеспечения его надёжности. Традиционные методы контроля (ультразвуковой, магнитный, капиллярный) обладают рядом ограничений – высокой стоимостью, трудоёмкостью и необходимостью остановки технологического процесса. Предлагаемая в диссертации система машинного зрения, интегрированная в мобильный робот, обеспечивает автоматизированный непрерывный мониторинг и тем самым существенно повышает точность обнаружения внутритрубных дефектов. Задача, поставленная Рахметовой П.М. в работе, соответствует приоритетным направлениям развития приборостроения и робототехники и полностью отвечает потребностям отрасли.

### **2. Степень разработанности проблемы**

В первой главе диссертации представлен обстоятельный аналитический обзор отечественных и зарубежных решений по обнаружению внутритрубных дефектов, системам роботизированной инспекции и методам компьютерного зрения. Рахметова П.М. корректно сформулировала нерешённые задачи, обосновала выбор методов и аппаратной архитектуры, что свидетельствует о глубоком владении тематикой.

### **3. Цель и задачи исследования**

Целью работы является повышение точности обнаружения дефекта типа «коррозия» за счёт разработки методов и алгоритмов распознавания с применением машинного зрения. Для достижения цели поставлен комплекс задач, включающий анализ существующих подходов, разработку системы первичной и вторичной обработки изображений, в том числе обнаружению границ (краев) Кэнни, кластеризацию дефектов методом DBSCAN и экспериментальную апробацию на мобильном роботе. Сформулированные задачи логичны и взаимосвязаны, что обеспечило последовательность исследования.

### **4. Научная новизна**

Новый алгоритм первичной обработки изображений, сочетающий детектор Кэнни и сверточную нейронную сеть, что позволило улучшить выделение контуров коррозии. Алгоритм кластеризации на основе DBSCAN для пространственного объединения дефектов, впервые применённый к задаче внутритрубного контроля. Достижение средней точности 93 % при

классификации 4 212 моделей объекта контроля, что превосходит существующие решения.

#### **5. Степень обоснованности научных результатов и точность выводов**

Обоснованность научных результатов подтверждена репрезентативной выборкой изображений (4212 моделей объектов контроля), сравнением с эталонными методами (CNN-базовые архитектуры).

Точность выводов обеспечена тем, что они напрямую опираются на экспериментальные данные: средняя точность обнаружения внутритрубных дефектов составила 93 %. Кроме того, Рахметова П.М. честно указывает ограничения предложенной системы (зависимость от условий освещённости, наличие загрязнений и т.д.), что повышает достоверность интерпретации.

Выводы диссертационной работы логично вытекают из поставленных задач, полностью подтверждаются приведёнными фактами и согласуются с теоретическими предпосылками машинного зрения и неразрушающего контроля. Уровень доказательности можно оценить как высокий.

#### **6. Степень апробации и публикационная активность**

Основные результаты докладывались на трёх международных конференциях IEEE входящих в базу данных Scopus, опубликованы в трёх статьях, включая 1 статья в журнале индексируемом Scopus (36-й перцентиль), и 2 статьи в журналах, входящих в перечень изданий рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования (вторая категория). Количество и уровень публикаций полностью соответствуют требованиям Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Республики Казахстан.

#### **7. Заключение и рекомендация к присуждению степени**

Диссертационная работа Рахметовой П.М. представляет собой завершённое научно-квалификационное исследование, характеризующееся актуальностью, научной новизной, теоретической и практической значимостью. Полученные результаты обладают достоверностью и достаточной степенью апробации. Докторант продемонстрировал высокий уровень подготовки, способность самостоятельно решать сложные научные задачи и внедрять результаты в практику.

Представленная диссертационная работа Рахметовой П.М. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071600 – «Приборостроение», а её автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD).

**Научный консультант**



**Сергазин Гани Құдайбергенович  
PhD, ассоциированный профессор**

---

*подпись*

