



REVIEW

foreign supervisor for dissertation work

**Perizat Rakhmetova Maratkyzy for the degree of Doctor of Philosophy (PhD)
in the specialty "6D071600 - Instrumentation"**

**Dissertation topic: "Design and research of in-pipe defect detection system
based on machine vision for mobile robots"**

The presented dissertation by Perizat Rakhmetova Maratkyzy constitutes a comprehensive scientific investigation addressing a significant and contemporary challenge: the creation and enhancement of pipeline defect detection technologies employing advanced machine vision and machine learning methods tailored specifically for mobile robotic systems.

The topical relevance of the research stems from the critical role of pipeline systems as key infrastructure components essential for the transportation of petroleum products, gas, and other fluids. Defects such as corrosion, mechanical damage, and cracks pose severe risks to the operational safety, economic efficiency, and environmental sustainability of these systems. Consequently, enhancing the reliability and speed of defect detection through innovative technological solutions is of paramount importance.

The scientific significance and novelty of the work lie in its integrated approach to addressing this complex issue, validated by the comprehensive analysis of existing technologies and the development of novel methods substantially superior to conventional alternatives. For the first time, the dissertation presents an algorithm for primary digital image processing, combining the Canny edge detection method and convolutional neural networks. Additionally, the research introduces an innovative clustering algorithm based on the DBSCAN method, effectively managing noisy data and significantly improving the accuracy of defect detection and classification.

Particularly commendable are the methodological depth and technical rigor of the study. Perizat Rakhmetova successfully conducted a theoretical analysis of the problem, proposed effective engineering solutions, developed a complete hardware-software system, and carried out extensive experimental research. The findings achieved a high level of reliability and practical relevance, demonstrating a corrosion defect detection accuracy of up to 93%, a substantial achievement within this research domain.

The practical implications of this work include the development of a robust and highly efficient defect detection system capable of integration into operational robotic inspection systems used in industrial settings. The proposed system significantly enhances pipeline operation safety and efficiency by facilitating timely defect detection and mitigating potential emergency situations.



The findings have been rigorously validated through presentations at several high-level international conferences, including IEEE CIEES, ElCon, among others, demonstrating significant recognition and acceptance within the scientific community. Published articles confirm the author's substantial contribution to advancing the scientific field, highlighting her independence in solving research problems, selecting and applying analytical and synthesis methods, and scientifically substantiating and articulating conclusions.

The structure of the dissertation fully aligns with the research objectives, demonstrating logical coherence and encompassing all essential components indicative of a comprehensive research approach. The dissertation text is clear, well-argued, and logically structured.

In conclusion, the doctoral dissertation of Perizat Rakhmetova Maratkyzy represents a completed scientific study characterized by scientific novelty, theoretical depth, and practical value, fully satisfying the requirements for doctoral dissertations. Perizat Rakhmetova deserves the award of the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the specialty "6D071600 – Instrumentation."

**PhD, professor of Department of
Telecommunication University
of Ruse "Angel Kanchev",
Studentska 8, Ruse, 7017, Bulgaria**

Teodor Iliev

/на фирменном бланке/

ОТЗЫВ

**зарубежного научного руководителя на диссертационную работу
Рахметовой Перизат Мараткызы на соискание степени доктора
философии (PhD) по специальности «6D071600 - Приборостроение»
Тема диссертации: «Разработка и исследование системы
обнаружения внутритрубных дефектов на основе машинного зрения для
мобильных роботов»**

Представленная диссертационная работа Рахметовой Перизат Мараткызы является завершенным научным исследованием, в котором раскрыта актуальная проблема создания и совершенствования технологий диагностики внутритрубных дефектов с использованием современных методов машинного зрения и машинного обучения, предназначенных для мобильных роботизированных систем.

Актуальность исследования обусловлена значением трубопроводных систем как ключевых элементов инфраструктуры для транспортировки нефтепродуктов, газа и других жидкостей. Наличие дефектов, таких как коррозия, механические повреждения и трещины, представляет серьезную угрозу безопасности, экономической эффективности и экологической устойчивости данных объектов. В связи с этим, повышение надежности и оперативности обнаружения дефектов посредством современных технических решений является задачей повышенной значимости.

Научная значимость и новизна работы заключаются в комплексном подходе к решению поставленной проблемы, что подтверждается результатами анализа существующих технологий и предложением новых методов, значительно превосходящих известные аналоги. В диссертации впервые представлен алгоритм первичной цифровой обработки изображений, интегрирующий метод Кэнни и сверточные нейронные сети. Также впервые предложен алгоритм кластеризации на основе DBSCAN, который позволяет эффективно обрабатывать данные даже при наличии шума, демонстрируя высокую точность выявления и классификации дефектов.

Особое внимание заслуживают методологическая глубина и техническая проработанность исследования. Рахметова П.М. успешно провела теоретический анализ проблемы, предложила эффективные инженерные решения, реализовала аппаратно-программный комплекс и осуществила серию экспериментальных исследований. Полученные результаты обладают высоким уровнем достоверности и практической значимости. Подтверждено, что точность обнаружения коррозионных дефектов достигает уровня 93%, что является значительным достижением в данной области.

Практическая значимость работы выражается в разработке высокоэффективной системы диагностики внутритрубных дефектов, пригодной для интеграции в реальные робототехнические комплексы,

используемые на производственных объектах. Данная система способна значительно повысить безопасность и эффективность эксплуатации трубопроводов за счет своевременного выявления дефектов и предотвращения аварийных ситуаций.

Апробация результатов осуществлялась на ряде международных конференций высокого уровня, таких как IEEE CIEES, ElCon и других, что свидетельствует о признании полученных результатов научным сообществом. Опубликованные статьи подтверждают вклад Рахметовой П.М. в развитие данной научной области, демонстрируют высокую степень самостоятельности в решении исследовательских задач, подборе и применении методов анализа и синтеза, а также в научном обосновании и формулировке выводов.

Структура работы полностью соответствует задачам исследования, логично выстроена и включает все необходимые элементы, отражающие комплексный подход к поставленной проблеме. Текст диссертации изложен ясно, аргументировано и логично.

Таким образом, диссертационная работа Рахметовой Перизат Мараткызы представляет собой законченное научное исследование, характеризуется научной новизной, теоретической и практической значимостью и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD). Рахметова П.М. заслуживает присуждения степени доктора философии по специальности «6D071600 - Приборостроение».

**PhD, профессор кафедры
Телекоммуникаций Русенского
университета «Ангел Кынчев»,
Студенческая, 8, г. Русе, 7017,
Болгария**

Теодор Илиев

Текст документа с английского языка на русский язык переведен переводчиком
Абдицаевой Анжелой Эриковной семнадцатого апреля две тысячи двадцать пятого года

Подпись А. Мынбаева Анжелой Эриковной

Город Алматы, Республика Казахстан.

Семнадцатое апреля две тысячи двадцать пятого года

Я, Мынбаева Алия Бактыбаевна, нотариус города Алматы, государственная лицензия
№ 0000666 от 16.11.2006 года выданная Комитетом по организации правовой помощи и
оказанию юридических услуг населению Министерства юстиции Республики Казахстан,
свидетельствую подлинность подписи, сделанной известным мне переводчиком
Абдицаевой Анжелой Эриковной. Личность, подписавшей документ установлена,
дееспособность и полномочия проверены.

Зарегистрировано в реестре за № 282

Взыскано: 118 тенге + 1966 тенге

Нотариус



ZZ6103033250417122547J45805A

Нотариаттық іс-әрекеттің бірегей нөмірі / Уникальный номер нотариального действия

Нөмірленген және
баулықталған
проекттердің
и прошнуровано
Нотариус

