

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по науке и инновациям
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический университет»,
Доктор технических наук, доцент

Башкиров А. В.



«15» сентября 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Руденко Андрея Владимировича «Алгоритмы обработки и анализа изображений для интеллектуальной системы поддержки принятия решений в урологии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы.

Актуальность темы исследования

Современные темпы цифровизации медицины требуют разработки интеллектуальных информационных систем, способных автоматизировать анализ сложных медицинских данных, таких как компьютерно-томографические (КТ) изображения. В урологии, где точность диагностики мочекаменной болезни напрямую влияет на эффективность лечения, внедрение алгоритмов компьютерного зрения и искусственного интеллекта для обработки изображений внутренних органов является критически важным. Однако существующие методы анализа КТ-снимков сталкиваются с проблемами низкой интерпретируемости результатов, ошибками локализации анатомических структур и недостаточной адаптацией к вариабельности патологий. В этой связи исследование Руденко А.В., направленное на создание алгоритмов автоматизированной детекции, 3D-реконструкции и нечеткой оценки объектов на медицинских изображениях для систем поддержки врачебных решений (СППВР), отвечает актуальным потребностям и соответствует приоритетам специальности 2.3.8 в области разработки автоматизированных информационных систем, методов обработки гетерогенной информации и применения интеллектуальных информационных технологий в прикладных задачах.

Структура и содержание диссертации

Диссертация объемом 156 страниц состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы источников и семи приложений. Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы

цель и задачи исследования, положения научной новизны и практической значимости.

В первой главе проведен комплексный анализ современных МИС, СППВР и инструментов компьютерного зрения для медицинской визуализации, выявлены ограничения существующих подходов и обоснован выбор архитектуры YOLO для детекции объектов.

Вторая глава посвящена разработке метрик оценки качества детекции (точность DP, достоверность OR, правдоподобие OV), алгоритма нечеткой верификации результатов и их апробации.

В третьей главе предложены оригинальные алгоритмы 3D-реконструкции почек и камней по 2D-срезам, расчета параметров конкрементов (масса, плотность, размеры) и их визуализации.

Четвертая глава описывает проектирование СППВР для урологии, включая разработку требований, алгоритма подбора режимов лазерной литотрипсии на основе нечеткого вывода, архитектуры системы и ее программной реализации.

Заключение содержит обобщение результатов, соответствующих поставленным задачам. Материал изложен последовательно, автореферат адекватно отражает содержание диссертации.

Публикации

Научные результаты представлены в 12 публикациях, включая 4 статьи в изданиях из перечня ВАК по специальности 2.3.8 и 3 свидетельства о регистрации программ. Публикационная активность соответствует требованиям к кандидатским диссертациям по техническим наукам.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна работы заключается в следующем.

1. Разработаны метрики DP, OR, OV для комплексной оценки результатов нейросетевой детекции на КТ-изображениях, учитывающие точность локализации, анатомическое правдоподобие и плотностные характеристики объектов.

2. Предложен алгоритм нечеткой оценки детекции на основе «облаков правдоподобия», позволяющий снизить долю ложноположительных срабатываний за счет интеграции пространственных и плотностных критериев.

3. Созданы алгоритмы 3D-реконструкции почек и камней по результатам 2D-детекции, расчета их геометрических и физических параметров (объем, масса, плотность) и интерактивной визуализации с цветовым кодированием плотности.

4. Разработана архитектура СППВР с интеграцией нейросетевого анализа, нечёткой логики и 3D-визуализации для сквозной обработки

данных: от детекции патологий до персонализированных рекомендаций по параметрам лазерного воздействия.

Значимость результатов для науки и практики

Теоретическая значимость работы определяется вкладом в развитие методов интеллектуальной обработки медицинских изображений на стыке нейросетевых технологий, нечёткой логики и трёхмерной реконструкции. Разработанные формальные модели и алгоритмы (метрики DP/OR/OV, «облака правдоподобия», процедуры 3D-сборки) создают новую методологическую основу для анализа КТ-данных, обеспечивая анатомически корректную интерпретацию результатов детекции объектов в условиях неопределённости. Эти положения обогащают научные направления в области обработки гетерогенной медицинской информации и адаптивных систем поддержки решений.

Разработанная СППВР интегрирована в диагностический процесс Автономной некоммерческой организации «Ставропольский краевой клинический консультативно-диагностический центр как инструмент предварительной диагностики патологий мочекаменной болезни. Алгоритмы обработки изображений и 3D-визуализации применяются в Клиническом медицинском центре им. Святителя Луки (Симферополь).

Теоретические наработки внедрены в учебные программы Крымского федерального университета при подготовке IT-специалистов в курсах «Системы искусственного интеллекта» и «Интеллектуальный анализ данных» и Медицинского института им. С.И. Георгиевского для подготовки специалистов на клинических кафедрах.

Эффективность предложенных решений подтверждена апробацией на реальных данных, что демонстрирует потенциал системы для масштабирования в клиниках урологического профиля. Грантовая поддержка Фонда содействия инновациям (программа «Старт-Искусственный интеллект») подчеркивает социально-экономическую востребованность разработки.

Обоснованность и достоверность результатов

Предложенные научные положения и рекомендации обоснованы комплексной методологией, интегрирующей современные достижения в области компьютерного зрения (архитектуры YOLO), нечёткой логики и 3D-реконструкции, что соответствует фундаментальным подходам к обработке медицинских изображений. Достоверность результатов подтверждена тестированием СППВР совместно со специалистами Клинического медицинского центра им. Святителя Луки, обладающего современной радиологической базой. Апробация основных положений работы проведена на 6 международных конференциях, включая конференции «Информатика: проблемы, методы, технологии» (ВГУ, 2025), «Искусственный интеллект –

технологии развития человека» (2022–2024) и «Нейронные сети и нейротехнологии» (СПбГЭТУ, 2022).

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Полученные в диссертации результаты целесообразно применять в следующих направлениях. Разработанную СППВР рекомендуется внедрять в урологические отделения многопрофильных клиник, особенно в регионах с высокой распространенностью мочекаменной болезни, для автоматизации планирования лазерной литотрипсии и снижения операционных рисков. Алгоритмы обработки КТ-изображений (включая метрики DP/OR/OV и методы 3D-реконструкции) могут быть интегрированы в медицинские информационные системы в качестве модулей компьютерной диагностики, расширяя их аналитические возможности. Для образовательного процесса теоретические модели и программные наработки диссертации предлагается использовать при подготовке IT-специалистов в области медицинской информатики. В научно-исследовательской сфере перспективным направлением является адаптация предложенных методов нечёткой оценки и 3D-визуализации к другим разделам лучевой диагностики с модификацией архитектуры YOLO под специфику новых задач.

Замечания

1. В главе 2 представлены результаты апробации алгоритма нечёткой оценки на выборке 100 КТ изображений, но не указаны критерии формирования этой выборки и её репрезентативность относительно различных типов патологий.

2. В главе 3 при описании алгоритмов 3D-сборки объектов отсутствует оценка вычислительной сложности методов.

3. В главе 4 не раскрыты ограничения предложенной СППВР: требования к аппаратным ресурсам, чувствительность к качеству исходных DICOM-данных.

4. В разделе 4.2 не приведены количественные данные по снижению времени планирования операций после внедрения алгоритма подбора режимов литотрипсии.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки работы.

Заключение

Диссертация Руденко А.В. представляет собой завершённое научное исследование, в котором решена актуальная задача разработки алгоритмов интеллектуальной обработки медицинских изображений для СППВР в урологии с целью повышения надёжности и интерпретируемости автоматизированного анализа КТ-снимков.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы (п. 7, 13, 16).

Работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, ред. 16.10.2024), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы.

Отзыв заслушан и одобрен на заседании кафедры системного анализа и управления в медицинских системах Воронежского государственного технического университета (протокол № 1 от «2» сентября 2025 года).

Заведующий кафедрой системного анализа и управления в медицинских системах Воронежского государственного технического университета

Доктор технических наук,
профессор

Коровин Евгений Николаевич

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и дальнейшую их обработку.

Подпись удостоверяю

Ведущая организация:

Воронежский государственный технический университет

394006, г. Воронеж, улица 20-летия Октября, 84

Телефон: +7 (473) 207-22-20

E-mail: rector@vorstu.ru

