

ОТЗЫВ

Официального оппонента Сушковой Людмилы Тихоновны на диссертационную работу Хрящева Владимира Вячеславовича «Система поддержки принятия врачебных решений на основе анализа эндоскопических видеоизображений с применением методов искусственного интеллекта», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности **2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения**

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Хрящева Владимира Вячеславовича отвечает на критический вызов российского здравоохранения, а именно, высокую смертность от рака желудочно-кишечного тракта (**ЖКТ**), вызванную его поздней диагностикой. Статистика, приведенная в исследовании (57,5% случаев рака желудка и 48,7% рака ободочной кишки выявляются лишь на III–IV стадиях), демонстрирует существующие недоработки в соответствующих скрининговых программах. Раннее выявление патологий с использованием верифицированных систем искусственного интеллекта (**ИИ**) способствует не только повышению выживаемости пациентов, но и снижению финансовой нагрузки на систему здравоохранения, что является особенно актуальным в условиях ограниченности ресурсов.

Хрящев В.В. в своей работе акцентирует внимание на двух взаимосвязанных проблемах: высокой трудоемкости процедуры эндоскопии ЖКТ и нехватки квалифицированных специалистов. Как известно, даже опытные врачи пропускают до 20-25% патологий, что свидетельствует о существующем пределе возможностей специалистов. Внедрение современных предложенных систем – это путь к стандартизации качества исследований, снижению субъективных ошибок и расширению охвата скрининга. Системы поддержки принятия врачебных решений (**СППВР**) способны компенсировать дефицит экспертов-эндоскопистов, особенно в регионах.

Автор диссертационной работы предлагает не просто алгоритмы обработки видеоизображений, а комплексное решение, а именно: от методологии разметки данных до аппаратно-программных комплексов. Например, «EndoscopyVA.RT» Использование ИИ-систем в учебном процессе медицинского ВУЗа позволит будущим специалистам отрабатывать диагностику на аннотированных базах данных, снижая зависимость от редких клинических случаев. Методика полуавтоматической разметки изображений сокращает трудозатраты на 35–45%, ускоряя будущие исследования в области гастроэнтерологии.

Диссертационное исследование является актуальным не только для технических специалистов и специалистов по информационным технологиям, но и для широкого круга врачей-эндоскопистов, планирующих в ближайшем будущем использование систем ИИ в своей повседневной диагностической практике. Кроме того, применение ИИ будет полезно при обучении соответствующих специалистов, работающих в области гастроэнтерологии, для повышения их квалификации.

Анализ содержания диссертации

Диссертационная работа изложена на 326 страницах текста и состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, а также списка литературы, содержащего 315 наименований, и приложения с актами внедрения. Все структурные элементы диссертации, обязательные в подобных работах, присутствуют.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи исследования, изложены основные положения, выносимые на защиту, показаны научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе рассмотрены существующие подходы к построению СППВР для скрининговых и клинических эндоскопических исследований ЖКТ. Проведен обзор методов и алгоритмов ИИ и цифровой обработки видеоизображений, применяемых для их построения.

Во второй главе описана разработанная концепция построения СППВР

в эндоскопии ЖКТ и усовершенствованная архитектура системы ИИ, работающей в качестве ее программного ядра в условиях практической ограниченности входного набора аннотированных видеоизображений.

В третьей главе предложен метод контроля качества колоноскопического исследования. Для решения задачи разработан алгоритм детектирования купола слепой кишки (**КСК**) на видеопоследовательностях, а также алгоритм определения некачественных изображений (размытых, с артефактами сжатия, неинформативных), сохраненных в медико-информационную систему в рамках проведенного скринингового колоноскопического исследования.

В четвертой главе рассмотрены задачи детектирования и сегментации колоректальных полипов – аномальных разрастаний ткани, выступающих над слизистой оболочкой. Хотя большинство полипов являются доброкачественными, некоторые из них могут со временем переродиться в колоректальный рак. Размер колоректальных полипов может существенно различаться: от совсем небольших и сложных в обнаружении (≤ 5 мм) до весьма значительных (≥ 20 мм). Своевременное и точное детектирование полипов кишечника, а также их удаление являются важнейшим элементом в профилактике колоректального рака.

В пятой главе проведено тестирование нейросетевых методов и алгоритмов детектирования и классификация патологий на эндоскопических видеоизображениях желудка. В настоящее время одним из самых распространенных онкологических заболеваний является рак желудка, занимающий второе место по смертности от злокачественных новообразований.

В шестой главе производится тестирование предложенных методов и алгоритмов в рамках аппаратно-программных комплексов на эндоскопических видеоизображениях в условиях реальной клинической практики.

В заключении диссертации подводятся краткие итоги и делаются выводы из проведенного исследования.

Достоверность и новизна результатов диссертации

Достоверность результатов диссертации подтверждается их корректным сравнением с имеющимися результатами, проведенным анализом полученных результатов, проверками согласованности, актами о реализации и о внедрении результатов, а также апробацией результатов диссертации на международных и всероссийских конференциях.

К новым результатам, полученным в диссертации, относятся:

- Разработанная концепция построения СППВР в эндоскопии ЖКТ на основе методов и алгоритмов глубокого машинного обучения.
- Усовершенствованная архитектура системы ИИ, работающая в качестве программного ядра для СППВР.
- Предложенная методология расширения баз эндоскопических изображений и видеоданных для обучения, валидации и тестирования систем ИИ, позволяющая снизить нормированные трудозатраты врачей-эндоскопистов.
- Разработанный метод для контроля качества колоноскопического исследования за счет реализации оригинальных алгоритмов детектирования купола слепой кишки, отличающейся использованием алгоритмов сопровождения областей интереса и анализа оптического потока.
- Разработанные робастные алгоритмы детектирования и классификации аномальных областей (рак, ранний рак, иные патологии) на гастроскопических видеоизображениях желудка, позволяющие повышать достоверность диагностики в стандартном режиме и в режиме с оптическим увеличением.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается использованием общепринятых методов глубокого машинного обучения, методов цифровой обработки изображений и компьютерного зрения, широкой апробацией результатов диссертационной работы, а также согласованностью между

научными выводами и экспериментальными исследованиями.

Ценность для науки и практики результатов, полученных в диссертации, может быть подтверждена их использованием в ФГБУ «НМХЦ им. Н. И. Пирогова» Минздрава России (Пироговский центр, г. Москва), в ГБУЗ ЯО «Клиническая онкологическая больница» (г. Ярославль), в «Медицинский центр диагностики и профилактики» (г. Ярославль), а также их внедрением в перспективные разработки компаний ООО «А-Вижн» (г. Ярославль), ООО «ЭМИС» (г. Ярославль).

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати. По теме диссертации опубликовано **107** научных работ, которые включают **27** публикаций в журналах из перечня ВАК при Минобрнауки России, **3** публикации в журналах из перечня ВАК при Минобрнауки России по другим научным специальностям, **25** публикаций с индексацией в международной системе Scopus, **45** публикаций в сборниках трудов конференций (РИНЦ), **2** патента на изобретение РФ, **3** свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, **2** свидетельства о государственной регистрации баз данных. Также основные результаты доложены на **49** научно-технических конференциях и форумах.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации. Содержание автореферата полностью отражает основные идеи, результаты и выводы диссертации.

Соответствие паспорту специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения. Проблемы и задачи, решенные в диссертации, соответствуют паспорту рассматриваемой специальности в части следующих направлений исследований:

- **2.** Приборы, системы и аппаратно-программные комплексы для оценки текущего состояния, скринингового обследования, мониторинга, прогнозирования и диагностики состояния здоровья человека.
- **10.** Технические средства и системы, обеспечивающие повышение точности медицинской диагностики, воспроизводимости и сопоставимости результатов биомедицинских исследований.

- **14.** Методы, модели и алгоритмы, включая распознавание образов, для медицинских информационных и интеллектуальных систем, обеспечивающих повышение эффективности медико-биологических исследований и врачебных решений.
- **19.** Методы и средства регистрации, анализа и интерпретации медицинских изображений.
- **20.** Системы поддержки принятия врачебных решений и медико-технологических процессов, экспертные, информационные и управляющие системы медицинского назначения, обеспечивающие повышение качества медицинского обслуживания населения.
- **21** Методы и средства искусственного интеллекта для медико-биологических исследований.

Замечания по диссертационной работе

1. Недостаточно проведена проработка результатов для гастроскопии с режимом оптического увеличения. Не приведены результаты исследования эффективности разработанных нейросетевых алгоритмов в этом критически важном для обнаружения раннего рака режиме работы.
2. Не рассмотрены методы интерпретации решений **ИИ** для поддержки принятия врачебных решений в режиме реального времени, хотя в **главе 1** подчеркивается важность прозрачности таких решений. Например, следовало бы рассмотреть наиболее популярные методы интерпретации LIME или SHAP. Отсутствие ссылок на эти или подобные методы является серьезным недостатком для системы, претендующей на использование в реальной клинической практике.
3. В разделе 2.3.2 диссертационной работы говорится о том, что «использование предлагаемого подхода позволяет снизить нормированные трудозатраты на создание больших баз размеченных эндоскопических видеоданных при сохранении точности разметки на 35-45% по сравнению с классической ручной методикой», однако не приводится описание способа проведения эксперимента, не приведены

конкретные расчеты и их статистика.

4. Первая глава не является сбалансированной. Одни разделы излишне детализированы (например, математические выкладки алгоритмов Лукаса-Канаде или фильтра Калмана в п. 1.8.4), в то время как другие, более важные для темы, например, конкретные примеры и сравнение существующих **ИИ**-систем для эндоскопии в п. 1.5, современное состояние исследований по видеоанализу в п. 1.8, освещены недостаточно подробно.
5. Следовало бы более подробно проанализировать низкую обобщающую способность детекторов купола слепой кишки. В табл. 3.2 значение метрики F1 существенно падает на тестовой выборке, что, скорее всего, говорит об эффекте переобучения (103 пациента).
6. Для исследований желудка не раскрыты типичные случаи ложных срабатываний или пропусков патологий (например, связь ошибок с качеством изображения или классом патологии). Для редких патологий (карциноиды – 29 изображений, гиперплазия – 34) объем собранных данных явно недостаточен для надежного обучения, но методы борьбы с дисбалансом в данных не обсуждаются.

Указанные замечания не являются принципиальными и существенно не влияют на общую положительную оценку представленного исследования.

Заключение

Таким образом, представленная диссертационная работа содержит обоснованные и достоверные новые научные результаты, с помощью которых решена научная проблема, имеющая важное социально-экономическое значение в области разработки приборов, систем и изделий медицинского назначения.

Диссертация **«Система поддержки принятия врачебных решений на основе анализа эндоскопических видеоизображений с применением методов искусственного интеллекта»** удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, соответствует паспорту заявленной специальности, а ее автор, Хрящев Владимир Вячеславович,

заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Официальный оппонент
профессор кафедры «Электроника, приборостроение
и биотехнические системы», ФГБОУ ВО
«Владимирский государственный университет
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
д.т.н., профессор Сушкова Людмила Тихоновна
«03» сентября 2025 г.

Контактные данные: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых», кафедра «Электроники, приборостроения и биотехнических систем». 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87

Тел. +7 (4922) 47-76-12, e-mail: ludm@vlsu.ru

Подпись официального оппонента Сушковой Л.Т. удостоверяю
Ученый секретарь ученого совета ВлГУ



Т.Г. Коннова