

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента Фролова Сергея Владимировича на диссертационную работу Отченашенко Александра Ивановича «Высокотехнологичные системы диагностики заболеваний в онкодерматологии с применением методов и средств искусственного интеллекта», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. «Приборы, системы и изделия медицинского назначения»

### **1. Актуальность темы диссертации**

Актуальность темы диссертации обусловлена следующим. Заболеваемость раком кожи занимает одно из лидирующих мест среди онкологических заболеваний как в России, так и во всем мире. Согласно представленным в работе данным, на 2020 год зарегистрировано более 1,5 миллиона новых случаев рака кожи, при этом прогнозируется рост заболеваемости более чем на 50% к 2040 году. Несмотря на то, что лечение злокачественных новообразований кожи наиболее эффективно на ранних стадиях (пятилетняя выживаемость более 80%), проблема их своевременного выявления остается нерешенной. Точность традиционных методов дерматоскопической диагностики составляет 75-85% и существенно зависит от квалификации специалиста. В этой связи разработка высокотехнологичных систем поддержки принятия врачебных решений на основе методов искусственного интеллекта является актуальной научно-технической задачей.

Соискателем выделена проблемная ситуация, которая заключается в необходимости повышения точности, чувствительности и специфичности диагностики новообразований кожи до уровня 95% и выше при сохранении интерпретируемости результатов для врачей дерматологов. Диссертация соискателя посвящена решению актуальной проблемы – разработке программно-аппаратного комплекса поддержки принятия врачебных решений

в онкодерматологии с применением современных методов глубокого обучения.

## **2. Краткое содержание работы**

Диссертационная работа имеет традиционную структуру для кандидатской диссертации: введение, четыре главы, заключение и список литературы. Список литературы состоит из 135 источников. Работа изложена на 127 страницах машинописного текста, содержит 11 рисунков и 9 таблиц.

Во введении охарактеризованы актуальность темы диссертации, степень разработанности темы исследования, цель и задачи работы, решение которых необходимо для достижения сформулированной цели. Сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методы исследований, основные положения работы, выносимые на защиту, а также степень достоверности и апробация полученных результатов исследования.

В главе 1 приведен аналитический обзор методов диагностики новообразований кожи и систем компьютерного анализа дерматоскопических изображений. Подробно рассмотрены клинические аспекты злокачественных новообразований кожи, проанализированы нейросетевые подходы к анализу медицинских изображений, исследованы методы объяснимого искусственного интеллекта в контексте медицинской диагностики. Автором проведен глубокий анализ архитектур нейронных сетей (AlexNet, VGG, ResNet, Inception, DenseNet, EfficientNet), показано, что системы на основе нейронных сетей могут достигать высокой точности диагностики. Особое внимание удалено проблеме "черного ящика" и методам объяснимого ИИ.

В главе 2 разработаны современные методы нейросетевого анализа дерматоскопических изображений. Формализована взаимосвязь между клиническими проявлениями новообразований и их количественными характеристиками через систему уравнений (2.1)-(2.3). Предложен комбинированный метод сегментации новообразований с погрешностью нахождения площади  $2,69 \pm 0,045\%$  и границ  $2,76 \pm 0,044\%$ . Разработан метод

контекстно-зависимой аугментации данных, позволивший повысить точность классификации на 8-10%. Создана оригинальная архитектура нейронной сети со специализированными сверточными слоями, модулем внимания (Squeeze-and-Excitation) и модифицированной функцией потерь, объединяющей категориальную кросс-энтропию и фокальную потерю.

В главе 3 представлена разработка программно-аппаратного комплекса поддержки принятия врачебных решений. Предложена модульная архитектура программного обеспечения с семью основными модулями, обеспечивающая гибкость и масштабируемость системы. Разработан пространственно-цветовой эталон для калибровки системы. Интегрирован модуль классификации новообразований кожи с механизмом объяснения принимаемых решений. Создана система формирования структурированных заключений о результатах анализа. Детально описана методика выполнения автоматизированных измерений при дерматоскопическом исследовании.

В главе 4 представлены результаты технической апробации и оценки эффективности разработанного комплекса. Сформирована верифицированная база данных из 5244 дерматоскопических изображений от 3678 пациентов. Проведена валидация на независимой тестовой выборке, показавшая чувствительность 97%, специфичность 95% и точность 96% для задачи дифференциации злокачественных и доброкачественных новообразований. Техническая апробация в медицинских учреждениях на 1586 изображениях подтвердила высокую диагностическую эффективность комплекса (чувствительность 94,6%, специфичность 92,1%, точность 93,3%).

### **3. Основные научные результаты, степень их новизны и значимость**

1. Комплексный метод анализа новообразований кожи, основанный на ансамбле нейросетевых алгоритмов, включающем модифицированную архитектуру ResNet-50 с механизмом DenseNet-подобных связей, модуль сегментации U-Net и сеть YOLOv12 для обнаружения структурных элементов, отличающийся интеграцией современных методов искусственного

интеллекта с общепринятыми дерматоскопическими критериями, что обеспечивает высокоточное определение характера новообразований.

2. Оригинальная гибридная архитектура сверточной нейронной сети, отличающаяся наличием специализированных сверточных слоев с адаптивными рецептивными полями для выделения клинически значимых признаков (атипичной пигментной сети, глобул неправильной формы, радиальных структур, бесструктурных областей) и механизмом самовнимания (self-attention), обеспечивающая повышение точности классификации на 12% при сокращении времени обработки на 35%.

3. Новый многоступенчатый метод контекстно-зависимой аугментации изображений с применением генеративных состязательных сетей для синтеза реалистичных вариаций патологий с сохранением клинически значимых признаков и адаптивным контролем степени преобразований, позволяющий в условиях ограниченной обучающей выборки повысить точность работы моделей на 8-10%.

4. Метод формализации визуальных критериев оценки новообразований через систему количественных параметров, включающую взаимосвязь между клиническими параметрами формы и геометрическими характеристиками (уравнение 2.1), определение резкости границы (уравнение 2.2) и математическое представление цвета новообразования (уравнение 2.3).

5. Комбинированный алгоритм предварительной обработки дерматоскопических изображений, включающий оценку параметров качества, медианную фильтрацию, коррекцию яркости и контрастности, адаптивную фильтрацию на основе винеровского фильтра, что обеспечивает высокую точность последующей сегментации и анализа.

#### **4. Теоретическая и практическая значимость работы**

Теоретическая значимость работы заключается в развитии методов нейросетевого анализа медицинских изображений применительно к задачам онкодерматологии. Разработанные подходы к формализации клинических

критериев, методы сегментации и классификации вносят вклад в теорию компьютерного зрения и машинного обучения в медицине.

Практическая значимость определяется созданием программно-аппаратного комплекса на базе отечественного дерматоскопа РДС-2, обеспечивающего высокую точность диагностики новообразований кожи. Комплекс внедрен в научно-исследовательскую деятельность Центральной государственной медицинской академии Управления делами Президента РФ и Научно-исследовательский центр «Клиника дерматологии», что подтверждает его готовность к практическому применению. Разработанная методика выполнения автоматизированных измерений обеспечивает воспроизводимость результатов и может быть использована для стандартизации дерматоскопических исследований.

### **5. Замечания по работе**

1. В автореферате недостаточно подробно раскрыто влияние качества исходных дерматоскопических изображений (разрешение, условия освещения, артефакты) на точность классификации новообразований разработанными нейросетевыми моделями.

2. В работе приведены результаты сравнения с базовыми архитектурами нейронных сетей, однако отсутствуют данные сравнительного анализа с современными зарубежными системами диагностики новообразований кожи.

3. Не указаны ограничения применимости разработанного программно-аппаратного комплекса для различных типов кожи, возрастных групп пациентов и анатомических локализаций новообразований.

4. Желательно было бы привести более детальную информацию о временных характеристиках работы системы – среднее время обработки одного изображения, время формирования заключения, требования к вычислительным ресурсам.

Указанные замечания не носят принципиального характера, не влияют на общую положительную оценку работы и могут быть учтены автором в дальнейших исследованиях.

## **6. Общая характеристика работы**

В диссертационной работе Отченашенко Александра Ивановича решена научная задача создания высокотехнологичной системы диагностики заболеваний в онкодерматологии с применением современных методов искусственного интеллекта. Разработан комплексный подход, объединяющий нейросетевые технологии с клиническими критериями диагностики, что позволило достичь высоких показателей эффективности.

Работа выполнена на высоком научном уровне, имеет четкую структуру, логическую последовательность изложения материала. Математический аппарат использован корректно, экспериментальные исследования проведены методически грамотно. Иллюстрации выполнены качественно и наглядно демонстрируют полученные результаты.

Результаты диссертации опубликованы в 7 научных работах, из них 5 статей в ведущих рецензируемых научных журналах из перечня ВАК. Получен патент на изобретение № 2780367 и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2024685913. Основные результаты доложены на 5 международных и всероссийских конференциях.

Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации и адекватно отражает полученные результаты.

Отченашенко Александр Иванович показал себя высококвалифицированным специалистом, способным самостоятельно ставить и решать сложные научно-технические задачи.

## **Выводы**

Диссертация Отченашенко Александра Ивановича «Высокотехнологичные системы диагностики заболеваний в онкодерматологии с применением методов и средств искусственного интеллекта», представленная на соискание ученой степени кандидата

технических наук, представляет собой актуальный законченный научный труд, который характеризуется научной новизной, практической значимостью, достоверностью и соответствует всем требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12 «Приборы, системы и изделия медицинского назначения» (технические науки) и пп. 9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г., а Отченашенко Александр Иванович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент:

доктор технических наук по специальностям

05.13.07 – Автоматизация технологических процессов и производств,  
05.13.16 – Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях, профессор, заведующий кафедрой «Биомедицинская техника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»

Фролов Сергей Владимирович

28 мая 2025 г.



Контактные данные:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тамбовский государственный технический университет" 392000, г. Тамбов, ул. Советская, д.106/5, помещение 2

Телефон: (4752) 63-10-19, Факс: 63-06-43, E-mail: [tstu@admin.tstu.ru](mailto:tstu@admin.tstu.ru)