**В диссертационный совет 24.2.375.01 (Д 212.211.01)**
**Рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф. Уткина**

# ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Корчагина Валерия Дмитриевича
«Модель и алгоритмы интеллектуального анализа изображений в DICOM-подобных данных при поддержке принятия решений»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

В условиях цифровой трансформации промышленности в рамках концепции Индустрии 4.0 наблюдается устойчивый рост объёмов визуальной информации, представленной в стандартизированных форматах семейства DICOM и их специализированных расширениях (DICONDE, DICOS). Эти форматы находят широкое применение не только в медицинской диагностике, но и в промышленных системах неразрушающего контроля, где данные представляют собой гетерогенную структуру, объединяющую растровые изображения и структурированные метаданные, описывающие условия получения изображений и характеристики исследуемых объектов. Особую значимость задача разработки эффективных моделей и алгоритмов интеллектуального анализа таких данных приобретает в системах поддержки принятия решений, функционирующих в реальных производственных условиях, где критически важны скорость обработки, устойчивость к вариативности данных и масштабируемость при росте объёмов информации. Автор справедливо отмечает, что существующие подходы, основанные исключительно на визуальных признаках, не обеспечивают требуемой релевантности и устойчивости результатов поиска в условиях изменяющихся параметров контроля и неполноты данных. Предлагаемый подход, основанный на комплексировании визуальной и фактографической информации, направлен на восполнение этого пробела, что подтверждает **актуальность** и практическую востребованность работы.

**Научная новизна** диссертационного исследования в автореферате обоснована и заключается в следующих ключевых результатах:

1. Разработана модель комплексированного интеллектуального анализа изображений в DICOM-подобных данных, основанная на интеграции визуальных эмбеддингов и токенизированных метаданных в едином признаковом пространстве. Это позволяет повысить релевантность поиска и устойчивость к внутриклассовой вариативности на 33 % по сравнению с методами, использующими только визуальные признаки, что подтверждено экспериментально.
2. Разработана модифицированная архитектура ИНС «DICONDE-YOLO», отличающаяся механизмом интеграции фактографических данных на уровне внутренних слоёв сети и возможностью адаптивной реконфигурации с использованием AutoML-контуров. Модификация обеспечивает повышение показателей mAP на 40 %, Recall на 27 %, NDCG на 33 % и расширяет применимость модели в составе систем поддержки принятия решений.
3. Разработан алгоритм масштабируемого комплексированного поиска схожих изображений с использованием ANN-индексации и двухуровневого механизма хранения

и кэширования, для которого выполнено математическое обоснование экстраполяции вычислительной сложности при росте объёма данных. Это обеспечивает снижение времени отклика на 9 % и повышение пропускной способности системы на 44 %.

4. Разработана архитектура распределённой интеллектуальной СППР, реализующая интеграцию сервисов обработки изображений, векторного поиска, текстового индексирования и мониторинга, обеспечивающая масштабируемость, воспроизводимость и инвариантность по отношению к структуре DICOM-подобных данных.

Особого внимания заслуживает обоснованный выбор YOLOv8 в качестве базовой архитектуры, подтверждённый сравнительным анализом с более новыми версиями YOLOv9–YOLOv12, а также предложенная модификация сети (замена SPPF на ASPP, введение блоков глубинной свертки и эффективного канального внимания ECA), которая позволяет повысить точность детекции малых объектов и улучшить дискриминативность формируемых эмбеддингов.

**Практическая значимость** работы не вызывает сомнений и подтверждается конкретными результатами внедрения. Разработанный программно-алгоритмический комплекс:

- обеспечивает комплексированный поиск схожих изображений на основе объединения визуальных и фактографических признаков, что повышает релевантность выдачи и устойчивость к вариативности данных;
- автоматизирует процедуру интеллектуального поиска и аналитической интерпретации результатов визуального контроля, снижая влияние субъективных факторов при принятии решений;
- демонстрирует масштабируемость и приемлемое время отклика при значительном росте объёмов данных (до $10^8$ изображений);
- позволяет сократить время анализа с 90 до 35 минут, снизить долю ложных тревог с 12 % до 5 % и увеличить количество обрабатываемых изображений в смену с 30 до 75 штук.

Результаты работы внедрены в Учебно-аттестационном центре АО «НИКИМТ-Атомстрой» при VR-симуляции операций контроля качества сварных соединений, а также используются в учебном процессе и прикладных исследованиях Передовой инженерной школы химического инжиниринга и машиностроения РХТУ им. Д.И. Менделеева. На разработанное программное обеспечение получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Вместе с тем, по тексту автореферата возникают следующие **вопросы и замечания**:

1. Недостаточная детализация механизма токенизации метаданных. Автор описывает процедуру токенизации метаданных (рис. 2), однако не раскрывает, каким образом обрабатываются различные типы атрибутов — числовые, категориальные и текстовые. Остаётся неясным, как обеспечивается сохранение семантических связей между различными полями метаданных после их преобразования в числовой вектор, а также применялись ли какие-либо методы нормализации для устранения влияния разномасштабности признаков.

2. Не раскрыт механизм интеграции метаданных на уровне внутренних слоёв сети. В разделе, посвящённом архитектуре «DICONDE-YOLO» (рис. 3), упоминается, что токенизированные метаданные интегрируются на уровне внутренних представлений. Однако остаётся непонятным, на каком именно этапе (после какого блока сети) происходит конкатенация или сложение векторов, как обеспечивается балансировка вклада визуальных и фактографических признаков в итоговый эмбеддинг и как это влияет на процесс обучения сети.

3. Не указан состав и источники датасетов. Автор ссылается на «специализированные датасеты» объёмом более 160 000 изображений, но не приводит детального описания их структуры: распределения по классам дефектов, источников получения изображений, способов аннотирования и критериев отбора. Отсутствие этой информации затрудняет оценку репрезентативности экспериментальной базы и воспроизводимости результатов.

Указанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей положительной оценки диссертационного исследования. Таким образом можно утверждать, что диссертационная работа Корчагина Валерия Дмитриевича представляет собой законченное научно-квалификационное исследование, в котором решена актуальная научно-техническая задача повышения эффективности выполнения поисковых запросов в системах поддержки принятия решений на основе разработки модели и алгоритмов комплексированного интеллектуального анализа изображений в DICOM-подобных данных.

По своему содержанию, научной новизне и практической значимости работа полностью соответствует требованиям п. 9, 12 паспорта специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика», а также отвечает критериям, установленным в «Положении о порядке присуждения учёных степеней». Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертации, характеризуется логичностью и аргументированностью изложения. Степень обоснованности и достоверности полученных результатов подтверждена корректным применением математического аппарата, вычислительными экспериментами и актами о внедрении.

Считаю, что Корчагин Валерий Дмитриевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры информационных технологий и математики
ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет» Д.И. Попов

Контактная информация:
354000, г. Сочи, ул. Политехническая, д. 7, каб. 216.
Тел.: +7(919)724-30-45. E-mail: damitry@mail.ru

Попов Дмитрий Иванович

подпись Попова Д.И.
заверяю
Временно исполняющий
обязанности начальника
управления кадров
Гончарук С.Е.
15.09.2026