МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение науки
ИНСТИТУТ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИКИ
Российской академии наук (ИКТИ РАН)
127055, Москва, Вадковский переулок, д.18, стр. 1А,
тел. (499) 978-49-02, факс (499) 973-12-96

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИКТИ РАН,
д-р техн. наук Шептунов С.А.

«26» июня 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Корчагина Валерия Дмитриевича
«МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ В DICOM-ПОДОБНЫХ ДАННЫХ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности **2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика**

Актуальность темы. Диссертационная работа посвящена актуальной научной задаче разработки новых методов и инструментальных средств интеллектуального анализа изображений, обеспечивающих повышение эффективности поиска, сопоставления и ранжирования визуальных данных в системах поддержки принятия решений (СППР), функционирующих в условиях обработки DICOM-подобных информационных потоков. В таких системах критически важным является обеспечение объективной, масштабируемой и воспроизводимой обработки изображений, сопровождаемых разнородными фактографическими метаданными, отражающими технологические и контекстные характеристики объектов.

Традиционные подходы к анализу изображений в СППР, основанные преимущественно на использовании визуальных признаков, извлекаемых с помощью сверточных нейронных сетей, демонстрируют ограниченную эффективность в условиях высокой внутриклассовой вариативности, визуальной неоднозначности объектов и неполноты метаданных. При этом увеличение глубины и сложности нейросетевых архитектур само по себе не обеспечивает пропорционального роста качества поиска и зачастую приводит к росту вычислительных затрат без существенного повышения обобщающей способности моделей.

В современных условиях особую значимость приобретает задача формирования единого семантического признакового пространства, объединяющего визуальные эмбеддинги и фактографические метаданные. Однако существующие решения, как правило, рассматривают метаданные либо как вспомогательный источник информации на этапе постобработки, либо не обеспечивают их полноценной интеграции в процесс формирования признаков, что ограничивает потенциал повышения точности и устойчивости интеллектуального поиска.

Дополнительную актуальность задаче придаёт необходимость обеспечения масштабируемости алгоритмов поиска при работе с большими массивами данных, достигающими сотен тысяч и миллионов изображений, а также требования к снижению времени отклика при интерактивном использовании СППР. В этих условиях востребованы методы, обеспечивающие эффективную ANN-индексацию эмбеддингов и устойчивую работу распределённых вычислительных архитектур.

В этой связи тема диссертационного исследования, посвящённого разработке модели «DICONDE-YOLO» и комплексированного алгоритма поиска схожих изображений в DICOM-подобных данных в составе СППР, является своевременной, актуальной и представляет значительный теоретический и практический интерес для развития методов интеллектуального анализа изображений и распределённых информационных систем.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Диссертационная работа посвящена исследованию и решению актуальной научно-технической задачи, связанной с разработкой модели и комплексированного алгоритма поиска схожих изображений в DICOM-подобных данных на основе совместного использования визуальных признаков и фактографических метаданных в составе СППР. Решение поставленной задачи направлено на повышение качества поиска, ранжирования и интерпретации результатов интеллектуального анализа изображений в условиях высокой внутриклассовой вариативности и неполноты метаданных.

Степень обоснованности научных положений диссертационной работы определяется корректностью постановки цели и задач исследования, логической согласованностью этапов разработки модели «DICONDE-YOLO» и комплексированного алгоритма поиска, а также соответствием полученных результатов современному уровню развития методов компьютерного зрения, глубокого обучения и распределённых информационных систем.

Обоснованность и достоверность сформулированных выводов обеспечивается применением комплекса современных теоретических и экспериментальных методов исследования, включая методы глубокого обучения, векторного представления данных, ANN-индексации, а также подходов к формированию и анализу гибридных признаковых пространств. В работе реализована интеграция визуальных эмбеддингов, получаемых с использованием модифицированной архитектуры YOLOv8, и токенизированных фактографических метаданных, что позволяет учитывать как визуальные, так и контекстно-технологические характеристики объектов.

Экспериментальная часть исследования основана на использовании крупных специализированных датасетов, включающих свыше 160 000 изображений DICOM-подобного формата, с корректным разделением на обучающую, валидационную и тестовую выборки. Применение строгих процедур исключения пересечения данных между выборками обеспечивает

воспроизводимость результатов и исключает эффект информационной утечки при обучении и тестировании моделей.

Достоверность результатов дополнительно подтверждается проведением сравнительных экспериментов с использованием нескольких архитектур YOLO (v8–v12), а также выполнением абляционного анализа, позволяющего оценить вклад отдельных компонентов разработанной модели, включая блоки визуального извлечения признаков, механизмы внимания, модули обработки и интеграции метаданных. Использование стандартных метрик качества (mAP50, Precision, Recall, CIoU, NDCG) обеспечивает сопоставимость полученных результатов с современными исследованиями в области интеллектуального анализа изображений.

Важным фактором обоснованности выводов является многократная экспериментальная проверка устойчивости модели при различных инициализациях параметров обучения, при этом зафиксированный разброс ключевых метрик не превышает 2–3 %, что свидетельствует о статистической стабильности полученных результатов.

Апробация основных положений диссертации осуществлялась посредством обсуждения результатов на научных конференциях, а также в процессе опытной эксплуатации разработанного программного прототипа в составе СППР на промышленном предприятии. Практическое внедрение подтверждает работоспособность предложенного подхода в условиях реальных эксплуатационных нагрузок и его применимость для задач интеллектуального анализа визуальных данных.

Дополнительным подтверждением достоверности результатов является реализация программного прототипа СППР в виде распределённой микросервисной архитектуры с использованием современных технологий обработки и хранения данных, включая ANN-поиск, кэширование и механизмы балансировки нагрузки, что обеспечивает корректное функционирование разработанного алгоритма в условиях масштабируемых вычислительных сред.

Результаты диссертационной работы внедрены в практическую деятельность промышленного предприятия и образовательный процесс, что подтверждается соответствующими актами внедрения и справками об использовании. Полученные результаты демонстрируют воспроизводимость, устойчивость и практическую значимость предложенных решений, а также их соответствие современному уровню развития интеллектуальных систем анализа изображений.

Таким образом, совокупность теоретических обоснований, экспериментальных исследований, сравнительного анализа и результатов практического внедрения позволяет считать научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы достаточно обоснованными и достоверными.

Оценка новизны научных результатов. Научная новизна диссертационного исследования определяется разработкой и исследованием комплекса моделей и алгоритмов интеллектуального анализа DICOM-подобных изображений, обеспечивающих совместную обработку визуальных и фактографических данных в рамках единого признакового пространства и ориентированных на применение в распределённых системах поддержки принятия решений.

В диссертационной работе предложен и реализован новый подход к построению комплексированного алгоритма поиска схожих изображений, основанный на интеграции нейросетевого извлечения визуальных признаков и структурированных метаданных, что обеспечивает формирование более дискриминативного представления объектов и повышает качество ранжирования результатов поиска.

Существенные результаты диссертационного исследования в виде научной новизны заключаются в следующем:

1. **Впервые разработана модель формирования единого признакового пространства для DICOM-подобных изображений**, отличающаяся от традиционных подходов к поиску изображений тем, что обеспечивает

совместное представление визуальных эмбеддингов и токенизированных фактографических метаданных в единой семантической структуре. Данный подход позволяет учитывать контекстные и технологические характеристики объектов уже на этапе формирования признаков, а не на этапе постобработки результатов.

2. **Впервые предложена модифицированная нейросетевая архитектура «DICONDE-YOLO»**, основанная на развитии YOLOv8 и отличающаяся встроенным модулем извлечения и токенизации метаданных с последующей их интеграцией в промежуточные представления сети. Это обеспечивает повышение информативности эмбеддингов и улучшение качества локализации и семантической интерпретации дефектов в условиях высокой внутриклассовой вариативности.

3. **Впервые разработан комплексированный алгоритм поиска схожих изображений**, отличающийся от классических решений на основе только визуального сходства использованием гибридного ранжирования, объединяющего визуальные эмбеддинги и фактографические признаки с применением ANN-индексации и ранжирующих механизмов (включая NDCG-ориентированную оптимизацию порядка выдачи). Это позволяет существенно повысить релевантность результатов поиска в СППР.

4. **Впервые предложен подход адаптивной интеграции нейросетевой модели в распределённую микросервисную архитектуру СППР**, отличающийся использованием управляющего контура AutoML и механизмов динамической настройки параметров модели и инфраструктуры в зависимости от характеристик входных данных и вычислительных ограничений. Это обеспечивает масштабируемость и устойчивость системы при изменении нагрузки и объёмов данных.

Таким образом, полученные научные результаты обладают выраженной новизной, поскольку обеспечивают переход от классических визуально-ориентированных моделей поиска изображений к гибридным контекстно-зависимым системам, в которых визуальная и фактографическая информация

обрабатываются совместно на уровне внутренних представлений нейросетевой архитектуры и инфраструктуры СППР.

Новизна и практическая значимость исследований. В диссертационной работе предложена модифицированная архитектура нейросетевой модели «DICONDE-YOLO», основанная на развитии YOLOv8, отличающаяся интеграцией токенизированных метаданных непосредственно в пространство формирования признаков.

Полученные результаты обладают новизной и развивают существующие подходы к интеллектуальному анализу изображений в направлении повышения их семантической полноты и устойчивости.

Практическая значимость работы. Практическая значимость диссертационного исследования подтверждается разработкой и внедрением программного прототипа СППР, реализованного на основе микросервисной архитектуры с использованием современных технологий (PyTorch, gRPC, Milvus, Redis, Elasticsearch, Docker и др.).

В ходе опытной эксплуатации на промышленном предприятии установлено:

- сокращение времени анализа дефектов на 61%;
- снижение количества ложных срабатываний;
- увеличение производительности обработки изображений на 150%;
- повышение устойчивости работы системы при неполных метаданных.

Существует дополнительная возможность интеграции разработанного программно-алгоритмического решения в существующие информационные системы предприятий, а также его самостоятельное применение в образовательном процессе, что подтверждает универсальность и прикладную ценность результатов.

Личный вклад соискателя заключается в проведении комплексного исследования в области интеллектуального анализа DICOM-подобных изображений и разработки комплексированного алгоритма поиска схожих

изображений, предназначенного для применения в распределённых системах поддержки принятия решений (СППР).

Соискателем выполнен анализ современных методов компьютерного зрения, нейросетевых архитектур и систем векторного поиска, используемых для обработки визуальной информации и метаданных в задачах промышленного контроля и анализа дефектов.

В рамках диссертационного исследования лично соискателем получены следующие результаты:

- проведён анализ существующих подходов к извлечению визуальных признаков и интеграции метаданных в задачах интеллектуального анализа изображений;
- разработана модифицированная нейросетевая архитектура «DICONDE-YOLO», основанная на адаптации YOLOv8 к специфике DICOM-подобных данных и включающая механизмы извлечения и токенизации фактографических метаданных;
- разработан комплексированный алгоритм поиска схожих изображений, основанный на объединении визуальных эмбеддингов и структурированных метаданных в едином признаковом пространстве с применением ANN-индексации;
- реализована методика формирования гибридного семантического пространства признаков, обеспечивающая повышение дискриминативности представлений и улучшение качества ранжирования результатов поиска;
- проведена разработка и реализация программного прототипа СППР в рамках микросервисной архитектуры с использованием современных средств распределённой обработки данных;
- выполнена экспериментальная верификация предложенных моделей и алгоритмов на масштабных DICOM-подобных датасетах, а также

проведена абляционная оценка вклада отдельных архитектурных компонентов;

- осуществлена опытная эксплуатация разработанного решения в условиях промышленного предприятия с анализом эксплуатационных характеристик и сравнением с базовой моделью YOLOv8;
- подготовлены научные публикации, доклады и материалы для апробации результатов на конференциях, а также оформлены результаты в виде внедрённых программных решений.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Результаты диссертационного исследования могут быть рекомендованы к внедрению и дальнейшему развитию в составе современных распределённых систем поддержки принятия решений (СППР), ориентированных на обработку DICOM-подобных визуальных данных и связанных с ними фактографических метаданных. Разработанная модель «DICONDE-YOLO» и комплексированный алгоритм интеллектуального анализа изображений демонстрируют высокую эффективность при решении задач поиска, ранжирования и семантической интерпретации визуальной информации в условиях промышленной эксплуатации.

Практическая ценность результатов подтверждается их успешной интеграцией в информационную инфраструктуру промышленного предприятия, где разработанные алгоритмы используются как сервис интеллектуального анализа изображений в контуре СППР. Полученные решения могут быть рекомендованы к применению на предприятиях машиностроительной, энергетической и других отраслей промышленности, использующих неразрушающий контроль и анализ визуальных данных больших объёмов.

Особую значимость результаты исследования имеют для внедрения в образовательный процесс высших учебных заведений инженерно-технического профиля при подготовке специалистов по направлениям, связанным с искусственным интеллектом, обработкой изображений, распределёнными и интеллектуальными информационными системами. Разработанный подход

может быть использован при проектировании современных микросервисных СППР, а также при создании высоконагруженных систем векторного поиска и анализа визуальных данных.

Замечания и рекомендации по диссертации и автореферату. Несмотря на хороший научный уровень выполненного исследования и значимую практическую реализацию предложенных решений, по работе можно сделать ряд замечаний и рекомендаций.

1. В диссертационной работе достаточно подробно описана архитектура «DICONDE-YOLO» и комплексирование визуальных и фактографических признаков, однако недостаточно формализовано описание процедуры обучения и настройки AutoML-контура, включая критерии оптимизации архитектуры и стратегию выбора конфигураций модели
2. Представленные экспериментальные результаты демонстрируют существенное улучшение метрик качества (mAP50, Precision, Recall, CIoU, NDCG), однако в работе недостаточно подробно раскрыта статистическая значимость полученных улучшений и устойчивость результатов при различных режимах деградации метаданных.
3. В тексте диссертации отмечается использование современных распределённых компонентов (Milvus, Redis, NGINX, Apache Pulsar/NATS, Prometheus, Grafana), однако архитектурные диаграммы взаимодействия сервисов и формализованное описание потоков данных в виде стандартных нотаций представлены ограниченно, что затрудняет полную реконструкцию системы по текстовому описанию.
4. В работе заявлена интеграция визуальных и фактографических данных на уровне эмбеддингов, однако методология токенизации метаданных и механизм их синхронизации с визуальными признаками требует более детального математического и алгоритмического описания для повышения воспроизводимости результатов.

Высказанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационного исследования и носят преимущественно уточняющий и рекомендательный характер.

Соответствие диссертации требованиям, установленным Положением и присуждении учёных степеней. Диссертационная работа представляет собой завершённое научно-квалификационное исследование, посвящённое решению актуальной научно-технической задачи повышения эффективности поиска и анализа визуальных данных в СППР за счёт разработки модели интеллектуального анализа изображений «DICONDE-YOLO» и комплексированного алгоритма обработки визуальных и фактографических признаков.

Результаты исследования характеризуются научной новизной, теоретической обоснованностью и практической значимостью, подтверждённой экспериментальными исследованиями и опытной эксплуатацией на промышленном предприятии. Разработанный прототип системы продемонстрировал улучшение ключевых показателей качества анализа изображений, повышение устойчивости к неполноте метаданных, а также снижение времени обработки и повышение производительности системы.

Материалы диссертации изложены последовательно, логично и в достаточной степени формализованы. Автореферат отражает содержание диссертационного исследования, а основные положения работы опубликованы и апробированы в рамках практического внедрения и образовательного процесса.

Результаты диссертационного исследования в полной мере соответствуют требованиям пунктов 9–11 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 (с изменениями и дополнениями) и соответствуют заявленной научной специальности,

На основании проведённого анализа материалов диссертации и автореферата на тему «**Модель и алгоритмы интеллектуального анализа изображений в DICOM-подобных данных при поддержке принятия**

решений», которые выполнены по научной специальности **2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика**, можно сделать вывод, что диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по вышеназванной научной специальности.

Заключение в результате анализа материалов диссертационной работы и автореферата Корчагина В.Д., после всестороннего обсуждения полученных соискателем научно-практических результатов принято на Ученом совете Федерального государственного автономного учреждения науки Института конструкторско-технологической информатики Российской академии наук.

Присутствовало на заседании Ученого совета ИКТИ РАН 10 чел (1 чел. с правом совещательного голоса). Результаты голосования: «за» - 9 чел., «против» - 0 чел., «воздержались» - 0 чел. , протокол №026/02 от «25» июня 2026 г.

Председатель
Ученого совета ИКТИ РАН,
д.т.н. **Шептунов С.А.**

Секретарь
Ученого совета ИКТИ РАН,
к.соц.н **Запольская А.Н.**

С отзывом ознакомлен 02.07.2026