**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИМЕНИ В.Н. ТАТИЩЕВА**

Кафедра информационных технологий

**ОТЧЕТ**

**о прохождении учебной практики**

студента 1 курса группы ПИ-15 очной формы обучения

факультета цифровых технологий и кибербезопасности

Мартынова Виктора Александровича

Сроки проведения практики с «8» декабря 2024 г. по «11» января 2025 г.

Оценка\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель практики \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ханова А.А., профессор

*«\_\_\_\_\_»* \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г.

**Содержание**

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc185424406)

[1 Общая характеристика работы 5](#_Toc185424407)

[2 Обзор известных методов и средств решения проблемы 10](#_Toc185424408)

[2.1 Описание предметной области 10](#_Toc185424409)

[2.2 Специфические особенности, рассматриваемой задачи 10](#_Toc185424410)

[2.3 Сравнение и оценка научных, методологических, технологических, алгоритмических, программных решений по теме исследования 10](#_Toc185424411)

[2.4 Постановка задачи исследования 10](#_Toc185424412)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 11](#_Toc185424413)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 12](#_Toc185424414)

[**ПРИЛОЖЕНИЕ А Автореферат** 13](#_Toc185424415)

ВВЕДЕНИЕ

Целью учебной практики является изучение научных, методологических, технологических, алгоритмических и программных методов разработки искусственного интеллекта для анализа медицинских изображений.

В ходе учебной практики необходимо рассмотреть следующие задачи:

1. Описание общей характеристики магистерской диссертации;

2. Описание разработки искусственного интеллекта для анализа медицинских изображений с указанием национальных проектов, или приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ и критических технологий или Федеральных целевых программ;

3. Сравнение и оценка научных, методологических, технологических, алгоритмических, программных решений по теме исследования «Анализ цифровых рентгеновских снимков на основе машинного зрения»;

4. Постановка задачи исследования;

5. Создание макета автореферата и проекта статьи по теме исследования «Анализ цифровых рентгеновских снимков на основе машинного зрения»

1. Общая характеристика работы

**Актуальность темы исследования.**

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой одну из наиболее значительных технологических революций XXI века, оказывая глубокое влияние на различные сферы человеческой деятельности. В частности, медицина, как область, требующая высокой степени точности и эффективности, становится ареной активного внедрения ИИ-технологий. Современные достижения в области машинного обучения, обработки естественного языка и анализа больших данных открывают новые горизонты для диагностики, лечения и управления заболеваниями.

Развитие искусственного интеллекта (ИИ) в медицине прошло несколько ключевых этапов и охватывает множество направлений:

1. Ранние исследования (1950-е - 1980-е годы): Первые эксперименты с ИИ в медицине начались в 1950-х годах. Одним из первых примеров является программа MYCIN, разработанная в 1970-х годах для диагностики инфекционных заболеваний и выбора антибиотиков. Она использовала правила и логические выводы для анализа симптомов.
2. Экспертные системы (1980-е - 1990-е годы): В этот период начали развиваться экспертные системы, которые могли помогать врачам в принятии решений. Эти системы использовали базы знаний и правила для диагностики и лечения, но их применение было ограничено из-за сложности и необходимости постоянного обновления данных.
3. Машинное обучение и анализ данных (1990-е - 2000-е годы): С развитием технологий и увеличением объема медицинских данных началось активное использование методов машинного обучения. Это позволило анализировать большие объемы данных, выявлять закономерности и делать прогнозы. Например, ИИ стал использоваться для анализа медицинских изображений.
4. Глубокое обучение (2010-е годы): С появлением глубоких нейронных сетей ИИ достиг новых высот в медицине. Глубокое обучение стало основой для разработки систем, способных распознавать паттерны в медицинских изображениях (например, рентгеновских снимках, МРТ и КТ). Это привело к значительному улучшению точности диагностики.
5. Персонализированная медицина (2010-е - настоящее время): ИИ стал важным инструментом в области персонализированной медицины, где алгоритмы анализируют генетические данные, историю болезни и другие факторы для разработки индивидуальных планов лечения.
6. Телемедицина и виртуальные помощники: В последние годы ИИ активно используется в телемедицине, где виртуальные помощники помогают пациентам получать консультации и рекомендации. Данные методы показали особую актуальность в условиях пандемии COVID-19.

Актуальность разработки любых систем искусственного интеллекта корнями уходит в поиск возможностей частичной или полной автоматизации рутинных операций, которые до этого выполняются человеком.

Российская система здравоохранения нуждается в повышении своей эффективности за счёт привлечения большого потока специалистов, но это не всегда возможно в условиях географических особенностей. Национальная академия медицинского образования имени Н.А. Бородина провела исследование и опубликовала статью на портале ДЗЕН [1]. В данной статье основной акцентировано внимание на причины нехватки врачей, которые заключаются в том числе и в неравномерном распределении кадров по стране. Существует большое количество причин данному явлению, но всё сводится к различному уровню жизни в регионах, что влияет также на уровень зарплат специалистов. Это приводит к оттоку специалистов в столичные регионы.

Помимо проблемы миграции специалистов, также существует общая нехватка кадров в отрасли. На заседании экспертного совета по здравоохранению в Совете Федерации по социальной политике в 2023 году прозвучало, что потребность в кадрах составляет 29 тысяч врачей и 63 тысячи средних медицинских работников. Об этом свидетельствует статья на портале РИА Новости [2].

Таким образом, в ближайшие годы с малой вероятностью произойдет насыщение системы здравоохранения необходимым количеством специалистов. В данном случае, для повышения эффективности необходимо внедрять решения обладающие возможностью для снижения затрат ресурсов для медицинского обслуживания населения.

**Степень разработанности темы.**

Проблема создания систем искусственного интеллекта для анализа медицинских изображений исследуется повсеместно. Например в статье, где описывается метод решения данной проблемы с помощью языковых моделей, а именно CHATGPT, показан достаточно интересный подход к решению данной задачи [3]. Однако этот способ имеет существенный недостаток – языковая модель может лишь участвовать в диалоге и у неё отсутствует возможность формирования описания изображения. Таким образом, используется промежуточная среда в виде другого сервиса, которая сначала составляет текстовое описание изображения, что может повлечь за собой погрешность в итоговом результате.

На текущий момент широкое распространение систем для анализа медицинских изображений отсутствует. Проводятся эксперименты по внедрению таких систем в Москве, что может говорить о том не скором внедрении подобных решений по всей территории России.

**Объект исследования –** информационная система анализа рентгеновских снимков на основе машинного зрения.

**Предмет исследования –** методы и подходы к созданию продвинутой системы для анализа рентгеновских снимков на основе машинного зрения.

**Цель диссертационной работы** – улучшение качества существующих и поиск новых решений для анализа рентгеновских снимков на основе машинного зрения.

Для достижения поставленной цели требуется выполнение следующих задач:

1. Проанализировать существующие подходы к разработке ИИ для анализа медицинских изображений.

2. Осуществить поиск и анализ существующих решений для просмотра рентгеновских изображений на основе открытого исходного кода.

3. Создать алгоритм машинного зрения для распознавания рентгеновских изображений.

4. Создать алгоритм текстового описания обнаруженных аномалий.

5. Внедрить систему распознавания в утилиту просмотра рентгеновских изображений.

6. Провести тестирование функционала на основе обезличенных рентгеновских исследований.

**Научная новизна** диссертационного исследования заключается в следующем:

1. Впервые разработана система, совмещающая в себе методы анализа изображений при помощи машинного зрения и описания патологий с помощью языковых моделей.
2. Предложенное решение целиком и полностью основано на принципах открытого исходного кода.

**Теоретическая значимость работы.**

Работа вносит вклад в развитие теории анализа медицинских изображений средствами машинного зрения, а также применения языковых моделей для составления текстовых диагнозов. Предложенные теоретические положения описывают методы сбора данных, разработки алгоритмов машинного обучения для формирования механизма распознавания медицинских изображений. Полученные результаты могут быть использованы для дальнейших исследований в области искусственного интеллекта и медицинской диагностики.

**Практическая значимость работы.**

В рамках работы создаётся информационная система, выступающая в роли интерактивного справочника с возможностью анализа поступающих рентгеновских изображений. Данная система содержит в своём составе сервис для анализа изображений методами машинного зрения, языковую модель для составления предварительного диагноза, пакет программного обеспечения для хранения и систематизации рентгеновских изображений, также известная как PACS-система.

**Методы исследования.**

В рамках работы используются такие методы, как: системный анализ, теория управления и принятия решений, методы машинного обучения, теория вероятностей и математическая статистика, имитационное моделирование, методы объектно-ориентированного проектирования, процедурные методы разработки программного обеспечения.

**Положения, выносимые на защиту.**

1. Методика анализа медицинских изображений методами машинного зрения.
2. Алгоритм сбора и обработки информации для реализации методов машинного обучения.
3. Система принятия решений и построения проекта диагноза на основе разработанных методик, моделей, процедур и алгоритмов.

**Степень достоверности исследования и апробация результатов.**

Степень достоверности исследования обусловлена корректным применением методов исследования и подтверждается результатами. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных и научно-практических конференциях.

1. Обзор известных методов и средств решения проблемы

Описание предметной области

Искусственный интеллект (ИИ) в медицине представляет собой быстро развивающуюся область, которая сочетает в себе передовые технологии обработки данных, машинного обучения и анализа больших данных для улучшения диагностики, лечения и управления здравоохранением. В последние годы ИИ стал важным инструментом в различных аспектах медицинской практики, включая радиологию, патоморфологию, геномику, клиническую практику и управление медицинскими учреждениями.

Одной из ключевых областей применения ИИ в медицине является диагностика заболеваний. Алгоритмы машинного обучения, обученные на больших объемах медицинских изображений, могут эффективно выявлять патологии, такие как рак, пневмония и другие заболевания, с точностью, сопоставимой с опытными специалистами. Например, системы, использующие глубокое обучение, способны анализировать рентгеновские снимки и МРТ, предоставляя врачам дополнительные инструменты для принятия решений.

Несмотря на значительные преимущества, использование ИИ в медицине также сопряжено с рядом вызовов. Это включает вопросы этики, конфиденциальности данных, а также необходимость валидации и стандартизации алгоритмов. Важно обеспечить, чтобы решения, принимаемые на основе ИИ, были прозрачными и объяснимыми для медицинских работников и пациентов.

Национальные проекты и приоритетные направления:

* Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». Указ сформирован в целях обеспечения ускоренного развития искусственного интеллекта в Российской Федерации, проведения научных исследований в области искусственного интеллекта, повышения доступности информации и вычислительных ресурсов для пользователей, совершенствования системы подготовки кадров в этой области [4].
* Национальный проект России «Цифровая экономика». В рамках реализации Указов Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», в том числе с целью решения задачи по обеспечению ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере, Правительством Российской Федерации сформирована национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» утвержденная протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7 [5].
* Национальные проекты «Здравоохранение» и «Демография». Ключевые цели национального проекта – снижение младенческой смертности, смертности населения трудоспособного возраста, смертности населения от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, больничной летальности от инфаркта и инсульта, рост числа рентгенэндоваскулярных операций, достижение практически полной укомплектованности врачами и медсестрами подразделений, оказывающих амбулаторную помощь, внедрение «бережливых технологий» в медицинских организациях, обеспечение охвата граждан профилактическими медосмотрами не реже одного раза в год, рост объема экспорта медицинских услуг [6].

Федеральные проекты:

* Федеральный проект «Искусственный интеллект». Задачей проекта является создание условий для того, чтобы предприятия и граждане использовали продукты и услуги, основанные на преимущественно отечественных технологиях искусственного интеллекта, обеспечивающих качественно новый уровень эффективности деятельности [7].
* Федеральный проект «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)» Федеральный проект «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)», входящий в национальный проект «Здравоохранение», направлен на обеспечение доступности гражданам цифровых сервисов посредством внедрения электронного документооборота, в том числе телемедицинских технологий, электронной записи к врачу, электронных рецептов, а также на повышение эффективности функционирования системы здравоохранения путем создания механизмов взаимодействия медицинских организаций на основе ЕГИСЗ, внедрения цифровых технологий и платформенных решений, формирующих единый цифровой контур здравоохранения [8].

В рамках изучения нормативных документов удалось сделать вывод, что разработка систем анализа медицинских изображений при помощи искусственного интеллекта недостаточно регламентирована. Нормативные акты и законы, регулирующие выпуск подобных продуктов, считаются устаревшими, так как регламентирую оборот и регистрацию медицинских изделий целиком. Все перечисленные программы и инициативы подчеркивают значимость использования ИИ в сфере здравоохранения для достижения высокой эффективности в области медицинского обслуживания населения. Разработка информационной системы для анализа медицинских изображений методами машинного зрения, описанная в данном исследовании, соответствует стратегическим целям государственной политики в области науки и технологий, а также способствует развитию цифровой экономики и повышению качества оказываемых медицинских услуг населению.

Сравнение и оценка научных, методологических, технологических, алгоритмических, программных решений по теме исследования

**Научные решения.**

Анализ медицинских изображений с использованием методов машинного зрения является одной из наиболее активно развивающихся областей в медицине и информатике. Существует множество научных решений и подходов, которые применяются для обработки и анализа медицинских изображений:

* **Классификация изображений**: использование сверточных нейронных сетей (CNN) для классификации медицинских изображений, таких как рентгеновские снимки, МРТ и КТ. Например, CNN могут быть обучены для различения здоровых и больных   
  тканей [9].
* **Сегментация изображений**: алгоритмы сегментации, такие как U-Net и Mask R-CNN, используются для выделения областей интереса на медицинских изображениях, например, для определения границ опухолей или других аномалий [10].
* **Обнаружение объектов**: методы, такие как YOLO (You Only Look Once) и Faster R-CNN, применяются для обнаружения и локализации патологий на изображениях, например, для выявления узлов в легких на рентгеновских снимках [11].
* **Анализ временных рядов**: в случае динамических изображений, таких как ультразвуковые исследования, используются методы анализа временных рядов для отслеживания изменений в состоянии пациента [12].
* **Генерация изображений**: генеративные состязательные сети (GAN) могут быть использованы для создания синтетических медицинских изображений, что может помочь в обучении моделей, особенно в случаях, когда данные ограничены [13].
* **Интеграция с клиническими данными**: комбинирование анализа изображений с другими источниками данных, такими как электронные медицинские записи (EMR), для более точной диагностики и прогнозирования исходов лечения [14].
* **Объяснимый ИИ**: разработка методов, позволяющих объяснять решения, принимаемые моделями машинного обучения, что особенно важно в медицине для повышения доверия врачей и пациентов к результатам анализа [15].
* **Трансферное обучение**: использование предобученных моделей на больших наборах данных для улучшения производительности на специфических медицинских задачах, что позволяет сократить время и ресурсы на обучение [16].
* **Мультимодальный анализ**: объединение данных из различных источников (например, изображений, генетической информации и клинических данных) для более комплексного анализа состояния пациента [17].
* **Клинические испытания и валидация**: проведение клинических испытаний для оценки эффективности и безопасности алгоритмов, а также их интеграции в клиническую практику [18].

В рамках данной работы, наиболее эффективными и доступными будут методы классификации, сегментации изображений и обнаружение объектов. Другие же методы не представляется возможности использовать в рамках работы по причине их концептуального несоответствия (анализ временных рядов, анализируемые изображения не будут динамическими) или отсутствия необходимости (генерация синтетических изображений, при выполнении работы ожидается получение насыщенного датасета входных данных).

**Методологические решения.**

Методика разработки системы анализа изображений методами машинного зрения сводится к нескольким ключевым решениям:

* Предобработка изображений – Использование фильтров для уменьшения шума, повышения контрастности и улучшения четкости изображений. Приведение изображений к единому масштабу и формату для обеспечения согласованности данных.
* Разделение данных - обучающая, валидационная и тестовая выборки. Разделение данных на три подгруппы для обучения модели, настройки гиперпараметров и оценки производительности.
* Выбор и обучение модели – наиболее подходящей для решения этой задачи архитектурой будет CNN – сверточные нейронные сети.
* Сегментация и обнаружение объектов – применение U-Net, Mask R-CNN и других архитектур для выделения областей интереса на изображениях.
* Анализ и интерпретация результатов – использование метрик, таких как точность, полнота, F1-мера и AUC-ROC, для оценки производительности моделей.

Постановка задачи исследования

Литературный обзор показал следующее:

1. Сфера разработки информационных систем в контексте применения искусственного интеллекта для анализа медицинских изображений и постановки первичного диагноза в настоящее время требует уточнений в области регламентирования.
2. С другой стороны, государство готово активно вкладываться в данное направление разработки, так как оно целиком и полностью соответствует стратегии развития Российской Федерации.
3. Сравнение научных, методологических, технологических и программных решений показало, что методы и инструменты для разработки ИИ в области здравоохранения существуют, но их количество ограничено. Многие из них находятся в стадии активного совершенствования и требуют значительных усилий для адаптации под специфику конкретных задач.

Существующие подходы к разработке искусственного интеллекта для анализа медицинских изображений далеки от совершенства. Они не обладают методологическим единством и характеризуются постоянным появлением новых идей и технологий, которые нуждаются в обобщении и развитии. В частности, отсутствуют готовые примеры и стандарты в свободном доступе, что затрудняет использование, улучшение и дальнейшее развитие существующих решений.

В таких обстоятельствах становится необходимым постановка и решение актуальной научной задачи — разработка информационной системы для анализа медицинских изображений методами машинного зрения, способной оказывать поддержку в постановке диагноза врачу-рентгенологу. Эта задача является важным шагом к повышению качества оказываемых медицинских услуг населению, сокращению вкладываемых ресурсов и повышение общей эффективности системы здравоохранения.

Таким образом выдвигается цель диссертационной работы **–** повышению качества оказываемых медицинских услуг населению, сокращению вкладываемых ресурсов и повышение общей эффективности системы здравоохранения путем разработки информационной системы анализа медицинских изображений методами машинного зренияы.

Для достижения поставленной цели требуется выполнение следующих задач:

1. Проанализировать существующие подходы к разработке ИИ для анализа изображений.
2. Разработать модель предобработки изображений.
3. Разработать модель определения объектов интереса на изображениях.
4. Выполнить тестирование модели на большой выборке данных.
5. Проанализировать полученные результаты на эффективность при помощи различных метрик.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе учебной практики была описана общая характеристика магистерской диссертации по теме исследования и сформирован автореферат «Анализ цифровых рентгеновских снимков на основе машинного зрения». Была описана область разработки системы искусственного интеллекта в области медицины с указанием национальных проектов и приоритетных направлений, федеральные целевых программ и государственных инициатив. Также было проведено сравнение и оценка научных, методологических, технологических, алгоритмических, программных решений по теме исследования. В результате работы была поставлена конечная цель исследования и определения перечня задач, которые необходимо выполнить для достижения цели.

В рамках учебной практики были выполнены все задачи и достигнута цель.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Врачей становится все меньше — реальные варианты решения проблемы [Электронный ресурс]. URL <https://dzen.ru/a/Z0Btp-jv22TUeCSg> (дата обращения: 23.12.2024).
2. Минздрав оценил дефицит врачебных кадров в 29 тысяч человек [Электронный ресурс]. URL https://ria.ru/20240326/vrachi-1935845355.html (дата обращения: 23.12.2024).
3. НЕЙРОСЕТЬ CHATGPT КАК СПОСОБ РЕШЕНИЯ КЛИНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО РЕНТГЕНОЛОГИИ [Электронный ресурс]. URL https://cyberleninka.ru/article/n/neyroset-chatgpt-kak-sposob-resheniya-klinicheskih-zadach-po-rentgenologii (дата обращения: 23.12.2024).
4. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 • Президент России [Электронный ресурс]. URL http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731 (дата обращения: 23.12.2024).
5. «Цифровая экономика РФ» :: Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/ (дата обращения: 23.12.2024).
6. [Национальные проекты «Здравоохранение» и «Демография» [Электронный ресурс]. URL https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie (дата обращения: 23.12.2024).
7. «Искусственный интеллект» :: Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/1046/ (дата обращения: 23.12.2024).
8. Федеральный проект «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)» [Электронный ресурс]. URL https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie/tsifra (дата обращения: 23.12.2024).
9. Esteva, A., Kuprel, B., Kopans, R., et al. (2017). "Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks." Nature 542, 115–118.
10. Ronneberger, O., Fischer, P., & Becker, A. (2015). "U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation." Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI).
11. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). "You Only Look Once: Unified Real-Time Object Detection." Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)
12. Zhang, Y., et al. (2019). "Deep Learning for Medical Image Analysis: Overview and Future Directions." Journal of Medical Systems, 43(8), 1-12.
13. Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., et al. (2014). "Generative Adversarial Nets." Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS).
14. Rajkomar, A., Dean, J., & Kohane, I. (2019). "Machine Learning in Medicine." New England Journal of Medicine, 380, 1347-1358.
15. Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2016). "Why Should I Trust You? Explaining the Predictions of Any Classifier." Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining.
16. Tajbakhsh, N., Shin, J. Y., Gurudu, S. R., et al. (2016). "Convolutional Neural Networks for Medical Image Analysis: Full Training or Fine Tuning?" IEEE Transactions on Medical Imaging, 35(5), 1299-1312.
17. Wang, Y., et al. (2018). "Multimodal Deep Learning for Medical Image Analysis." Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI).
18. Topol, E. J. (2019). "High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence." Nature Medicine, 25, 44-56.
19. Ковченко, И. А. Исследование и разработка алгоритмов релевантного поиска словарных пар : автореф. дис. ... магистранта: 09.04.02 / Ковченко Илья Анатольевич; науч. рук. канд. полит. наук Воронцова Ольга Ивановна. — Астрахань, 2016. — 5 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А  
Автореферат**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»

На правах рукописи

Мартынов Виктор Александрович

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛИЗА РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Направление: 09.04.02 –

«Программная инженерия»

Программа «Проектирование и разработка систем искусственного интеллекта»

**АВТОРЕФЕРАТ**

Магистерской диссертации на соискание академической  
 степени магистр

Астрахань – 2025

Работа выполнена на кафедре «Информационные технологии».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор  
 **Ханова Анна Алексеевна**

Рецензент: Фамилия Имя Отчество  
 ученая степень, ученое звание, место работы,

Должность

Защита состоится «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_202\_\_ г. в 9:00 на заседании Государственной аттестационной комиссии по защите магистерских диссертаций по адресу при Астраханском государственном университете по адресу: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, главный корпус, ауд. №\_\_\_

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 202\_ г.

Научный руководитель

магистерской программы, д.т.н., профессор А.А. Ханова

И.о зав. кафедрой «Информационные

технологии», к. т. н. О. Н. Выборнова

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы исследования.**

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой одну из наиболее значительных технологических революций XXI века, оказывая глубокое влияние на различные сферы человеческой деятельности. В частности, медицина, как область, требующая высокой степени точности и эффективности, становится ареной активного внедрения ИИ-технологий. Современные достижения в области машинного обучения, обработки естественного языка и анализа больших данных открывают новые горизонты для диагностики, лечения и управления заболеваниями.

Развитие искусственного интеллекта (ИИ) в медицине прошло несколько ключевых этапов и охватывает множество направлений:

1. Ранние исследования (1950-е - 1980-е годы): Первые эксперименты с ИИ в медицине начались в 1950-х годах. Одним из первых примеров является программа MYCIN, разработанная в 1970-х годах для диагностики инфекционных заболеваний и выбора антибиотиков. Она использовала правила и логические выводы для анализа симптомов.
2. Экспертные системы (1980-е - 1990-е годы): В этот период начали развиваться экспертные системы, которые могли помогать врачам в принятии решений. Эти системы использовали базы знаний и правила для диагностики и лечения, но их применение было ограничено из-за сложности и необходимости постоянного обновления данных.
3. Машинное обучение и анализ данных (1990-е - 2000-е годы): С развитием технологий и увеличением объема медицинских данных началось активное использование методов машинного обучения. Это позволило анализировать большие объемы данных, выявлять закономерности и делать прогнозы. Например, ИИ стал использоваться для анализа медицинских изображений.
4. Глубокое обучение (2010-е годы): С появлением глубоких нейронных сетей ИИ достиг новых высот в медицине. Глубокое обучение стало основой для разработки систем, способных распознавать паттерны в медицинских изображениях (например, рентгеновских снимках, МРТ и КТ). Это привело к значительному улучшению точности диагностики.
5. Персонализированная медицина (2010-е - настоящее время): ИИ стал важным инструментом в области персонализированной медицины, где алгоритмы анализируют генетические данные, историю болезни и другие факторы для разработки индивидуальных планов лечения.
6. Телемедицина и виртуальные помощники: В последние годы ИИ активно используется в телемедицине, где виртуальные помощники помогают пациентам получать консультации и рекомендации. Данные методы показали особую актуальность в условиях пандемии COVID-19.

Актуальность разработки любых систем искусственного интеллекта корнями уходит в поиск возможностей частичной или полной автоматизации рутинных операций, которые до этого выполняются человеком.

Российская система здравоохранения нуждается в повышении своей эффективности за счёт привлечения большого потока специалистов, но это не всегда возможно в условиях географических особенностей. Национальная академия медицинского образования имени Н.А. Бородина провела исследование и опубликовала статью на портале ДЗЕН [1]. В данной статье основной акцентировано внимание на причины нехватки врачей, которые заключаются в том числе и в неравномерном распределении кадров по стране. Существует большое количество причин данному явлению, но всё сводится к различному уровню жизни в регионах, что влияет также на уровень зарплат специалистов. Это приводит к оттоку специалистов в столичные регионы.

Помимо проблемы миграции специалистов, также существует общая нехватка кадров в отрасли. На заседании экспертного совета по здравоохранению в Совете Федерации по социальной политике в 2023 году прозвучало, что потребность в кадрах составляет 29 тысяч врачей и 63 тысячи средних медицинских работников. Об этом свидетельствует статья на портале РИА Новости [2].

Таким образом, в ближайшие годы с малой вероятностью произойдет насыщение системы здравоохранения необходимым количеством специалистов. В данном случае, для повышения эффективности необходимо внедрять решения обладающие возможностью для снижения затрат ресурсов для медицинского обслуживания населения.

**Степень разработанности темы.**

Проблема создания систем искусственного интеллекта для анализа медицинских изображений исследуется повсеместно. Например в статье, где описывается метод решения данной проблемы с помощью языковых моделей, а именно CHATGPT, показан достаточно интересный подход к решению данной задачи [3]. Однако этот способ имеет существенный недостаток – языковая модель может лишь участвовать в диалоге и у неё отсутствует возможность формирования описания изображения. Таким образом, используется промежуточная среда в виде другого сервиса, которая сначала составляет текстовое описание изображения, что может повлечь за собой погрешность в итоговом результате.

На текущий момент широкое распространение систем для анализа медицинских изображений отсутствует. Проводятся эксперименты по внедрению таких систем в Москве, что может говорить о том не скором внедрении подобных решений по всей территории России.

**Объект исследования –** информационная система анализа рентгеновских снимков на основе машинного зрения.

**Предмет исследования –** методы и подходы к созданию продвинутой системы для анализа рентгеновских снимков на основе машинного зрения.

**Цель диссертационной работы** – улучшение качества существующих и поиск новых решений для анализа рентгеновских снимков на основе машинного зрения.

Для достижения поставленной цели требуется выполнение следующих задач:

1. Проанализировать существующие подходы к разработке ИИ для анализа медицинских изображений.

2. Осуществить поиск и анализ существующих решений для просмотра рентгеновских изображений на основе открытого исходного кода.

3. Создать алгоритм машинного зрения для распознавания рентгеновских изображений.

4. Создать алгоритм текстового описания обнаруженных аномалий.

5. Внедрить систему распознавания в утилиту просмотра рентгеновских изображений.

6. Провести тестирование функционала на основе обезличенных рентгеновских исследований.

**Научная новизна** диссертационного исследования заключается в следующем:

1. Впервые разработана система, совмещающая в себе методы анализа изображений при помощи машинного зрения и описания патологий с помощью языковых моделей.
2. Предложенное решение целиком и полностью основано на принципах открытого исходного кода.

**Теоретическая значимость работы.**

Работа вносит вклад в развитие теории анализа медицинских изображений средствами машинного зрения, а также применения языковых моделей для составления текстовых диагнозов. Предложенные теоретические положения описывают методы сбора данных, разработки алгоритмов машинного обучения для формирования механизма распознавания медицинских изображений. Полученные результаты могут быть использованы для дальнейших исследований в области искусственного интеллекта и медицинской диагностики.

**Практическая значимость работы.**

В рамках работы создаётся информационная система, выступающая в роли интерактивного справочника с возможностью анализа поступающих рентгеновских изображений. Данная система содержит в своём составе сервис для анализа изображений методами машинного зрения, языковую модель для составления предварительного диагноза, пакет программного обеспечения для хранения и систематизации рентгеновских изображений, также известная как PACS-система.

**Методы исследования.**

В рамках работы используются такие методы, как: системный анализ, теория управления и принятия решений, методы машинного обучения, теория вероятностей и математическая статистика, имитационное моделирование, методы объектно-ориентированного проектирования, процедурные методы разработки программного обеспечения.

**Положения, выносимые на защиту.**

1. Методика анализа медицинских изображений методами машинного зрения.
2. Алгоритм сбора и обработки информации для реализации методов машинного обучения.
3. Система принятия решений и построения проекта диагноза на основе разработанных методик, моделей, процедур и алгоритмов.

**Степень достоверности исследования и апробация результатов.**

Степень достоверности исследования обусловлена корректным применением методов исследования и подтверждается результатами. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных и научно-практических конференциях.