

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.  
В.Н. ТАТИЩЕВА»

Факультет цифровых технологий и кибербезопасности

Кафедра информационных технологий

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

Методы обработки рентгеновских диагностических изображений

выполнена в рамках изучения дисциплины

«Междисциплинарный проект»

Направление подготовки: 09.04.04 Программная инженерия.  
Направленность (профиль): «Проектирование и разработка систем  
искусственного интеллекта»

Исполнитель: студент группы ДПИ-15  
Мартынов В.А. Мартынов

Научный руководитель: к.т.н., доцент  
кафедры ИТ  
Головки Ю.А. Головки

Ведущий программист ООО  
«Профессиональное коллекторское  
агентство «Кредитэкспресс Финанс»  
Марьенков А.Н. Марьенков

Оценка 90 (отлично)

«06» мая 2025 г.



## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....   | 3  |
| Глава 1. Основы рентгеновской диагностики .....                                  | 5  |
| 1.1 Принципы рентгеновской диагностики .....                                     | 5  |
| 1.2 Типы рентгеновских изображений и их применение .....                         | 6  |
| Глава 2. Методы обработки рентгеновских изображений .....                        | 9  |
| 2.1 Предварительная обработка изображений .....                                  | 9  |
| 2.2 Методы сегментации изображений .....   | 10 |
| 2.3 Методы классификации и анализа изображений .....                             | 12 |
| Глава 3. Применение методов обработки в клинической практике .....               | 14 |
| 3.1 Примеры успешного применения .....   | 14 |
| 3.2 Оценка эффективности методов .....   | 15 |
| 3.3 Перспективы развития технологий обработки рентгеновских<br>изображений ..... | 18 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....   | 20 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....   | 22 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Современная медицина активно использует различные методы визуализации для диагностики заболеваний, среди которых рентгенография занимает одно из ведущих мест. Рентгеновские изображения позволяют врачам получать информацию о состоянии внутренних органов и тканей, что способствует раннему выявлению патологий и повышению эффективности лечения. Однако, несмотря на широкое применение рентгеновской диагностики, анализ полученных изображений часто сопряжен с определенными трудностями, такими как наличие шумов, низкое качество изображений и сложность интерпретации результатов.

Актуальность темы данной курсовой работы обусловлена необходимостью повышения точности и эффективности обработки рентгеновских изображений с использованием современных методов искусственного интеллекта и машинного обучения. В последние годы наблюдается значительный прогресс в области компьютерного зрения, что открывает новые возможности для автоматизации анализа медицинских изображений. Применение алгоритмов обработки изображений и методов глубокого обучения позволяет значительно улучшить качество диагностики, снизить вероятность ошибок и ускорить процесс интерпретации результатов.

Объект исследования – цифровые рентгеновские диагностические изображения.

Предмет исследования – методы обработки цифровых рентгеновских диагностических изображений.

Цель работы – исследование методов обработки рентгеновских диагностических изображений с использованием возможностей искусственного интеллекта.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Рассмотреть основные принципы рентгеновской диагностики;
2. Изучить существующие методы обработки изображений;

3. Оценить эффективность применения таких методов в медицинской практике.

Результаты исследования представят теоретическую базу для последующей разработки информационной системы анализа цифровых рентгеновских изображений на основе машинного зрения.

Структура работы включает три основные главы, в которых будут подробно рассмотрены указанные аспекты. Первая глава будет посвящена основам рентгеновской диагностики, вторая — методам обработки рентгеновских изображений, а третья — применению этих методов в клинической практике. В заключении будут подведены итоги исследования.

## **Глава 1. Основы рентгеновской диагностики**

### **1.1 Принципы рентгеновской диагностики**

Рентгеновская диагностика основана на использовании рентгеновских лучей, которые представляют собой электромагнитное излучение с высокой энергией. Этот метод визуализации позволяет получать изображения внутренних структур организма, что делает его незаменимым инструментом в современной медицине. Принципы рентгеновской диагностики можно рассмотреть через несколько ключевых аспектов.

Генерация рентгеновских лучей – рентгеновские лучи создаются в рентгеновской трубке, где электроны, разогнанные до высокой скорости, сталкиваются с металлической анодной мишенью. При этом происходит резкое торможение электронов, что приводит к выделению энергии в виде рентгеновских фотонов. Эти лучи имеют способность проходить через ткани организма, однако их интенсивность уменьшается в зависимости от плотности и состава тканей.

Принцип поглощения – разные ткани организма обладают различной способностью поглощать рентгеновские лучи. Например, кости, имеющие высокую плотность, поглощают больше рентгеновских лучей, чем мягкие ткани, такие как мышцы или жир. Это различие в поглощении позволяет создавать контрастные изображения, где более плотные структуры (кости) выглядят светлее, а менее плотные (мягкие ткани) — темнее. Таким образом, на рентгеновском снимке можно визуализировать анатомические структуры и выявлять патологические изменения.

Получение изображений – рентгеновские снимки могут быть получены с использованием различных технологий, включая пленочные и цифровые методы. В традиционной пленочной рентгенографии изображение фиксируется на рентгеновской пленке, которая затем проявляется в темной комнате. В цифровой рентгенографии используется детектор, который преобразует рентгеновские лучи в цифровой сигнал, что

позволяет получать изображения в реальном времени и облегчает их хранение и обработку.

Интерпретация изображений – интерпретация рентгеновских изображений требует высокой квалификации и опыта со стороны врача. Специалисты, такие как радиологи, анализируют полученные снимки, выявляя аномалии, такие как переломы, опухоли, воспалительные процессы и другие патологии. Однако, несмотря на высокую квалификацию, интерпретация изображений может быть затруднена из-за наличия шумов, артефактов и других факторов, что подчеркивает необходимость применения современных методов обработки изображений для повышения точности диагностики [2].

## **1.2 Типы рентгеновских изображений и их применение**

Рентгеновская диагностика включает в себя несколько типов изображений, каждый из которых имеет свои особенности и области применения. Основные типы рентгеновских изображений можно классифицировать на следующие категории:

### **1.2.1 Пленочная рентгенография**

Пленочная рентгенография является традиционным методом получения рентгеновских изображений. В этом случае рентгеновские лучи проходят через тело пациента и фиксируются на специальной пленке. Этот метод широко используется для диагностики заболеваний легких, переломов костей и других патологий. Несмотря на свою простоту и доступность, пленочная рентгенография имеет ограничения, связанные с качеством изображений и необходимостью проявления пленки.

### **1.2.2 Цифровая рентгенография**

Цифровая рентгенография представляет собой современный метод, который использует детекторы для преобразования рентгеновских лучей в цифровые изображения. Этот подход позволяет получать более качественные снимки, а также упрощает процесс хранения и передачи данных. Цифровая рентгенография находит применение в различных

областях медицины, включая стоматологию, ортопедию и пульмонологию. Она также позволяет проводить более сложные анализы, такие как компьютерная томография (КТ).

#### 1.2.3 Компьютерная томография (КТ)

Компьютерная томография — это метод, основанный на использовании рентгеновских лучей для получения послойных изображений внутренних органов. КТ позволяет получать детализированные изображения, что делает его незаменимым инструментом для диагностики опухолей, травм и других заболеваний. КТ используется в различных областях медицины, включая онкологию, неврологию и кардиологию.

#### 1.2.4 Рентгеновская флюороскопия

Рентгеновская флюороскопия позволяет получать динамические изображения в реальном времени, что делает ее полезной для изучения функций органов и систем. Этот метод часто используется для оценки состояния желудочно-кишечного тракта, а также для проведения различных процедур, таких как установка катетеров.

#### 1.2.5 Маммография

Маммография — это специализированный метод рентгеновской диагностики, предназначенный для выявления заболеваний молочной железы. Этот метод позволяет обнаруживать опухоли на ранних стадиях, что значительно повышает шансы на успешное лечение. Маммография является важным инструментом в скрининге рака молочной железы [1] [3].

### 1.3 Проблемы и ограничения традиционных методов анализа

Несмотря на широкое применение рентгеновской диагностики и значительные достижения в этой области, традиционные методы анализа рентгеновских изображений сталкиваются с рядом проблем и ограничений. Эти факторы могут негативно влиять на точность диагностики и качество медицинской помощи.

#### 1.3.1 Низкое качество изображений

Одной из основных проблем традиционной рентгенографии является низкое качество изображений, особенно в условиях недостаточной экспозиции или при наличии артефактов. Неправильная настройка оборудования, движение пациента во время съемки и другие факторы могут привести к получению нечетких или искаженных изображений, что затрудняет интерпретацию результатов.

### 1.3.2 Человеческий фактор

Интерпретация рентгеновских изображений требует высокой квалификации и опыта со стороны радиологов. Однако даже опытные специалисты могут допускать ошибки, связанные с субъективностью восприятия изображений. Усталость, стресс и другие факторы могут влиять на качество анализа, что приводит к пропуску патологий или неправильной интерпретации результатов.

### 1.3.3 Ограниченные возможности визуализации

Традиционные методы рентгенографии имеют ограничения в визуализации определенных структур и тканей. Например, мягкие ткани могут быть плохо видны на рентгеновских снимках, что затрудняет диагностику заболеваний, связанных с ними. Это ограничение может быть особенно критичным при выявлении опухолей или воспалительных процессов.



## **Глава 2. Методы обработки рентгеновских изображений**

### **2.1 Предварительная обработка изображений**

Предварительная обработка изображений является важным этапом в анализе рентгеновских снимков, который направлен на улучшение качества изображений и подготовку их к дальнейшей обработке и анализу. Этот процесс включает в себя несколько ключевых методов, которые помогают устранить шумы, улучшить контраст и яркость, а также подготовить изображения для последующей сегментации и классификации.

#### **2.1.1 Устранение шума**

Шум на рентгеновских изображениях может возникать по различным причинам, включая технические ограничения оборудования, движение пациента и внешние факторы. Устранение шума является критически важным для повышения качества изображений и точности диагностики. Существуют различные методы фильтрации, такие как медианная фильтрация, гауссовское размытие и адаптивные фильтры, которые позволяют эффективно снижать уровень шума, сохраняя при этом важные детали изображения [11].

#### **2.1.2 Коррекция контраста и яркости**

Коррекция контраста и яркости помогает улучшить визуализацию структур на рентгеновских снимках. Методы, такие как гистограммная эквализация и линейная контрастная растяжка, позволяют увеличить разницу между светлыми и темными областями изображения, что делает патологии более заметными. Эти методы особенно полезны при анализе изображений, где контраст между различными тканями может быть недостаточным [4][5].

#### **2.1.3 Нормализация изображений**

Нормализация изображений позволяет привести их к единому масштабу и диапазону значений, что облегчает дальнейший анализ. Этот процесс может включать в себя преобразование значений пикселей в определенный диапазон, что позволяет улучшить совместимость

изображений, полученных с использованием различных методов и оборудования.

#### 2.1.4 Подготовка к сегментации

Предварительная обработка изображений также включает в себя подготовку к сегментации, которая является следующим этапом анализа. Это может включать в себя выделение областей интереса, применение масок и другие методы, которые помогают сосредоточиться на определенных структурах или патологиях, что значительно упрощает дальнейший анализ.

### 2.2 Методы сегментации изображений

Сегментация изображений является ключевым этапом в обработке рентгеновских снимков, который направлен на выделение областей интереса и анатомических структур для дальнейшего анализа. Эффективная сегментация позволяет улучшить точность диагностики и облегчить интерпретацию результатов. Существует несколько методов сегментации, которые можно классифицировать на основе различных подходов.

#### 2.2.1 Алгоритмы пороговой сегментации

Пороговая сегментация является одним из самых простых и широко используемых методов. Этот подход основан на установлении порогового значения, которое разделяет пиксели изображения на две категории: объекты интереса и фон. Пороговая сегментация может быть глобальной, когда используется одно пороговое значение для всего изображения, или локальной, когда порог устанавливается для каждой области отдельно. Этот метод эффективен для изображений с высоким контрастом между объектами и фоном, но может быть менее эффективен в условиях низкого контраста [7].

#### 2.2.2 Сегментация на основе контуров

Сегментация на основе контуров направлена на выделение границ объектов на изображении. Этот метод использует информацию о градиенте яркости для нахождения контуров. Алгоритмы, такие как метод Канни и

метод Собеля, позволяют выявлять границы объектов, что особенно полезно для анализа анатомических структур. Сегментация на основе контуров может быть более точной, чем пороговая сегментация, но требует более сложных вычислений и может быть чувствительна к шуму.

### 2.2.3 Региональная сегментация

Региональная сегментация основывается на объединении пикселей, которые имеют схожие характеристики, такие как яркость или цвет. Этот метод может быть реализован через алгоритмы, такие как метод роста региона и метод разбиения и слияния. Региональная сегментация позволяет эффективно выделять объекты с однородными свойствами, что делает ее полезной для анализа мягких тканей на рентгеновских снимках.

### 2.2.4 Сегментация с использованием машинного обучения

Сегментация с использованием машинного обучения и глубокого обучения становится все более популярной в области медицинской визуализации. Алгоритмы, такие как U-Net и Mask R-CNN, позволяют автоматически сегментировать изображения, обучаясь на больших наборах данных. Эти методы показывают высокую точность и могут эффективно справляться с различными задачами сегментации, включая выделение опухолей и других патологий.

### 2.2.5 Сравнительный анализ методов сегментации

Каждый из методов сегментации имеет свои преимущества и ограничения. Пороговая сегментация проста в реализации, но может быть неэффективной при низком контрасте. Сегментация на основе контуров требует более сложных вычислений, но обеспечивает более точные результаты. Региональная сегментация хорошо работает с однородными областями, в то время как методы машинного обучения демонстрируют высокую эффективность, но требуют значительных вычислительных ресурсов и больших объемов обучающих данных. Выбор метода сегментации зависит от конкретной задачи и характеристик анализируемых изображений [8][10].

## **2.3 Методы классификации и анализа изображений**

Классификация и анализ рентгеновских изображений являются важными этапами в процессе диагностики, позволяя врачам выявлять и интерпретировать патологии на основе полученных данных. Существуют различные методы, которые могут быть использованы для классификации изображений, включая традиционные алгоритмы машинного обучения и современные подходы на основе глубокого обучения.

### **2.3.1 Традиционные методы машинного обучения**

Традиционные методы машинного обучения, такие как метод опорных векторов (SVM), деревья решений и случайные леса, широко применяются для классификации рентгеновских изображений. Эти методы требуют предварительной обработки данных и извлечения признаков, таких как текстурные характеристики, формы и контуры. После этого алгоритмы обучаются на размеченных данных, что позволяет им классифицировать новые изображения на основе выявленных закономерностей. Хотя традиционные методы могут быть эффективными, они часто требуют значительных усилий по подготовке данных и могут не справляться с высокой сложностью изображений [9][12].

### **2.3.2 Глубокое обучение**

Глубокое обучение, особенно с использованием сверточных нейронных сетей (CNN), стало революционным подходом в области анализа медицинских изображений. CNN способны автоматически извлекать признаки из изображений, что значительно упрощает процесс подготовки данных. Эти сети обучаются на больших наборах данных, что позволяет им достигать высокой точности в классификации различных патологий, таких как опухоли, воспалительные процессы и другие аномалии. Примеры архитектур, используемых в этой области, включают VGG, ResNet и Inception [13].

### **2.3.3 Классификация с использованием ансамблевых методов**

Ансамблевые методы, такие как градиентный бустинг и случайные леса, объединяют несколько моделей для улучшения точности классификации. Эти методы могут использоваться в сочетании с традиционными алгоритмами и глубоким обучением, что позволяет повысить устойчивость и точность классификации. Ансамблевые подходы могут быть особенно полезны в случаях, когда данные имеют высокую вариативность или когда необходимо учитывать различные аспекты изображений.

#### 2.3.4 Оценка эффективности классификации

Оценка эффективности классификации рентгеновских изображений осуществляется с помощью различных метрик, таких как точность, полнота, F-мера и ROC-кривая. Эти метрики позволяют оценить, насколько хорошо модель справляется с задачей классификации и выявления патологий. Важно проводить кросс-валидацию и тестирование на независимых наборах данных, чтобы избежать переобучения и обеспечить обобщающую способность модели.

#### 2.3.5 Перспективы развития

С развитием технологий и увеличением объемов данных, доступных для обучения, методы классификации и анализа рентгеновских изображений продолжают эволюционировать. Внедрение искусственного интеллекта и машинного обучения в клиническую практику открывает новые возможности для повышения точности диагностики и улучшения качества медицинской помощи. Будущие исследования могут сосредоточиться на разработке более сложных моделей, которые смогут учитывать контекстные и временные аспекты данных, а также на интеграции различных методов для достижения более высоких результатов.



## **Глава 3. Применение методов обработки в клинической практике**

### **3.1 Примеры успешного применения**

Современные методы обработки рентгеновских изображений, включая алгоритмы машинного обучения и глубокого обучения, находят широкое применение в клинической практике. Эти технологии значительно улучшают точность диагностики и позволяют врачам более эффективно выявлять различные патологии. В данном разделе рассмотрим несколько примеров успешного применения методов обработки рентгеновских изображений в различных областях медицины.

#### **3.1.1 Диагностика заболеваний легких**

Одним из наиболее распространенных применений рентгеновской диагностики является выявление заболеваний легких, таких как пневмония, туберкулез и рак легких. Использование глубоких нейронных сетей, таких как U-Net и ResNet, позволяет автоматически сегментировать и классифицировать легочные узлы на рентгеновских снимках. Исследования показывают, что такие системы могут достигать точности, сопоставимой с опытными радиологами, что значительно ускоряет процесс диагностики и снижает вероятность ошибок [14].

#### **3.1.2 Выявление переломов**

Методы обработки изображений также успешно применяются для автоматического выявления переломов костей. Алгоритмы глубокого обучения обучаются на больших наборах данных, содержащих рентгеновские снимки с различными типами переломов. Такие системы могут быстро и точно определять наличие переломов, что особенно важно в экстренных ситуациях, когда время имеет решающее значение. Это позволяет врачам быстрее принимать решения о лечении и снижает нагрузку на медицинский персонал [15].

#### **3.1.3 Маммография и диагностика рака молочной железы**

В области маммографии методы обработки изображений играют важную роль в раннем выявлении рака молочной железы. Алгоритмы

машинного обучения и глубокого обучения используются для анализа маммограмм, позволяя выявлять подозрительные образования и аномалии. Исследования показывают, что автоматизированные системы могут значительно повысить точность диагностики и снизить количество ложноположительных и ложноотрицательных результатов, что в свою очередь улучшает исходы лечения [16].

#### 3.1.4 Оценка состояния суставов

В ортопедии рентгеновские снимки используются для оценки состояния суставов и выявления заболеваний, таких как остеоартрит. Методы обработки изображений позволяют автоматически анализировать изменения в структуре суставов, такие как сужение суставной щели и наличие остеофитов. Это помогает врачам более точно оценивать степень заболевания и принимать обоснованные решения о лечении.

#### 3.1.5 Перспективы интеграции в клиническую практику

Успешное применение методов обработки рентгеновских изображений в клинической практике открывает новые возможности для интеграции искусственного интеллекта в медицинскую диагностику. Системы, основанные на машинном обучении, могут быть внедрены в рабочие процессы радиологов, что позволит повысить эффективность и качество диагностики. Однако важно учитывать этические и правовые аспекты, связанные с использованием искусственного интеллекта в медицине, а также необходимость валидации и сертификации таких систем перед их широким внедрением.

### 3.2 Оценка эффективности методов

Оценка эффективности методов обработки рентгеновских изображений является важным аспектом, который позволяет определить, насколько успешно эти методы справляются с задачами диагностики и анализа. В данном разделе рассмотрим ключевые критерии и подходы, используемые для оценки эффективности методов, а также их влияние на клиническую практику.

### 3.2.1 Метрики оценки

Для оценки эффективности методов обработки изображений используются различные метрики, которые позволяют количественно оценить качество работы алгоритмов [17]. К основным метрикам относятся:

- **Точность (Accuracy):** процент правильно классифицированных изображений относительно общего числа изображений. Эта метрика дает общее представление о производительности модели.
- **Полнота (Recall):** доля правильно классифицированных положительных случаев (например, наличие патологии) от общего числа реальных положительных случаев. Полнота важна для оценки способности модели выявлять заболевания.
- **Точность (Precision):** доля правильно классифицированных положительных случаев от общего числа, классифицированных как положительные. Эта метрика помогает оценить, насколько модель надежна в своих предсказаниях.
- **F-мера (F1 Score):** гармоническое среднее между полнотой и точностью, которое позволяет учитывать оба аспекта. F1 Score особенно полезна в случаях, когда необходимо сбалансировать точность и полноту.
- **ROC-кривая и AUC (Area Under the Curve):** ROC-кривая отображает соотношение между истинно положительными и ложноположительными результатами при различных порогах классификации. Площадь под кривой (AUC) позволяет оценить общую производительность модели.

### 3.2.2 Кросс-валидация

Кросс-валидация является важным методом для оценки обобщающей способности модели. Этот подход включает в себя разделение данных на обучающую и тестовую выборки, что позволяет избежать переобучения и получить более надежные результаты. Наиболее распространенным методом является k-кратная кросс-валидация, при которой данные делятся

на  $k$  подвыборок, и модель обучается и тестируется  $k$  раз, каждый раз используя одну из подвыборок в качестве тестовой [18][19].

### 3.2.3 Сравнительный анализ

Сравнительный анализ различных методов обработки изображений позволяет определить, какие из них наиболее эффективны для конкретных задач. Это может включать в себя сравнение традиционных методов машинного обучения с современными подходами на основе глубокого обучения. Исследования показывают, что глубокие нейронные сети часто превосходят традиционные методы по точности и способности выявлять сложные патологии, однако требуют больших объемов данных для обучения.

### 3.2.4 Клинические испытания

Для окончательной оценки эффективности методов обработки рентгеновских изображений необходимо проводить клинические испытания. Эти испытания позволяют проверить, как алгоритмы работают в реальных условиях, и оценить их влияние на клинические исходы. Важно учитывать, что успешное внедрение технологий в клиническую практику требует не только высокой точности, но и удобства использования для врачей, а также интеграции в существующие рабочие процессы.

### 3.2.5 Влияние на клиническую практику

Эффективные методы обработки рентгеновских изображений могут значительно улучшить качество диагностики и лечения. Они позволяют врачам быстрее и точнее выявлять патологии, что в свою очередь способствует более раннему началу лечения и улучшению исходов для пациентов. Однако важно помнить, что технологии не должны заменять врачей, а должны служить инструментом, который помогает им в принятии решений.

### **3.3 Перспективы развития технологий обработки рентгеновских изображений**

Технологии обработки рентгеновских изображений продолжают развиваться, открывая новые возможности для улучшения диагностики и лечения в медицине. В данном разделе рассмотрим ключевые направления и перспективы развития этих технологий, а также их потенциальное влияние на клиническую практику.

#### **3.3.1 Интеграция искусственного интеллекта**

Одним из наиболее значительных направлений является интеграция искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения в процессы обработки рентгеновских изображений. Алгоритмы глубокого обучения, такие как сверточные нейронные сети (CNN), становятся все более популярными благодаря своей способности автоматически извлекать признаки и классифицировать изображения с высокой точностью. В будущем можно ожидать дальнейшего улучшения алгоритмов, что позволит повысить их эффективность и точность в выявлении сложных патологий [20][21].

#### **3.3.2 Разработка адаптивных систем**

Адаптивные системы, которые могут обучаться на новых данных и адаптироваться к изменениям в клинической практике, представляют собой еще одно перспективное направление. Такие системы смогут учитывать индивидуальные особенности пациентов и изменяющиеся условия диагностики, что повысит их точность и надежность. Это также позволит врачам получать более персонализированные рекомендации на основе анализа рентгеновских изображений.

#### **3.3.3 Улучшение качества изображений**

Разработка новых методов и технологий для улучшения качества рентгеновских изображений также является важным направлением. Это может включать в себя использование более совершенных детекторов, улучшение алгоритмов обработки изображений и применение методов,



таких как суперразрешение, для повышения четкости и детализации снимков. Улучшение качества изображений позволит более точно выявлять патологии и снижать количество ложноположительных и ложноотрицательных результатов.

#### 3.3.4 Интеграция с другими методами визуализации

Перспективным направлением является интеграция рентгеновской диагностики с другими методами визуализации, такими как магнитно-резонансная томография (МРТ) и компьютерная томография (КТ). Это позволит создать более полное представление о состоянии пациента и улучшить диагностику сложных заболеваний. Комбинированные подходы могут помочь врачам более точно оценивать состояние органов и тканей, а также разрабатывать более эффективные планы лечения.

#### 3.3.5 Этические и правовые аспекты

С развитием технологий обработки рентгеновских изображений также возникают новые этические и правовые вопросы. Важно обеспечить безопасность и конфиденциальность данных пациентов, а также учитывать возможные последствия использования искусственного интеллекта в медицинской практике. Необходима разработка стандартов и рекомендаций для внедрения новых технологий, чтобы гарантировать их безопасность и эффективность.

#### 3.3.6 Обучение и подготовка специалистов

С учетом быстрого развития технологий необходимо также уделять внимание обучению и подготовке медицинских специалистов. Врачи и радиологи должны быть готовы к использованию новых инструментов и технологий, а также к интерпретации результатов, полученных с помощью алгоритмов машинного обучения. Это требует обновления учебных программ и внедрения новых методов обучения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения курсовой работы на тему «Методы обработки рентгеновских диагностических изображений» были рассмотрены ключевые аспекты, касающиеся как основ рентгеновской диагностики, так и современных методов обработки изображений, применяемых в клинической практике.

Актуальность выбранной темы обусловлена постоянным развитием технологий в области медицинской визуализации и необходимостью повышения точности и эффективности диагностики. Рентгеновские изображения остаются одним из основных инструментов в диагностике различных заболеваний, и их качественная обработка играет решающую роль в правильной интерпретации результатов.

В первой главе работы были изложены основные принципы рентгеновской диагностики, типы рентгеновских изображений и их применение в медицине. Также были рассмотрены проблемы и ограничения традиционных методов анализа, что подчеркивает необходимость внедрения более современных подходов.

Вторая глава была посвящена методам обработки рентгеновских изображений, включая предварительную обработку, сегментацию и классификацию. Рассмотренные методы, такие как устранение шума, коррекция контраста, алгоритмы сегментации и применение машинного и глубокого обучения, демонстрируют значительный потенциал для улучшения качества диагностики и повышения точности анализа.

Третья глава акцентировала внимание на практическом применении методов обработки в клинической практике. Примеры успешного применения технологий, оценка их эффективности и перспективы развития показывают, что внедрение современных методов обработки рентгеновских изображений может существенно улучшить результаты диагностики и, как следствие, повысить качество медицинской помощи.

В заключение, можно сделать вывод, что методы обработки рентгеновских диагностических изображений являются важным инструментом в современном здравоохранении. Их дальнейшее развитие и интеграция в клиническую практику открывают новые горизонты для повышения точности диагностики и улучшения исходов лечения. Рекомендуется продолжить исследования в этой области, уделяя внимание как совершенствованию существующих методов, так и разработке новых подходов, которые смогут еще больше повысить эффективность рентгеновской диагностики.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федоров А. В., Кузнецов В. Д. Рентгеновская диагностика: основы и современные технологии. – М.: Медицина, 2020. – 480 с.
2. Костюченко А. Н., Сидоренко И. В. Основы рентгенологии и радиологии. – 2-е изд. – СПб.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 560 с.
3. Баранов А. И., Лебедев С. В. Современные методы рентгеновской диагностики: от теории к практике // Российский вестник радиологии. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 45–52.
4. Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital Image Processing. – 4th ed. – Upper Saddle River: Pearson, 2018. – 1024 p.
5. Jain A. K. Fundamentals of Digital Image Processing. – Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1989. – 512 p.
6. Zhang Y., Wang Y., Zhang Y. A survey on image segmentation methods // Journal of Computer Science and Technology. – 2018. – Vol. 33, No. 1. – P. 1–25.
7. Sinha S., Kaur M., Kumar A. Image Segmentation Techniques: A Review // International Journal of Computer Applications. – 2019. – Vol. 178, No. 1. – P. 1–6.
8. Litjens G., Kooi T., Bejnordi B. E., et al. A survey on deep learning in medical image analysis // Medical Image Analysis. – 2017. – Vol. 42. – P. 60–88.
9. Esteva A., Kuprel B., Novoa R. A., et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks // Nature. – 2017. – Vol. 542. – P. 115–118.
10. Wang J., Zhang Y., Wang Y. A review of image denoising methods // Journal of Visual Communication and Image Representation. – 2019. – Vol. 58. – P. 1–12.
11. Chen H., Zhang Y., Yang J., et al. Deep Learning in Medical Image Analysis: A Survey // Medical Image Analysis. – 2020. – Vol. 66. – P. 101797.

12. Kermany D. S., Goldbaum M., Cai W., et al. Identifying Medical Diagnoses and Treatable Diseases by Image-Based Deep Learning // Cell. – 2018. – Vol. 172. – P. 1122–1131.
13. Ronneberger O., Fischer P., Becker A. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI). – 2015. – P. 234–241.
14. Rajpurkar P., Irvin J., Zhu K., et al. CheXNet: Radiologist-Level Pneumonia Detection on Chest X-Rays with Deep Learning // arXiv preprint arXiv:1711.05225. – 2017. – P. 1–14.
15. Lakhani P., Sundaram B. Deep Learning at the Frontiers of Medical Imaging: A Review // Journal of Medical Imaging. – 2017. – Vol. 4, No. 4. – P. 1–12.
16. McKinney S. M., Sieniek M., Godbole V., et al. International evaluation of an AI system for breast cancer screening // Nature. – 2020. – Vol. 577. – P. 89–94.
17. Hwang E. J., Lee J. H., Lee J. H., et al. Deep Learning in Medical Imaging: Overview and Future Directions // Korean Journal of Radiology. – 2020. – Vol. 21, No. 1. – P. 1–12.
18. Yang G., Zhang Y., Zhang J., et al. Artificial Intelligence in Medical Imaging: A Review of the Current State of the Art // Journal of Medical Systems. – 2020. – Vol. 44, No. 1. – P. 1–12.
19. Kuo W., Chen Y., Chen C., et al. The Role of Artificial Intelligence in Radiology: A Review // Journal of the Chinese Medical Association. – 2020. – Vol. 83, No. 1. – P. 1–8.
20. Wang H., Wang Y., Zhang Y., et al. The Impact of Artificial Intelligence on Radiology: A Review // European Journal of Radiology. – 2020. – Vol. 126. – P. 1–8.
21. Choi J. W., Kim H. J., Kim J. H., et al. The Role of Artificial Intelligence in Radiology: A Review of the Current State of the Art // Korean Journal of Radiology. – 2020. – Vol. 21, No. 1. – P. 1–12.