



МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА 09.04.01/12 Интеллектуальный анализ больших данных в системах поддержки принятия решений.

по лабораторной работе № 1

Дисциплина: Платформы промышленной аналитики

Студент	<u>ИУ6-42М</u>	<u>(Подпись, дата)</u>	<u>Д.С. Каткова</u> (И.О. Фамилия)
Преподаватель		<u>(Подпись, дата)</u>	<u>М.А. Скворцова</u> (И.О. Фамилия)

Москва, 2025

Лабораторная работа №1

«Исследование возможностей использования генеративных помощников и их применения в платформах промышленной аналитики»

Цель: ознакомиться с возможностями работы чатов/генеративных помощников на базе LLM для применения в исследовательской деятельности студентов и решения профессиональных задач.

Ход работы

Часть 1. Анализ ответов чат-ботов по 5 тезисам

Для выполнения лабораторной работы были выбраны следующие генеративные помощники:

1. Deepseek,
2. Gigachat,
3. YandexGPT,
4. ChatGPT.

Далее были заданы 5 вопросов по тематике магистерской работы: «Интеллектуальная система для автоматизации диагностирования пневмонии на рентгеновских снимках».

1. Вопрос: Насколько точны современные нейронные сети (например, CNN) в диагностике пневмонии по рентгеновским снимкам?

Тезис: Современные сверточные нейронные сети (CNN) достигают точности более 90% в дифференциации пневмонии и здоровых лёгких на рентгеновских снимках, но их эффективность снижается при различении бактериальной и вирусной пневмонии.

2. Вопрос: Какие архитектуры нейронных сетей наиболее эффективны для анализа рентгеновских снимков при диагностике пневмонии?

Тезис: Архитектуры, такие как ResNet, DenseNet и EfficientNet, демонстрируют наилучшие результаты благодаря их способности извлекать сложные признаки из изображений, но требуют значительных вычислительных ресурсов.

3. Вопрос: На сколько можно ли улучшить диагностику пневмонии с помощью методов аугментации данных?

Тезис: Применение аугментации (повороты, изменение контраста, добавление шума) позволяет увеличить точность модели на 5–10%, особенно при ограниченном объёме данных.

4. Вопрос: Как интерпретируемость модели влияет на её внедрение в медицинскую практику?

Тезис: Методы визуализации активаций (Grad-CAM, LIME) повышают доверие врачей к ИИ-диагностике, показывая, на какие области снимка сеть обращает внимание.

5. Вопрос: Какие этические и правовые аспекты возникают при внедрении ИИ-диагностики?

Тезис: Ключевые проблемы — ответственность за ошибки, конфиденциальность данных и необходимость сертификации системы как медицинского устройства.

Ответы генеративного помощника DeepSeek

Вопрос 1

Современные сверточные нейронные сети (CNN) показывают высокую точность в диагностике пневмонии по рентгеновским снимкам, но их эффективность зависит от множества факторов.

Точность современных CNN в диагностике пневмонии

1. Общие показатели точности:

- В исследованиях модели на основе CNN (например, ResNet, DenseNet, EfficientNet) достигают:

- Чувствительность (Sensitivity/Recall): 85–95% (способность правильно выявлять пневмонию).

- Специфичность (Specificity): 75–90% (способность отличать пневмонию от других заболеваний).

- F1-score (баланс точности и полноты): 80–90%.

- Например, в работе Kermany et al. (2018) на датасете ChestX-ray8 модель показала точность (Accuracy) около 92–94% для бинарной классификации (пневмония/норма).

2. Сравнение с врачами-рентгенологами:

- В некоторых исследованиях CNN превосходят врачей в скорости и согласованности диагностики, но уступают опытным специалистам в сложных случаях (например, при атипичных проявлениях или коморбидных состояниях).

- Метаанализ Rajpurkar et al. (2022) показал, что лучшие модели (например, CheXNet) достигают уровня экспертов-рентгенологов в обнаружении пневмонии.

Факторы, влияющие на точность

- Качество данных:

- Датасеты должны быть большими (десятки тысяч снимков) и размеченными экспертами.

Популярные датасеты: ChestX-ray14, MIMIC-CXR, NIH ChestX-ray8.

- Проблема: перекосы в данных (например, больше бактериальной пневмонии, чем вирусной).

- Архитектура модели:

- Современные CNN (EfficientNet, Vision Transformers) показывают лучшие результаты, чем простые архитектуры.

- Использование предобученных моделей (transfer learning) улучшает точность.

- Оверлей и артефакты:

- Низкое качество снимков, наложения органов могут снижать точность.

- Интерпретируемость:

- Методы Grad-CAM и Attention Maps помогают визуализировать зоны, на которые ориентируется ИИ, повышая доверие врачей.

Ограничения

- Ложноположительные и ложноотрицательные случаи:
 - Модели могут ошибаться при:
 - Ранних стадиях пневмонии.
 - Наличии других патологий (например, опухолей, фиброза).
- Зависимость от обучающих данных:
 - Если в данных преобладают определенные типы пневмонии (например, бактериальная), модель может хуже работать на вирусных случаях (например, COVID-19).

Вывод

CNN уже сегодня могут служить вторым мнением в диагностике пневмонии, сокращая время анализа и уменьшая нагрузку на врачей. Однако их внедрение в клиническую практику требует:

- Валидации на локальных данных.
- Интеграции с врачебной проверкой в спорных случаях.

Лучшие модели приближаются к уровню опытных рентгенологов, но полная замена врачей пока невозможна из-за риска ошибок в сложных случаях.

Вопрос 2

Для диагностики пневмонии по рентгеновским снимкам наиболее эффективны сверточные нейронные сети (CNN, Convolutional Neural Networks), так как они хорошо работают с изображениями, выделяя локальные и глобальные паттерны.

Популярные архитектуры CNN для анализа рентгеновских снимков:

1. Классические архитектуры (предобученные на ImageNet, transfer learning)
 - ResNet (ResNet50, ResNet101) – эффективны благодаря остаточным связям, предотвращающим затухание градиента.
 - DenseNet (DenseNet121, DenseNet169) – все слои связаны между собой, что улучшает передачу признаков.
 - EfficientNet (B0-B7) – масштабируемая архитектура с оптимальным соотношением точности и вычислительных затрат.
 - VGG16/VGG19 – простая, но эффективная архитектура, хотя и уступает ResNet и DenseNet.
2. Современные и специализированные архитектуры
 - CheXNet (на основе DenseNet121) – разработана специально для рентгенографии, показывает высокую точность в диагностике пневмонии.
 - COVID-Net – адаптирована для COVID-19, но может быть дообучена для общей пневмонии.
 - Vision Transformer (ViT) – трансформеры для изображений, показывают хорошие результаты, но требуют больше данных.

3. Гибридные и кастомные архитектуры

- CNN + Attention механизмы – улучшают выделение важных областей.
- U-Net (для сегментации поражений) – если требуется не только классификация, но и локализация пневмонии.

Ключевые моменты при выборе архитектуры:

- Transfer learning – использование предобученных моделей (например, на ImageNet или CheXpert) ускоряет обучение и улучшает точность.
- Размер датасета – для небольших датасетов лучше подходят предобученные модели (ResNet, DenseNet), для больших можно попробовать ViT.
- Вычислительные ресурсы – EfficientNet и MobileNet легче развернуть на слабом железе.

Лучшие результаты (по точности)

На публичных датасетах (например, ChestX-Ray14, MIMIC-CXR) модели DenseNet121 и EfficientNet показывают accuracy >90% в бинарной классификации (пневмония/норма).

Если нужна максимальная точность – лучший выбор: DenseNet121 или EfficientNetB4 с дообучением на медицинских данных. Для баланса скорости и точности – MobileNetV3 или EfficientNetB0.

Есть ли у вас конкретные требования (например, скорость обработки или ограничения по железу)? Могу уточнить рекомендации.

Вопрос 3

Улучшение диагностики пневмонии с помощью методов аугментации данных может быть значительным, особенно при использовании глубокого обучения и компьютерного зрения для анализа медицинских изображений (рентген, КТ).

Основные методы аугментации данных в диагностике пневмонии

1. Геометрические преобразования

- Повороты, отражения, масштабирование, сдвиги – помогают модели лучше обобщать различные варианты положения патологий.

2. Изменение яркости и контраста

- Имитирует различия в настройках оборудования и условиях съемки.

3. Добавление шума и размытия

- Улучшает устойчивость модели к артефактам на снимках.

4. Генеративные методы (GAN, диффузионные модели)

- Создание синтетических изображений пневмонии, что особенно полезно при дисбалансе классов.

Потенциальное улучшение диагностики

- Точность (Accuracy): Увеличение на 5–15% за счет лучшего обобщения.
- Чувствительность (Sensitivity): Уменьшение ложноотрицательных результатов (особенно важно при пневмонии).
- Устойчивость к артефактам: Модель становится менее зависимой от качества исходного изображения.

Ограничения

- Риск переобучения на артефакты – если аугментация слишком агрессивная.
- Не заменяет недостаток данных – лучше комбинировать с реальными случаями.

Вывод

Аугментация данных может улучшить диагностику пневмонии на 10–20% (по AUC-ROC и чувствительности), особенно если исходный датасет небольшой. Однако ключевое значение имеет качество разметки и выбор архитектуры нейросети (например, ResNet, EfficientNet или трансформеры).

Лучшие результаты достигаются при комбинации аугментации с другими методами (transfer learning, ensemble models).

Вопрос 4

Интерпретируемость модели играет ключевую роль во внедрении искусственного интеллекта (ИИ) в медицинскую практику, так как напрямую влияет на доверие врачей, регуляторов и пациентов, а также на безопасность и эффективность применения.

Основные аспекты влияния интерпретируемости на внедрение:

1. Доверие врачей и пациентов

- Объяснимость решений: Врачи должны понимать, почему модель выдала тот или иной диагноз или рекомендацию, чтобы принять осознанное решение.

- Психологический барьер: Если модель работает как «чёрный ящик», медицинские специалисты могут не доверять её выводам и игнорировать их.

2. Соответствие регуляторным требованиям

- GDPR, FDA и другие регуляторы требуют объяснимости алгоритмов, особенно если они влияют на жизнь и здоровье людей.

- Правовая ответственность: В случае ошибки ИИ необходимо установить, на каком этапе она произошла, что невозможно без интерпретируемости.

3. Клиническая проверка и валидация

- Врачи и исследователи должны убедиться, что модель учитывает биологически и клинически значимые факторы, а не артефакты данных.

- Интерпретируемость помогает выявить смещения (bias) в данных (например, если модель обучалась преимущественно на данных одной этнической группы).

4. Интеграция в клинические процессы

- Совместимость с медицинскими протоколами: Если модель даёт не только предсказание, но и объяснение (например, выделяет ключевые признаки в рентгеновском снимке), врачам проще её использовать.

- Обучение персонала: Интерпретируемые модели легче внедрять, так как врачи могут понять их логику, а не слепо следовать рекомендациям.

5. Этические и социальные аспекты

- Пациенты имеют право знать, на основании каких данных принимаются решения об их лечении.

- Прозрачность снижает риск дискриминации и несправедливых решений.

Примеры интерпретируемых моделей в медицине:

- Логистическая регрессия / линейные модели (простые для понимания коэффициенты).

- Деревья решений / случайные леса (визуализация правил принятия решений).

- LIME / SHAP (методы пост-hoc объяснения для сложных моделей, например, нейросетей).

- Attention-механизмы в нейросетях (показывают, на какие части изображения или текста модель обратила внимание).

Вывод:

Чем выше интерпретируемость модели, тем быстрее и успешнее она внедряется в медицину. Однако иногда приходится искать баланс между точностью (например, deep learning) и объяснимостью (например, линейные модели). Современные методы (XAI — Explainable AI) помогают сделать сложные модели более прозрачными, что ускоряет их adoption в клинической практике.

Вопрос 5

Внедрение ИИ-диагностики в медицину сопровождается рядом этических и правовых аспектов, которые требуют тщательного рассмотрения.

1. Этические аспекты

Ответственность и доверие

- Доверие пациентов: Может ли пациент полностью доверять диагнозу, поставленному ИИ, или врач должен всегда перепроверять?

- Прозрачность (объяснимость): Если ИИ использует «чёрный ящик» (например, глубокое обучение), как объяснить пациенту его выводы?

Конфиденциальность данных

- ИИ требует больших объёмов медицинских данных, что повышает риски утечек.
- Как обеспечить анонимность и информированное согласие пациентов на использование их данных?

Смещение (bias) и дискриминация

- Если обучающие данные нерепрезентативны (например, недостаточно данных по определённым группам населения), ИИ может выдавать менее точные диагнозы для меньшинств.

Автономность врача и пациента

- Не приведёт ли чрезмерное доверие к ИИ к деградации клинического мышления врачей?
- Кто принимает окончательное решение: врач, пациент или алгоритм?

2. Правовые аспекты

Регулирование и сертификация

- Какие стандарты должны применяться для проверки безопасности и эффективности ИИ-диагностики (например, FDA в США, CE в ЕС)?

- Нужно ли считать ИИ медицинским устройством?

Ответственность за ошибки

- Если ИИ ошибся, кто виноват: разработчик, врач, клиника или сам алгоритм?
- Как распределяется ответственность между всеми участниками процесса?

Защита данных (GDPR, HIPAA и др.)

- Соответствует ли сбор и обработка данных законам о защите персональных данных (например, GDPR в ЕС)?

- Как обеспечить безопасное хранение медицинской информации?

Интеллектуальная собственность

- Кто владеет алгоритмами и данными: разработчики, больницы или пациенты?
- Можно ли запатентовать диагностические модели ИИ?

Вывод

Внедрение ИИ-диагностики требует баланса между инновациями и защитой прав пациентов. Необходимы:

- Чёткие юридические рамки,
- Этические стандарты для разработчиков и врачей,
- Механизмы прозрачности и подотчётности.

Без этого риски ошибок, дискриминации и утраты доверия к медицине могут перевесить преимущества технологии.

Ответы генеративного помощника GigaChat

Вопрос 1

Современные нейронные сети, такие как сверточные нейронные сети (CNN), демонстрируют высокую точность в диагностике различных заболеваний, включая пневмонию, по рентгеновским снимкам грудной клетки. Вот несколько ключевых моментов относительно точности таких моделей:

1. Точность современных CNN

Многие исследования показывают, что CNN могут достигать уровня точности, сопоставимого с врачами-рентгенологами. Например, некоторые модели способны выявлять пневмонию с точностью до 90% и даже выше. Однако важно учитывать, что точность зависит от множества факторов, таких как качество данных, размер выборки и архитектура самой модели.

2. Исследования и разработки

Некоторые известные проекты, такие как Google AI's Chest X-ray Model, показали впечатляющие результаты в диагностике пневмонии на больших наборах данных. Подобные модели обучаются на тысячах рентгеновских изображений, что позволяет им находить тонкие паттерны, характерные для заболевания.

3. Ограничения и проблемы

Несмотря на высокие показатели точности, существуют ограничения:

- Разнообразие данных: Модели могут хуже справляться с редкими случаями или изображениями низкого качества.
- Интерпретация результатов: Нейронные сети часто работают как "черный ящик", и врачам бывает сложно понять, почему модель приняла определенное решение.
- Этические аспекты: Внедрение автоматизированной диагностики требует тщательного тестирования и регулирования, чтобы избежать ошибок и дискриминации.

4. Практическое применение

Хотя автоматизация процессов диагностики имеет большой потенциал, она пока не заменяет врачей полностью. Современные системы чаще используются как вспомогательные инструменты для поддержки медицинских специалистов, помогая ускорить процесс анализа и уменьшить количество ошибок.

Таким образом, современные нейронные сети действительно обладают высокой точностью в диагностике пневмонии по рентгеновским снимкам, однако их использование должно сопровождаться тщательной проверкой и клиническим контролем.

Вопрос 2

Для диагностики пневмонии на основе рентгеновских снимков используются различные архитектуры нейронных сетей, каждая из которых имеет свои особенности и преимущества. Вот несколько популярных архитектур, которые доказали свою эффективность в этой области:

1. Convolutional Neural Networks (CNNs)

Конволюционные нейронные сети — это основа большинства современных методов обработки изображений. Они отлично справляются с извлечением признаков из медицинских изображений благодаря своей способности выявлять пространственно-временные зависимости между пикселями. Для рентгеновских снимков хорошо подходят такие модели, как:

- ResNet (Residual Network): Эти сети используют остаточные соединения, чтобы улучшить обучение глубоких моделей. Например, ResNet50 часто применяется для классификации рентгеновских изображений.

- DenseNet: В DenseNet используется плотная связь между слоями, что улучшает передачу градиентов и снижает количество параметров.

- VGGNet: Хотя VGG16 и VGG19 менее глубокие по сравнению с ResNet, они также показывают хорошие результаты в анализе рентгеновских снимков.

2. U-Net

Эта архитектура была разработана специально для сегментации медицинских изображений. U-Net сочетает этапы сверточной кодировки (downsampling) и декодирования (upsampling), что позволяет эффективно выделять регионы интереса (например, поражённые участки лёгких). Она активно используется для локализации воспалений на рентгеновских изображениях.

3. Capsule Networks (CapsNets)

Капсульные сети предлагают новый подход к обработке изображений, который учитывает пространственную структуру объектов. CapsNets лучше справляются с идентификацией мелких деталей и деформаций, что делает их перспективными для анализа рентгеновских снимков.

4. Transformer-based Models

Хотя трансформеры изначально были разработаны для задач обработки текста, они показали высокую эффективность и в работе с изображениями после адаптации. Примером является модель Vision Transformer (ViT), которая разбивает изображение на патчи и обрабатывает их подобно токенам в тексте. ViT демонстрирует высокую точность в классификации и распознавании медицинских изображений.

5. Siamese Networks

Сиамские сети особенно полезны для задач сравнения пар изображений. Их можно использовать для выявления изменений в состоянии пациента, сравнивая рентгеновские снимки до и после лечения.

6. Generative Adversarial Networks (GANs)

Генеративно-состязательные сети применяются для улучшения качества изображений, увеличения разрешения или даже для синтеза реалистичных рентгеновских снимков. Это полезно для подготовки дополнительных данных для обучения моделей.

Сравнение эффективности

Эффективность той или иной архитектуры зависит от множества факторов, включая качество данных, размер выборки, цель задачи (классификация, локализация, сегментация) и доступную вычислительную мощность. Тем не менее, многие исследования показывают, что CNN-модели, такие как ResNet и DenseNet, являются наиболее популярными и эффективными для классификации заболеваний легких на рентгеновских снимках. U-Net и её вариации лидируют в задаче сегментации.

Современные тенденции включают использование ансамблей различных моделей (например, объединение результатов нескольких CNN или применение трансформеров совместно с традиционными сетями).

Выбор конкретной архитектуры требует тщательного тестирования и настройки в зависимости от специфики задачи и доступной инфраструктуры.

Вопрос 3

Методы аугментации данных действительно могут значительно улучшить диагностику пневмонии, особенно когда речь идет о применении глубоких нейронных сетей (DNN) для анализа медицинских изображений. Вот несколько ключевых аспектов, почему аугментация полезна и как она помогает повысить точность диагностики:

1. Увеличение объема данных

Аугментация позволяет искусственно увеличить количество данных, создавая новые вариации существующих изображений. Это важно, поскольку глубокие нейронные сети требуют большого количества обучающих примеров для достижения высокой точности. Для рентгенологических снимков легких аугментационные методы включают поворот, зеркальное отражение, изменение яркости/контрастности, добавление шума и другие трансформации.

В контексте диагностики пневмонии аугментация помогает сети лучше обобщать результаты и учитывать различные проявления заболевания на изображениях, такие как изменения положения пациента, освещенности или плотности тканей.

2. Повышение устойчивости модели

Модели глубокого обучения часто страдают от переобучения — состояния, когда сеть чрезмерно адаптируется к специфическим особенностям обучающего набора данных, теряя способность хорошо распознавать образцы из новых наборов. Аугментация добавляет

разнообразие в данные, помогая избежать этой проблемы. Например, даже небольшие изменения яркости или поворота снимка могут заставить сеть лучше воспринимать общие признаки болезни, а не уникальные особенности конкретного изображения.

3. Обнаружение скрытых признаков

Методы аугментации помогают выявить скрытые признаки заболеваний, которые могут быть незаметны человеку. Например, изменения контрастности или масштабирования позволяют нейросети находить аномалии, которые человеческому глазу трудно различить. В случае пневмонии это может включать выявление теней, инфильтратов или других малозаметных изменений легочной ткани.

4. Снижение предвзятости моделей

Пневмония может проявляться по-разному у разных пациентов, включая различия в возрасте, весе, анатомии грудной клетки и общем состоянии здоровья. Аугментация помогает уменьшить влияние этих факторов, делая модель менее чувствительной к индивидуальным вариациям.

5. Оптимизация производительности моделей

Благодаря аугментации можно существенно улучшить производительность DNN-моделей, особенно тех, которые используются для классификации или сегментации изображений. Улучшенные характеристики распознавания пневмонии способствуют повышению точности диагноза и сокращению числа ложноположительных и ложноотрицательных результатов.

Заключение

Таким образом, аугментация данных является мощным инструментом для улучшения диагностики пневмонии с использованием методов машинного обучения. Она способствует увеличению разнообразия тренировочных данных, улучшению обобщающей способности моделей и снижению риска переобучения. В сочетании с глубокими нейронными сетями эти подходы открывают новые возможности для повышения точности и надежности диагностических систем.

Вопрос 4

Интерпретируемость модели играет ключевую роль в процессе внедрения моделей машинного обучения в медицинскую практику. Это связано с несколькими важными аспектами:

1. Доверие врачей

Медицинские специалисты часто полагаются на интуицию и опыт при принятии решений. Интерпретируемая модель позволяет врачам лучше понимать, почему система делает тот или

иной вывод. Это повышает доверие к результатам модели и упрощает её использование в повседневной практике.

2. Соответствие этическим нормам

Этические стандарты требуют прозрачности в принятии медицинских решений. Врачи обязаны объяснить пациентам причины выбора конкретного лечения. Интерпретируемые модели позволяют обеспечить такую прозрачность, предоставляя понятные объяснения выводов системы.

3. Обратная связь и улучшение качества

Интерпретируемость помогает выявлять ошибки и улучшать качество модели. В случае возникновения ошибок врачи могут проанализировать выводы модели и предложить улучшения. Это особенно важно в условиях постоянно меняющихся клинических данных и новых исследований.

4. Регуляторные требования

Многие страны имеют строгие регуляторные нормы для медицинского оборудования и программного обеспечения. Эти нормы часто включают требование интерпретируемости результатов. Невыполнение этих требований может привести к отказу в сертификации продукта.

5. Безопасность пациентов

Неправильные решения в медицине могут иметь серьезные последствия для здоровья пациента. Интерпретируемые модели помогают минимизировать риски, обеспечивая возможность проверки и корректировки выводов системы.

Таким образом, интерпретируемость является важным фактором успешного внедрения моделей машинного обучения в медицинскую практику. Она способствует повышению доверия среди специалистов, соблюдению этических норм, улучшению качества моделей и обеспечению безопасности пациентов.

Вопрос 5

При внедрении технологий искусственного интеллекта (ИИ), особенно в медицине, включая диагностику, возникает целый ряд этических и правовых вопросов. Вот некоторые ключевые моменты:

Этические аспекты

1. Автономия пациента

Использование ИИ может повлиять на автономию пациентов — право принимать решения относительно своего здоровья. Например, если врачи полагаются исключительно на выводы ИИ-систем, пациенты могут потерять возможность участвовать в процессе принятия решений касательно лечения.

2. Конфиденциальность данных

Медицинские данные являются крайне чувствительной информацией. Внедрение ИИ требует обработки больших объемов персональных медицинских данных, что вызывает необходимость защиты конфиденциальности и соблюдения законодательства о защите личных данных (например, GDPR в Европе).

3. Справедливость и равноправие

Существуют опасения, что ИИ-диагностика может усугублять неравенство в доступе к медицинским услугам. Если системы будут разрабатываться на основе данных, собранных преимущественно среди определенной группы населения (например, определенного этнического происхождения или социального класса), это может привести к предвзятости алгоритмов и ухудшению качества диагностики для других групп людей.

4. Предвзятость и дискриминация

Алгоритмы ИИ могут отражать предвзятости разработчиков или исходных данных. Это может приводить к ошибочным диагнозам или неправильному лечению отдельных категорий пациентов. Важно проводить аудит моделей на предмет предвзятостей и обеспечивать инклюзивность данных.

5. Прозрачность и объяснимость

Часто модели машинного обучения непрозрачны («черный ящик»), что затрудняет понимание процесса принятия решений. Пациенты и медицинские работники имеют право понимать, на каких основаниях был поставлен диагноз. Прозрачные и интерпретируемые алгоритмы могут повысить доверие к технологиям.

6. Этическая ответственность

Возникают вопросы о том, кто несет ответственность за ошибки ИИ-систем: разработчики, врачи, использующие эти технологии, или сами системы? Определение ответственности становится важным аспектом, который необходимо учитывать при разработке ИИ-решений.

7. Этика исследования и разработки

Процесс сбора данных и разработка моделей также требуют соблюдения этики научных исследований. Должны соблюдаться принципы информированного согласия, добровольности участия и защиты прав участников.

Правовые аспекты

1. Законодательство о защите данных

Собираемые данные для ИИ-диагностики должны соответствовать законам о защите персональных данных. В Европейском Союзе это регулируется Общим регламентом по защите

данных (GDPR). Подобные законы существуют и в других странах, такие как HIPAA в США. Они накладывают строгие требования на сбор, хранение и использование медицинских данных.

2. Право на частную жизнь

Системы ИИ-диагностики собирают и обрабатывают большие объемы личной медицинской информации. Законодательство должно гарантировать защиту права на частную жизнь пациентов, предотвращая утечки данных и несанкционированный доступ к ним.

3. Ответственность за ошибки

Как уже было упомянуто, существует вопрос о юридической ответственности за возможные ошибки ИИ-систем. В некоторых юрисдикциях рассматриваются идеи о введении специальной правовой категории для роботов и ИИ, чтобы определить рамки ответственности.

4. Регулирование и сертификация

В большинстве стран действуют строгие правила сертификации медицинского оборудования и программного обеспечения. Аналогичные подходы могут применяться и к ИИ-технологиям. Некоторые страны, например, США через FDA (Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов), уже начали процесс регулирования ИИ в здравоохранении.

5. Патентование и интеллектуальная собственность

Разработка ИИ-моделей часто связана с патентованием инноваций. Однако вопрос интеллектуальной собственности в области ИИ остается открытым, поскольку неясно, кому принадлежат права на созданные модели и полученные результаты.

6. Информированное согласие

Право пациента на получение полной информации перед использованием ИИ-технологий является ключевым элементом. Законодательства разных стран могут требовать от врачей и учреждений получать явное согласие пациента на обработку его данных с помощью ИИ.

Практическое решение проблем

Для успешного внедрения ИИ-диагностики необходимо создать комплексную систему управления рисками, включающую следующие меры:

- Стандартизация: создание единых стандартов для разработки и тестирования ИИ-моделей в сфере здравоохранения.
- Программирование этичности: внедрение принципов этического программирования на этапе разработки ИИ-систем.
- Обучение специалистов: подготовка врачей и другого медицинского персонала для работы с ИИ-инструментами, чтобы они могли правильно интерпретировать результаты и защищать интересы пациентов.

- Независимый контроль: введение внешнего аудита и мониторинга деятельности ИИ-систем, чтобы обеспечить соблюдение всех норм и правил.

Таким образом, внедрение ИИ-диагностики требует сбалансированного подхода, учитывающего как технические возможности, так и этико-правовые нормы.

Ответы генеративного помощника YandexGPT

Вопрос 1

Современные нейронные сети, особенно свёрточные нейронные сети (CNN), показывают впечатляющую точность в диагностике пневмонии по рентгеновским снимкам. Вот ключевые данные о их эффективности:

1. Точность распознавания:
 - В среднем достигает 90-95%
 - При сравнении с диагностикой опытных рентгенологов результаты сопоставимы, а в некоторых случаях даже превосходят человеческий фактор
2. Основные преимущества:
 - Высокая скорость обработки изображений
 - Способность выявлять едва заметные паттерны
 - Объективность диагностики (отсутствие человеческого фактора)
 - Возможность круглосуточной работы
3. Ограничения:
 - Необходимость большого объема качественных обучающих данных
 - Риск ложноположительных результатов при нестандартных случаях
 - Сложность интерпретации решений нейросети
 - Зависимость от качества исходного рентгеновского снимка
4. Практическое применение:
 - Предварительная сортировка снимков
 - Вспомогательный инструмент для врачей
 - Мониторинг динамики заболевания
 - Скрининг больших групп населения
5. Перспективы улучшения:
 - Интеграция с другими методами диагностики
 - Развитие объяснимого ИИ
 - Улучшение обработки нестандартных случаев
 - Повышение точности на ранних стадиях заболевания

Важно отметить, что нейросети не заменяют, а дополняют работу врачей-рентгенологов, помогая им быстрее и точнее ставить диагнозы, особенно в случаях массового обследования или при наличии неоднозначных признаков заболевания.

Вопрос 2

На основе современных исследований, наиболее эффективными архитектурами нейронных сетей для анализа рентгеновских снимков при диагностике пневмонии являются:

1. VGG16 - показала наилучшие результаты с точностью предсказаний 94.9%. Это улучшенная версия архитектуры AlexNet, специально адаптированная для работы с медицинскими изображениями.
2. Дополнительные модели с оптимизаторами:
 - Model 1 (adam) - 85.5% точности
 - Model 2 (RMSprop) - 80.9% точности
 - Model 3 (RMSprop) - 81.3% точности

Ключевые особенности успешной архитектуры:

- Использование сверточных слоев размером 3x3 с padding=1
- Обработка изображений размером 320x320
- Применение метода трансферного обучения
- Добавление слоя Dropout для предотвращения переобучения

Важно отметить, что для повышения точности диагностики часто используется метод Gradient-Weighted Class Activation Mapping (Grad-CAM), который позволяет визуализировать области на рентгеновском снимке, влияющие на решение нейронной сети. Это особенно полезно для врачей-рентгенологов при принятии окончательного диагноза.

При этом сверточные нейронные сети обладают важным преимуществом - они способны автоматически выявлять значимые признаки на изображениях без необходимости их явного определения, что существенно повышает точность диагностики.

Вопрос 3

На основе проведенных исследований, применение аугментации данных при диагностике пневмонии с помощью сверточных нейронных сетей показало значительное улучшение результатов.

Основные достижения при использовании аугментации:

- Точность распознавания (precision) достигла 89%
- Общая точность (accuracy) составила 82%
- Полнота распознавания (recall) достигла 93%

Для сравнения, без использования аугментации данных показатели были существенно ниже (около 62-69% по разным метрикам).

Аугментация данных позволила:

1. Увеличить объем обучающего набора данных
2. Улучшить обобщающую способность сети

3. Повысить устойчивость модели к вариациям входных данных

Важно отметить, что при использовании аугментации время обучения сети составило 35 минут при 20 эпохах обучения, что является достаточно эффективным показателем.

Таким образом, применение методов аугментации данных позволяет существенно улучшить качество диагностики пневмонии, повысив точность распознавания на 25-27% по сравнению с базовыми показателями.

Вопрос 4

Интерпретируемость модели играет критически важную роль в её внедрении в медицинскую практику по нескольким причинам:

1. Доверие медицинских работников:

- Врачи более охотно принимают и используют модели, которые они могут понять и объяснить
- Непрозрачные “черные ящики” вызывают настороженность и сопротивление к внедрению
- Интерпретируемые модели позволяют врачам лучше оценивать рекомендации ИИ

2. Безопасность пациентов:

- Понятные модели снижают риск неправильных решений о лечении
- Врачи могут лучше интерпретировать результаты и при необходимости их корректировать
- Уменьшается вероятность фатальных ошибок при принятии клинических решений

3. Практическое применение:

- Интерпретируемые модели позволяют отслеживать каждый результат
- Врачи могут контролировать и корректировать работу системы
- Повышается качество принятия решений на основе рекомендаций ИИ

4. Ограничения и компромиссы:

- Существует trade-off между интерпретируемостью и точностью
- Более простые интерпретируемые модели (например, деревья решений) могут быть менее точными
- Необходимо находить баланс между понятностью и эффективностью

5. Клинические преимущества:

- Улучшается качество диагностики
- Повышается точность персонализированных планов лечения
- Оптимизируется процесс принятия клинических решений

Для успешного внедрения ИИ в медицину важно:

- Разрабатывать изначально интерпретируемые модели с прозрачной структурой

- Обеспечивать возможность объяснения прогнозов
- Предоставлять врачам инструменты для оценки и корректировки рекомендаций модели
- Учитывать специфику применения в различных клинических условиях

Таким образом, интерпретируемость является ключевым фактором успешного внедрения ИИ в медицинскую практику, обеспечивая безопасность пациентов, доверие врачей и качество принимаемых решений.

Вопрос 5

При внедрении ИИ-диагностики возникает ряд важных этических и правовых аспектов:

1. Ответственность за ошибки
 - Сложность определения виновного при неправильной диагностике
 - Необходимость четких правовых механизмов для разрешения спорных ситуаций
 - Ответственность может лежать на разработчиках ИИ, медицинском учреждении или врачах
2. Информированное согласие пациентов
 - Обязательное информирование о использовании ИИ-систем
 - Разработка специальных форм согласия с учетом особенностей ИИ
 - Предоставление полной информации о рисках и преимуществах использования ИИ
3. Защита данных пациентов
 - Строгие требования к обработке персональных медицинских данных
 - Использование технических мер защиты (шифрование, анонимизация)
 - Соблюдение законов о защите данных (GDPR, HIPAA)
4. Этические дилеммы
 - Предотвращение дискриминации пациентов
 - Борьба с возможными злоупотреблениями
 - Обеспечение справедливости в использовании ИИ
5. Правовое регулирование
 - Необходимость разработки новых нормативных актов
 - Важность международного сотрудничества
 - Создание единых стандартов использования ИИ в медицине
6. Обучение специалистов
 - Подготовка медицинских работников к работе с ИИ
 - Обучение разработчиков правовым аспектам
 - Повышение доверия к ИИ-системам

Все эти аспекты требуют тщательного рассмотрения и внедрения соответствующих мер для обеспечения безопасного и этичного использования ИИ в медицинской диагностике.

Ответы генеративного помощника ChatGPT

Вопрос 1

Современные нейронные сети, особенно сверточные нейронные сети (CNN), продемонстрировали высокую точность в диагностике пневмонии по рентгеновским снимкам. Исследования показывают, что некоторые модели способны достигать точности, сопоставимой с точностью опытных радиологов.

Точное значение точности зависит от множества факторов, включая:

1. Качество и объем обучающей выборки: Чем больше и разнообразнее данные для обучения, тем лучше модель может обобщать и распознавать объекты.
2. Методы предобработки данных: Предобработка изображений может существенно влиять на результаты, включая нормализацию, увеличение данных и коррекцию освещенности.
3. Конкретная архитектура сети: Разные архитектуры CNN могут показывать разные результаты, и выбор оптимальной архитектуры имеет значение.
4. Степень инициализации и параметров обучения: Разные подходы к инициализации и настройке гиперпараметров могут тоже влиять на производительность модели.

Некоторые исследования показывают, что высококачественные CNN могут иметь чувствительность (способность правильно идентифицировать положительные случаи) и специфичность (способность правильно идентифицировать отрицательные случаи) выше 90%. Однако важно учитывать, что такие системы не могут полностью заменить человеческих врачей и должны использоваться как вспомогательный инструмент.

Кроме того, есть проблемы, связанные с интерпретируемостью моделей и их возможным пристрастием, что подчеркивает необходимость тщательной проверки и Валидирования в клинической практике.

Вопрос 2

Для анализа рентгеновских снимков при диагностике пневмонии наиболее эффективными являются следующие архитектуры нейронных сетей:

1. Convolutional Neural Networks (CNN): Это основной тип сети для обработки изображений. CNN хорошо подходит для извлечения признаков из рентгеновских снимков благодаря своим сверткам и подвыборкам.
2. Transfer Learning (перенос обучения): Использование предварительно обученных моделей, таких как VGG16, ResNet, Inception, EfficientNet и других, позволяет значительно ускорить процесс обучения и улучшить точность. Такие модели можно адаптировать под задачи классификации рентгеновских снимков с помощью дообучения на специализированных наборах данных.

3. U-Net: Эта архитектура часто используется для сегментации медицинских изображений и может быть полезна для выделения пораженных областей на рентгеновских снимках при анализе пневмонии.

4. DenseNet: Благодаря своей архитектуре, где каждый слой связан с каждым предыдущим, DenseNet может лучше захватывать контекстные особенности изображения и обеспечивать более высокую точность в задачах классификации.

5. Attention Mechanisms: Механизмы внимания могут быть внедрены в архитектуры CNN, чтобы улучшить фокусировку модели на наиболее значимых участках изображения, что может быть полезно при диагностике заболеваний.

6. Generative Adversarial Networks (GANs): Хотя GAN в первую очередь используется для генерации изображений, они также могут быть использованы для увеличения данных и улучшения качества обучения нейросетей.

Эти архитектуры могут использоваться как в одиночку, так и в комбинации, в зависимости от конкретной задачи и доступных данных. При выборе модели важно также учитывать такие факторы, как размер и качество обучающего набора данных, доступные вычислительные ресурсы и требуемая точность классификации.

Вопрос 3

Аугментация данных — это мощный инструмент, который может значительно улучшить диагностику пневмонии с использованием методов машинного обучения и глубокого обучения. Вот несколько аспектов, на которые стоит обратить внимание:

1. Увеличение объема данных: Аугментация позволяет искусственно создать новые образцы из имеющихся данных. Это особенно важно в медицине, где может быть ограниченное количество доступных изображений (например, рентгеновских снимков легких).

2. Устойчивость модели: С помощью аугментации можно повысить устойчивость модели к различным условиям. Например, можно изменять яркость, контрастность или поворачивать изображения, чтобы модель могла лучше справляться с вариациями в реальных данных.

3. Обучение на разнообразных данных: Аугментация помогает модели обучаться на данных, которые представляют широкий спектр возможностей и отклонений, что может улучшить ее способность выявлять пневмонию в неидеальных условиях.

4. Снижение переобучения: Использование аугментации может помочь модели избежать переобучения, так как она будет видеть больше разных вариантов изображений и, соответственно, лучше обобщать результаты.

5. Сравнение с другими методами: Исследования показывают, что применение аугментации может значительно повысить точность моделей, использующих глубокое обучение, для задач классификации изображений, в том числе диагностики заболеваний, таких как пневмония.

Тем не менее, стоит отметить, что эффективность аугментации данных может варьироваться в зависимости от конкретной модели, используемых методов аугментации и качества исходных данных. Рекомендуется проводить эксперименты и тестирования, чтобы определить, насколько именно аугментация улучшила диагностику пневмонии в конкретных условиях.=

Вопрос 4

Интерпретируемость модели в медицинской практике играет ключевую роль по нескольким причинам:

1. Доверие врачей и пациентов: Чтобы врачи могли полагаться на выводы модели, они должны понимать, как она принимает решения. Если врачи не понимают, почему модель рекомендует тот или иной диагноз или лечение, это может привести к недоверию.
2. Объяснение решений: В медицине часто требуется объяснять пациентам, почему принято то или иное решение. Если модель не предоставляет ясных объяснений своих выводов, врачи могут испытывать трудности в общении с пациентами.
3. Соответствие клиническим протоколам: Врачам необходимо, чтобы модели соответствовали существующим клиническим руководствам и практикам. Интерпретируемые модели позволяют легче проверять, насколько их выводы согласуются с текущими знаниями.
4. Регуляторное одобрение: В большинстве стран модели, используемые в медицинской практике, должны пройти регуляторные проверки. Одним из критериев является интерпретируемость: регуляторы требуют, чтобы были понятны механизмы принятия решений, чтобы оценить безопасность и эффективность.
5. Идентификация ошибок и улучшение диагностики: Интерпретируемые модели позволяют медицинским работникам анализировать и критически оценивать выводы, что поможет выявить ошибки и улучшить качество диагностики и лечения.
6. Обучение и включение новых технологий: Когда врачи понимают, как работают модели, это облегчает их обучение и интеграцию в клиническую практику. Они могут эффективнее использовать эти инструменты в своей работе.

Таким образом, высокая степень интерпретируемости модели может существенно повысить её шансы на успешное внедрение в медицинскую практику, улучшая как качество диагностики и лечения, так и доверие к новым технологиям.

Вопрос 5

Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) в область диагностики вызывает несколько этических и правовых аспектов, которые требуют внимательного рассмотрения. Вот некоторые из них:

Этические аспекты:

1. Конфиденциальность данных: Использование ИИ требует сбора и анализа больших объемов медицинских данных, что ставит под угрозу конфиденциальность пациентов. Важно обеспечить защиту личной информации.
2. Согласие на обработку данных: Пациенты должны быть проинформированы о том, как их данные будут использоваться, и давать согласие на их обработку.
3. Прозрачность алгоритмов: Решения, принимаемые ИИ, должны быть прозрачными и понятными для медицинских работников и пациентов. Это связано с необходимостью объяснить, как алгоритмы приходят к своим выводам.
4. Ответственность за ошибки: В случае неправильной диагностики, неясно, кто несет ответственность: разработчики ИИ, медицинский персонал или учреждения.
5. Доступность технологий: Важно рассмотреть, обеспечивается ли равный доступ к ИИ-диагностике для всех групп населения, чтобы избежать социальной несправедливости.
6. Влияние на работу медиков: Автоматизация диагностики может угрожать занятости медицинских работников и изменять их роль, что требует переосмысления образовательных программ и профессиональных навыков.

Правовые аспекты:

1. Регулирование использования ИИ: Необходимо разработать законодательную базу, регулирующую использование ИИ в медицине, включая стандарты безопасности и эффективности.
2. Правила защиты данных: Следует учитывать законодательства о защите данных, такие как GDPR в Европе, которые накладывают строгие требования на сбор и обработку личной информации.
3. Ответственность и юридические последствия: Законодательство должно четко определять, кто несет ответственность за действия ИИ и возможные последствия ошибок, связанных с его использованием.
4. Авторские права и интеллектуальная собственность: Вопросы, связанные с патентованием алгоритмов и технологий, также требуют правового регулирования, чтобы определить права владельцев.

5. Сертификация и лицензирование: ИИ-системы должны подлежать сертификации, аналогично традиционным медицинским устройствам, чтобы гарантировать их безопасность и эффективность.

6. Международные нормы и стандарты: Поскольку ИИ технологии глобальны, необходимо разработать международные нормы и стандарты для использования ИИ в медицине, чтобы обеспечить согласованность и защиту прав пациентов на мировом уровне.

Обсуждение этих аспектов важно для создания безопасного и эффективного ИИ-диагностического инструмента, который сможет улучшить качество медицинского обслуживания, соответствуя при этом высоким этическим и правовым стандартам.

В таблице 1 приведен анализ ответов чат-ботов для актуальности и корректности применения ответов в ВКРМ.

Таблица 1. Анализ генеративных помощников

Вопросы	Общая оценка ответам	Преимущества	Недостатки
DeepSeek	5/5	1) Самые точные и развернутые ответы 2) Вежливость	1) Генерация ответов медленнее, чем у ChatGPT
Gigachat	5/5	1) Хорошо, но иногда уходит в менее релевантные детали 2) Развернутые ответы	1) Генерация ответов медленнее, чем у ChatGPT
YandexGPT	4/5 Упускает важные детали	Нет значимых преимуществ	1) Короткие ответы 2) Медленная генерация ответов 3) 5 бесплатных ответов, далее – за подписку
ChatGPT	4.5/5 Иногда менее детализирован	1) Быстрая генерация ответов	1) 15 бесплатных ответов, далее – за подписку

В таблице 2 представлены генеративные помощники от лучшего к худшему и кратко описано, почему был получен такой вывод. Лучшее решение для дальнейшей работы – Deepseek.

Таблица 2. Выводы по анализу

DeepSeek	Нет ограничения на число запросов, ответы развернутые, подробные. DeepSeek общается вежливо, предлагает помощь, добавляет милые смайлики в свои ответы.
Gigachat	Нет ограничения на число запросов, ответы развернутые.
ChatGPT	Ограничение в 15 запросов в бесплатной версии, ответы короче, чем у DeepSeek и Gigachat.
YandexGPT	Ограничение в 5 запросов – слишком мало даже для бесплатной версии. Также ответы YandexGPT были самыми короткими среди всех помощников.

Часть 2. Формирование введения для своей магистерской работы

При помощи генеративных помощников сформируем введение для магистерской работы и определим, какой из них справляется с этой задачей лучше.

Таким образом звучал запрос:

«Я делаю дипломную работу на тему "Интеллектуальная система для автоматизации диагностирования пневмонии по рентгеновским снимкам". В работе я буду разрабатывать, исследовать и сравнивать 2 популярные архитектуры нейросетей для распознавания пневмонии на рентгеновских снимках и предложу свою архитектуру, сделаю вывод какая лучше.

Также я буду разрабатывать десктопное приложение на Qt, в которое будет встроена лучшая нейросеть для распознавания пневмонии на рентген-снимках по результатам исследования. То есть в приложение можно будет загрузить снимок и получить итоговый снимок с выделенной областью, которую нейросеть распознала как пневмонию и процент вероятности того, что это пневмония.

Составь введение к моей дипломной работе»

Ответ генеративного помощника Deepseek

Введение

Актуальность темы

Пневмония остается одним из наиболее распространенных и опасных заболеваний дыхательной системы, особенно среди детей, пожилых людей и пациентов с ослабленным иммунитетом. Своевременная и точная диагностика играет ключевую роль в успешном лечении, однако традиционные методы анализа рентгеновских снимков требуют высокой квалификации врача-рентгенолога и могут быть подвержены субъективным ошибкам.

Современные технологии искусственного интеллекта, в частности глубокое обучение, позволяют автоматизировать процесс диагностики, повышая точность и скорость анализа медицинских изображений. Использование нейронных сетей для выявления пневмонии на рентгеновских снимках может стать эффективным инструментом поддержки врачебных решений, снижая нагрузку на специалистов и минимизируя вероятность диагностических ошибок.

Цель работы

Целью данной дипломной работы является разработка интеллектуальной системы для автоматизированного диагностирования пневмонии по рентгеновским снимкам на основе

глубокого обучения. В рамках исследования будут рассмотрены и сравнены две популярные архитектуры нейронных сетей, предложена собственная модифицированная модель, а также реализовано десктопное приложение с интеграцией лучшей из исследуемых нейросетей.

Задачи исследования

1. Анализ существующих методов и архитектур нейронных сетей для классификации и сегментации медицинских изображений.
2. Исследование и сравнение эффективности двух выбранных архитектур (например, ResNet и EfficientNet) в задаче распознавания пневмонии.
3. Разработка и обучение собственной архитектуры нейронной сети, оптимизированной для диагностики пневмонии.
4. Создание десктопного приложения на Qt с возможностью загрузки рентгеновских снимков, их анализа и визуализации результатов (выделение области поражения и вывод вероятности наличия пневмонии).
5. Оценка точности и производительности предложенного решения.

Научная новизна

Научная новизна работы заключается в:

- Сравнительном анализе современных архитектур нейронных сетей применительно к задаче диагностики пневмонии.
- Разработке модифицированной модели, адаптированной для повышения точности распознавания.
- Создании удобного и функционального десктопного приложения, интегрирующего нейросетевую модель для практического использования.

Практическая значимость

Разработанная система может быть внедрена в медицинские учреждения в качестве вспомогательного инструмента для диагностики пневмонии, что позволит ускорить процесс анализа снимков и повысить точность постановки диагноза.

Структура работы

Дипломная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и приложений.

- Глава 1 посвящена анализу существующих методов диагностики пневмонии, обзору нейросетевых архитектур для обработки медицинских изображений и постановке задачи.
- Глава 2 содержит описание выбранных архитектур нейронных сетей, процесс их обучения и сравнительный анализ результатов.
- Глава 3 включает разработку десктопного приложения, интеграцию нейросетевой модели и тестирование системы на реальных данных.

В заключении подводятся итоги исследования, формулируются выводы и намечаются перспективы дальнейшего развития проекта.

Методы исследования

В работе применяются методы глубокого обучения (сверточные нейронные сети, transfer learning), библиотеки компьютерного зрения (OpenCV, Pillow), фреймворки машинного обучения (TensorFlow/Keras, PyTorch), а также технологии разработки десктопных приложений (Qt, PyQt). Данное исследование направлено на создание эффективного инструмента для автоматизированной диагностики пневмонии, который может быть полезен как врачам, так и исследователям в области медицинского искусственного интеллекта.

Ответ генеративного помощника GigaChat

Вот пример введения для вашей дипломной работы:

Введение

Пневмония — одно из наиболее распространенных инфекционных заболеваний легких, которое ежегодно становится причиной значительного числа смертельных случаев во всем мире. Ранняя диагностика и своевременное лечение играют ключевую роль в снижении риска осложнений и летального исхода от этой болезни. Однако процесс диагностики пневмонии остается трудоемким и требует высокой квалификации медицинского персонала, особенно при анализе рентгенологических изображений грудной клетки.

Актуальность темы

Современные медицинские технологии предлагают новые подходы к решению проблемы диагностики различных заболеваний, включая пневмонию. Искусственный интеллект (ИИ), и в частности глубокое обучение, демонстрирует значительный потенциал в области анализа медицинских изображений. Использование интеллектуальных систем позволяет автоматизировать процессы распознавания паттернов на изображениях, что помогает повысить точность диагностики и ускорить принятие клинических решений.

Тем не менее, существующие методы автоматического распознавания пневмонии требуют дальнейшего развития и оптимизации. Различные архитектурные решения нейронных сетей обладают своими преимуществами и недостатками, и выбор оптимальной модели для конкретной задачи представляет собой сложную проблему. В связи с этим исследование и сравнение существующих подходов, а также разработка новых методов, направленных на повышение точности и эффективности диагностики пневмонии, являются крайне важными и актуальными задачами.

Цель и задачи исследования

Целью данной дипломной работы является разработка интеллектуальной системы для автоматизированного диагностирования пневмонии на основе рентгеновских снимков грудной клетки. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Исследование и сравнительный анализ двух популярных архитектур нейронных сетей, применяемых для распознавания пневмонии на рентгеновских снимках.
2. Разработка собственной архитектуры нейронной сети, оптимизированной для решения задачи классификации пневмонии.
3. Реализация десктопного приложения на платформе Qt, позволяющего загружать рентгеновские снимки и получать результаты анализа с указанием вероятностной оценки наличия пневмонии и визуализацией пораженных областей.
4. Оценка производительности разработанных моделей и их сравнение с существующими подходами.

Ожидаемые результаты

По итогам выполнения данной работы планируется получить следующие результаты:

1. Оптимальную архитектуру нейронной сети для распознавания пневмонии на рентгеновских снимках.
2. Десктопное приложение, способное эффективно обрабатывать рентгенологические изображения и предоставлять пользователям наглядный результат анализа.
3. Выводы относительно преимуществ и недостатков исследованных архитектур нейронных сетей, а также рекомендации по их применению в клинической практике.

Данная работа имеет практическое значение, поскольку предложенная интеллектуальная система может значительно упростить и ускорить процесс диагностики пневмонии, снизить нагрузку на медицинский персонал и улучшить качество оказания медицинской помощи пациентам.

Ответ генеративного помощника YandexGPT

Введение

В современном мире диагностика заболеваний дыхательной системы остается одной из важнейших задач здравоохранения. Пневмония является одним из наиболее распространенных и опасных заболеваний легких, которое ежегодно диагностируется у миллионов человек по всему миру. Особую актуальность проблема приобрела в последние годы на фоне распространения различных респираторных инфекций.

Традиционно диагностика пневмонии осуществляется с помощью рентгенографии органов грудной клетки, где анализ снимков выполняется квалифицированными специалистами вручную. При этом нагрузка на рентгенологов существенно возрастает в периоды эпидемий, когда поток пациентов значительно увеличивается. Даже опытные специалисты способны

проанализировать ограниченное количество снимков в день, что может приводить к задержкам в диагностике и, как следствие, к ухудшению прогнозов лечения.

В связи с этим разработка автоматизированной системы для диагностики пневмонии является актуальной задачей, решение которой позволит:

- повысить пропускную способность диагностических отделений;
- снизить нагрузку на медицинских специалистов;
- обеспечить более быструю и объективную диагностику заболевания.

Современные достижения в области искусственного интеллекта и глубокого обучения открывают новые возможности для автоматизации медицинской диагностики. Сверточные нейронные сети продемонстрировали высокую эффективность в задачах обработки медицинских изображений, включая анализ рентгенограмм.

Целью данной работы является разработка интеллектуальной системы для автоматизации диагностирования пневмонии по рентгеновским снимкам, включающей:

- исследование и сравнительный анализ существующих архитектур нейронных сетей для распознавания пневмонии;
- разработку модифицированной архитектуры нейросети с улучшенными характеристиками;
- создание десктопного приложения для практического применения разработанной модели.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Провести анализ существующих подходов к диагностике пневмонии по рентгеновским снимкам
- 2) Исследовать и сравнить эффективность различных архитектур сверточных нейронных сетей
- 3) Разработать модифицированную архитектуру нейросети для распознавания пневмонии
- 4) Создать программное обеспечение для автоматизированной диагностики
- 5) Провести тестирование разработанной системы и оценить её эффективность

Практическая значимость работы заключается в создании готового решения для автоматизации диагностики пневмонии, которое может быть внедрено в медицинскую практику и использовано как вспомогательный инструмент для врачей-рентгенологов. Разработанное приложение позволит быстро и точно анализировать рентгеновские снимки, выделяя пораженные области и предоставляя вероятностную оценку наличия пневмонии.

Ответ генеративного помощника ChatGPT

Введение

Пневмония, как одно из серьезных заболеваний дыхательных путей, остается актуальной проблемой медицины на протяжении многих лет. Сложность диагностики пневмонии часто заключается в необходимости проведения рентгенографического исследования и тщательного

анализа полученных снимков. Человеческий фактор, возможные ошибки в интерпретации изображений и ограниченное количество медицинских специалистов могут привести к задержкам в диагностике и неправильному лечению. В современном мире, с растущим объемом данных и динамичным развитием технологий, автоматизация диагностики на основе рентгеновских снимков становится особенно актуальной.

С учетом вышеперечисленных факторов, автоматизация процесса диагностики пневмонии с использованием интеллектуальных систем и, в частности, нейронных сетей, представляет собой не только научный, но и практический интерес. Данная работа направлена на исследование и сравнительный анализ двух популярных архитектур нейросетей для распознавания пневмонии на рентгеновских снимках, с последующим предложением собственной улучшенной архитектуры.

В рамках работы будет разработано десктопное приложение на платформе Qt, в которое будет интегрирована наиболее эффективная нейросеть в соответствии с результатами проведенного исследования. Пользователи приложения смогут загружать рентгеновские снимки и получать визуализацию распознанной области, а также процент вероятности наличия пневмонии. Это приложение не только упростит процесс предварительной диагностики, но и поможет врачам быстрее принимать решения, основываясь на обоснованных рекомендациях системы.

Таким образом, основная цель данной дипломной работы заключается в разработке и сравнительном анализе нейронных сетей для автоматизированной диагностики пневмонии, что, в свою очередь, окажет значительное воздействие на телемедицину и практику диагностики заболеваний дыхательных путей в целом.

Вывод по части 2

В таблице 3 представлен результат сравнительного анализа помощников в задаче составления введения к ВКРМ.

Таблица 3. Выводы по анализу

	Плюсы	Минусы
DeepSeek	Большое и структурированное изложение. Расписаны разные аспекты - актуальность, цель, задачи, научная новизна, практическая значимость и методы.	За счет большого объема такое введение придется сокращать
Gigachat	Больше всех понравилось Идеальный объем и содержание Затронуты самые нужные части, нет излишней информации - раскрыта актуальность, цели и задачи Добавлен раздел "Ожидаемые результаты", что полезно для понимания значимости работы. Живой стиль изложения	Минусов нет
YandexGPT	Выдающихся плюсов нет	Довольно коротко Менее академичный стиль, много воды и мало сути.
ChatGPT	Выдающихся плюсов нет	Довольно коротко Слегка переформулировал то, что я написала в запросе

По ответам, полученным от генеративных помощников, можно сделать вывод, что GigaChat лучше всего справился с задачей и дал лучший вариант введения дипломной работы.

Часть 3. Достоинства и недостатки инструмента

Описать достоинства и недостатки применения данного инструмента для профессиональной деятельности.

Генеративные помощники активно внедряются в профессиональную деятельность, но их использование имеет как преимущества, так и риски.

Достоинства:

- Автоматизация рутинных задач: составление отчетов, писем, обработка данных
- Ускорение поиска информации и анализа текстов
- Помощь в написании кода, дизайне и т.д
- Анализ больших данных, выявление закономерностей
- Генерация идей, черновиков, шаблонов

Недостатки:

- Генерация ложных данных
- Деградация сотрудников, снижение критического мышления, привыкание к готовым решениям, что приводит к принятию решений на основе ошибочной, не проверенной информации
- Риск утечки данных при обработке запросов
- Плагиат, нарушение авторских прав (если ИИ использует чужие тексты/дизайны)

Часть 4. Формирование частей ВКРМ и списка литературы

Проверим несколько запросов и ответов по использованию генеративных помощников по использованию в конструкторской/технологической части ВКРМ, при формировании списка литературы.

Таким образом звучал запрос:

«Я делаю дипломную работу на тему "Интеллектуальная система для автоматизации диагностирования пневмонии по рентгеновским снимкам". В работе я буду разрабатывать, исследовать и сравнивать 2 популярные архитектуры нейросетей для распознавания пневмонии на рентгеновских снимках и предложу свою архитектуру, сделаю вывод какая лучше.

Также я буду разрабатывать десктопное приложение на Qt, в которое будет встроена лучшая нейросеть для распознавания пневмонии на рентген-снимках по результатам исследования. То есть в приложение можно будет загрузить снимок и получить итоговый снимок с выделенной областью, которую нейросеть распознала как пневмонию и процент вероятности того, что это пневмония.

Составь список литературы к моей дипломной работе»

Ответ генеративного помощника DeepSeek

Вот список литературы для вашей дипломной работы, который включает источники по нейросетям, обработке медицинских изображений, диагностике пневмонии и разработке приложений на Qt:

1. Нейронные сети и глубокое обучение

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. MIT Press, 2016.

2. Chollet, F. Deep Learning with Python. Manning, 2021.

3. LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G. Deep learning // Nature, 2015. – Vol. 521. – P. 436–444.

4. Russakovsky, O. et al. ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge // IJCV, 2015. – Vol. 115(3). – P. 211–252.

2. Архитектуры нейросетей для обработки изображений

5. Krizhevsky, A., Sutskever, I., Hinton, G. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks // NIPS, 2012.

6. Simonyan, K., Zisserman, A. Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition // ICLR, 2015.

7. He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J. Deep Residual Learning for Image Recognition // CVPR, 2016.
8. Huang, G. et al. Densely Connected Convolutional Networks // CVPR, 2017.
9. Ronneberger, O., Fischer, P., Brox, T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // MICCAI, 2015.
3. Применение нейросетей для диагностики пневмонии
10. Rajpurkar, P. et al. CheXNet: Radiologist-Level Pneumonia Detection on Chest X-Rays with Deep Learning // arXiv:1711.05225, 2017.
11. Wang, X. et al. ChestX-ray8: Hospital-Scale Chest X-Ray Database and Benchmarks on Weakly-Supervised Classification and Localization of Common Thorax Diseases // CVPR, 2017.
12. Kermany, D. et al. Identifying Medical Diagnoses and Treatable Diseases by Image-Based Deep Learning // Cell, 2018.
13. Stephen, O. et al. Deep Learning for Automated Detection of COVID-19 using Chest X-Ray Images // Nature Scientific Reports, 2020.
4. Обработка медицинских изображений
14. Gonzalez, R. C., Woods, R. E. Digital Image Processing. Pearson, 2018.
15. Sonka, M., Hlavac, V., Boyle, R. Image Processing, Analysis, and Machine Vision. Cengage Learning, 2014.
5. Разработка десктопного приложения на Qt
16. Blanchette, J., Summerfield, M. C++ GUI Programming with Qt 6. Packt Publishing, 2022.
17. The Qt Company. Qt Documentation [Электронный ресурс]. – URL: https://doc.qt.io/
18. Fitzpatrick, B. Hands-On Embedded Programming with Qt. Packt Publishing, 2019.
6. Внедрение нейросетей в приложения
19. Howard, J., Gugger, S. Deep Learning for Coders with Fastai and PyTorch. O'Reilly, 2020.
20. Pajankar, A., Joshi, A. Practical Python AI Projects. Apress, 2018.
21. Sandler, M. et al. MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks // CVPR, 2018.
7. Дополнительные источники (датасеты, библиотеки)
22. NIH Chest X-ray Dataset [Электронный ресурс]. – URL: https://www.nih.gov/news-events/news-releases/nih-clinical-center-provides-one-largest-publicly-available-chest-x-ray-datasets-scientific-community

23. Kaggle: Chest X-Ray Images (Pneumonia) [Электронный ресурс]. – URL: [\[https://www.kaggle.com/datasets/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia\]](https://www.kaggle.com/datasets/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia)(<https://www.kaggle.com/datasets/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia>)

24. PyTorch Documentation [Электронный ресурс]. – URL: [\[https://pytorch.org/docs/stable/index.html\]](https://pytorch.org/docs/stable/index.html)(<https://pytorch.org/docs/stable/index.html>)

25. TensorFlow Documentation [Электронный ресурс]. – URL: [\[https://www.tensorflow.org/api_docs\]](https://www.tensorflow.org/api_docs)(https://www.tensorflow.org/api_docs)

Этот список можно дополнить научными статьями с arXiv, IEEE Xplore и Springer, а также актуальными публикациями за последние 2–3 года. Удачи с дипломом!

Ответ генеративного помощника GigaChat

Для дипломной работы на такую важную тему, как автоматизация диагностики пневмонии с помощью нейронных сетей, важно собрать качественную литературу, чтобы охватить различные аспекты разработки и анализа интеллектуальных систем. Я составил список источников, который поможет тебе структурировать теоретические основы и практические рекомендации. Этот перечень включает как научные статьи, так и монографии и учебные пособия, касающиеся машинного обучения, глубокого обучения, обработки медицинских изображений и приложений на основе фреймворков Qt.

Основная литература

1. Монографии и учебники

- LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. — Deep Learning. MIT Press, 2016.

Это фундаментальное издание, посвященное глубокому обучению, охватывает широкий спектр методов и подходов, используемых в современных архитектурах нейронных сетей.

- Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. — Deep Learning. MIT Press, 2017.

Подробный учебник по глубокому обучению, где рассматриваются ключевые концепции, такие как сверточные сети, регуляризация и оптимизация.

- Russakovsky O., Deng J., Su H., et al. — ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge. International Journal of Computer Vision, 115(3), 211–252, 2015.

Статья описывает одну из крупнейших баз данных изображений и методы, применяемые для решения задач классификации.

2. Статьи по нейронным сетям и медицинскому анализу изображений

- Litjens G., Kooi T., Bejnordi B.E., et al. — A survey on deep learning in medical image analysis. Medical Image Analysis, 42, 60–88, 2017.

Обзорная статья, охватывающая современные подходы к применению глубоких нейронных сетей в медицинской визуализации.

- Wang X., Peng Y., Lu L., et al. — ChestX-ray8: Hospital-scale chest X-ray database and benchmarks on weakly-supervised classification and localization of common thorax diseases. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 3462–3471, 2017.

Описание крупной базы данных рентгеновских снимков грудной клетки и результатов экспериментов с использованием слабого контроля для локализации заболеваний легких.

- Chouhan V., Singh S.K., Khamparia A., et al. — A novel transfer learning based approach for pneumonia detection in chest X-ray images. Applied Sciences, 10(2), 559, 2020.

Работа посвящена использованию методов переноса обучения для повышения точности диагностики пневмонии на рентгеновских изображениях.

- Szegedy C., Vanhoucke V., Ioffe S., et al. — Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2818–2826, 2016.

Исследование инцепционной архитектуры, широко используемой в задачах компьютерного зрения.

3. Работы по конкретным архитектурам нейронных сетей

- Simonyan K., Zisserman A. — Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. arXiv preprint arXiv:1409.1556, 2014.

Представление одной из первых архитектур глубоких свёрточных нейронных сетей — VGGNet, часто использующейся в задачах классификации изображений.

- He K., Zhang X., Ren S., et al. — Deep Residual Learning for Image Recognition. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 770–778, 2016.

Классическая работа, представляющая архитектуру ResNet, ставшую основой для многих последующих разработок в области глубокого обучения.

- Howard A.G., Zhu M., Chen B., et al. — MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications. arXiv preprint arXiv:1704.04861, 2017.

Предложение мобильных архитектур нейронных сетей, которые могут эффективно применяться на устройствах с ограниченными ресурсами.

4. Практическое руководство по разработке программного обеспечения на Qt

- Blanc T. — Mastering Qt 5. Packt Publishing, 2016.

Практический учебник по разработке настольных приложений с использованием библиотеки Qt.

- Summerfield M. — Advanced Qt Programming: Creating Great Software with C++ and Qt 5. Apress, 2016.

Книга, ориентированная на продвинутых разработчиков, содержит советы по созданию сложных графических интерфейсов и интеграции различных библиотек в приложения на Qt.

Дополнительная литература

5. Обработка медицинских изображений

- Amini A.A., Prince J.L., Willsky A.S. — Measurement of Cardiac Deformation from MRI: Physical and Mathematical Models. Kluwer Academic Publishers, 2001.

Учебник по методам анализа и обработки медицинских изображений, включая МРТ и КТ.

- Fang W., Sun Q., Zhong F., et al. — Hybrid Neural Network Model for Early Diagnosis of Lung Cancer Based on CT Images. Frontiers in Oncology, 11, 637789, 2021.

Примеры гибридных моделей для раннего выявления рака лёгких на основе компьютерных томограмм.

6. Нейронные сети и медицинская диагностика

- Rajpurkar P., Irvin J., Ball R.L., et al. — Chexnet: Radiologist-level pneumonia detection on chest x-rays with deep learning. arXiv preprint arXiv:1711.05225, 2017.

Работа, предлагающая применение глубокой нейронной сети для автоматического обнаружения пневмонии на рентгеновских снимках грудной клетки.

- Kermany D.S., Goldbaum M., Cai W., et al. — Identifying Medical Diagnoses and Treatable Diseases by Image-Based Deep Learning. Cell, 172(5), 1122–1131.e9, 2018.

Изучение возможностей глубокого обучения для идентификации медицинских диагнозов на основе изображений.

Этот список охватывает различные направления твоей работы: от основ глубокого обучения до конкретных применений в медицине и разработки программных решений. Ты можешь использовать эти источники для углубленного изучения алгоритмов, выбора архитектуры нейронной сети и построения прототипа приложения на Qt.

Ответ генеративного помощника YandexGPT

Список литературы:

1. Раскопина А.С., Боженко В.В., Татарникова Т.М. Использование глубокого обучения при диагностировании пневмонии по рентгеновским снимкам // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2024. Т. 67, № 4. С. 315-320.

2. Васильченко В.А., Бурковский В.Л., Данилов А.Д. Алгоритмизация процесса распознавания состояний физиологических объектов на основе специальных рентгеновских изображений // Компьютерная оптика. 2019. Т. 43, № 2. С. 296-303.

3. Комков А.А., Мазаев В.П., Рязанова С.В., Самочатов Д.Н., Базаева Е.В. Основные направления развития искусственного интеллекта в медицине // Научное обозрение. Медицинские науки. 2020. № 5. С. 33-40.

4. Le Cun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning // Nature. 2015. Vol. 521, N 7553. P. 436-444.

5. Akcay S., Kundegorski M.E., Willcocks C.G., Breckon T.P. Using Deep Convolutional Neural Network Architectures for Object Classification and Detection within X-Ray Baggage Security Imagery // IEEE Transactions on Information Forensics and Security. 2018. Vol. 13, N 9. P. 2203-2215.

6. Razzak M.I., Imran M., Xu G. Big data analytics for preventive medicine // Neural Computing & Applications. 2020. Vol. 32. P. 4417-4451.

7. Jaapar R.M.Q.R., Mansor M.A. Convolutional Neural Network Model in Machine Learning Methods and Computer Vision for Image Recognition: A Review // Journal of Applied Sciences Research. 2018. Vol. 14, N 6. P. 23-27.

8. Zhang Zh.P. Application of deep learning in medical image analysis // 2023 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking. 2023.

9. Qt Company. Qt Documentation [Электронный ресурс]. URL: (дата обращения: 26.03.2025).

10. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning // MIT Press. 2016.

11. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning // Springer. 2006.

12. Murphy K.P. Machine Learning: A Probabilistic Perspective // MIT Press. 2012.

13. Максимов А.В. Нейронные сети: основные модели // Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013.

14. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс // 2-е изд. М.: Вильямс, 2006.

15. Сысоев В.В. Программирование на C++ в среде Qt Creator // Учебное пособие. М.: Лань, 2020.

Данный список литературы охватывает основные аспекты вашей дипломной работы:

- исследования в области диагностики пневмонии с помощью ИИ
- теоретические основы глубокого обучения
- работы по обработке медицинских изображений
- документацию по используемым технологиям (Qt, нейронные сети)
- фундаментальные труды по машинному обучению
- практические руководства по программированию

Список структурирован от наиболее релевантных к более общим источникам и включает как русскоязычные, так и иностранные публикации.

Ответ генеративного помощника ChatGPT

Вот примерный список литературы, который может быть полезен для вашей дипломной работы на тему "Интеллектуальная система для автоматизации диагностирования пневмонии по рентгеновским снимкам":

1. Книги и учебные пособия:

- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. Deep Learning. MIT Press, 2016.
- Francois Chollet. Deep Learning with Python. Manning Publications, 2018.
- Michael Nielsen. Neural Networks and Deep Learning. Determination Press, 2015.

2. Научные статьи и журналы:

- Rajpurkar, P., et al. "Chest X-ray14: Dataset and model report." arXiv preprint arXiv:1705.02315 (2017).
- Wang, X., et al. "ChestX-ray8: Hospital-scale chest X-ray dataset and the arXiv:1710.10678." IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2017.
- A. L. T. M. I. K. A. J. "Deep learning in medical imaging: Overview and future directions." Nature Reviews: Physics (2022).

3. Конференции:

- Litjens, G., et al. "A survey on deep learning in medical image analysis." Medical Image Analysis 42 (2017): 60-88.
- Tajbakhsh, N., et al. "Convolutional Neural Networks for Medical Image Analysis: Full Training or Fine Tuning?" IEEE Transactions on Medical Imaging 35, no. 5 (2016): 1299-1312.

4. Специфические статьи по пневмонии и применению нейросетей:

- Choudhury, S., et al. "Pneumonia Detection in Chest X-Rays using Deep Learning: A Review." International Journal of Medical Research & Health Sciences 8, no. 3 (2019): 112-120.
- Yang, H., et al. "Deep learning for detecting pneumonia from chest X-rays." Nature Biomedical Engineering 3, no. 6 (2020): 1011-1020.

5. Ресурсы по применению Qt для разработки приложений:

- Johan Thelin. Qt 5 C++ GUI Programming Cookbook. Packt Publishing, 2018.
- B. D. S. A. H. "Qt 5.12 for Python: Create stunning cross-platform applications using the popular Qt framework." Packt Publishing (2019).

6. Ресурсы для работы с нейросетями:

- TensorFlow Documentation. [TensorFlow.org](https://www.tensorflow.org/)
- PyTorch Documentation. [Pytorch.org](https://pytorch.org/)

- Keras Documentation. [Keras.io](https://keras.io/)

7. Онлайн-ресурсы, курсы и руководства:

- Coursera. Deep Learning Specialization от Andrew Ng.

- Fast.ai. Practical Deep Learning for Coders.

Этот список является лишь примером, и вы можете дополнить или изменить его в зависимости от специфики вашего исследования и интересов. Не забудьте корректно оформить ссылки в соответствии с требованиями вашего учебного заведения.

Вывод по части 4

В таблице 4 представлены результаты сравнительного анализа помощников в составлении списка литературы.

Таблица 4. Выводы по анализу

	Плюсы	Минусы
DeepSeek	Ответ полный и структурирован по разделам. Включены ключевые работы: CheXNet, ResNet, U-Net, ChestX-ray8. Актуальные книги по Qt (2022) и PyTorch (2020). Есть ссылки на датасеты и документацию библиотек.	Нет русскоязычных источников.
Gigachat	Хороший баланс между теорией и медицинскими приложениями.	Упоминание MobileNet для мобильных решений, хотя было уточнено, что разрабатывается именно десктопное приложение Меньше акцента на Qt (только 2 книги). Нет ссылок на датасеты.
YandexGPT	Включены русскоязычные работы.	Устаревшие источники 2006 года. Мало медицинских статей.
ChatGPT	Есть обзорные статьи по пневмонии.	Упоминание курсов (Coursera, Fast.ai) для практики, что не нужно в списках литературы. Слишком общий (нет специфики по сегментации изображений). Не хватает ключевых архитектур

Лучший вариант – список от DeepSeek, потому что он максимально полный, охватывает все аспекты работы, содержит ключевые исследования по теме, включены практические ресурсы (датасеты, документация PyTorch/Qt), источники актуальны 2015–2024 гг.

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены и протестированы генеративные помощники DeepSeek, GigaChat, YandexGPT и ChatGPT на вопросах по теме ВКРМ.