УДК 004.932

Таванцев Александр Вадимович, магистрант
Амурский государственный университет
Tavantsev Aleksandr Vadimovich, Master's student
Amur State University

Научный руководитель:
Бушманов Александр Вениаминович
канд. техн. наук, доцент
Амурский государственный университет
Bushmanov Aleksandr Veniaminovich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Amur State University

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КТ-СНИМКОВ ЛЁГКИХ: ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ВРАЧА
INTELLIGENT ANALYSIS OF LUNG CT SCANS: PRACTICAL IMPLEMENTATION OF A PHYSICIAN SUPPORT SYSTEM

Аннотация. Рассматривается задача автоматизации анализа больших массивов КТ-изображений. Представлен программный комплекс, выполняющий роль системы поддержки принятия врачебных решений (СППР). Система автоматизирует сегментацию лёгочных полей, выявление очаговых образований и оценку их злокачественности. Использование открытых архитектур U-Net и ResNet позволяет адаптировать комплекс под нужды конкретного учреждения. Апробация на наборе LIDC-IDRI показала точность Dice 0.82 и AUC-ROC 0.91. Система не заменяет специалиста, а служит «вторым мнением», повышая объективность и скорость диагностики.

Abstract. The problem of automating the analysis of large CT image datasets is considered. A software complex acting as a Clinical Decision Support System (CDSS) is presented. It automates lung field segmentation, detection of focal lesions, and malignancy assessment. Open U-Net and ResNet architectures allow the complex to be adapted to a specific institution. Testing on LIDC-IDRI showed Dice 0.82 and AUC-ROC 0.91. The system does not replace a specialist but serves as a second opinion, improving objectivity and speed of diagnostics.

Ключевые слова: Компьютерная томография, система поддержки принятия решений, сегментация патологий, нейронные сети, диагностика лёгких

Keywords: Computed tomography, clinical decision support system, pathology segmentation, neural networks, lung diagnostics

Раннее выявление онкологических заболеваний лёгких напрямую влияет на выживаемость пациентов. Однако диагностика сопряжена с объективными сложностями: одно КТ-исследование включает сотни срезов, и ручной анализ каждого требует высокой концентрации. В условиях дефицита времени и кадров возрастает риск ошибок, а визуальная оценка неизбежно несёт субъективный фактор [1].

Коммерческие решения часто закрыты и дороги, а открытые научные прототипы не адаптированы к отечественным медицинским информационным системам [2]. Предлагаемый программный комплекс решает эти проблемы за счёт модульной архитектуры. Система спроектирована как СППР: итоговое заключение остаётся за врачом, а алгоритм берёт на себя рутинные измерения и первичный поиск аномалий. Схема взаимодействия контуров представлена на рисунке 1.

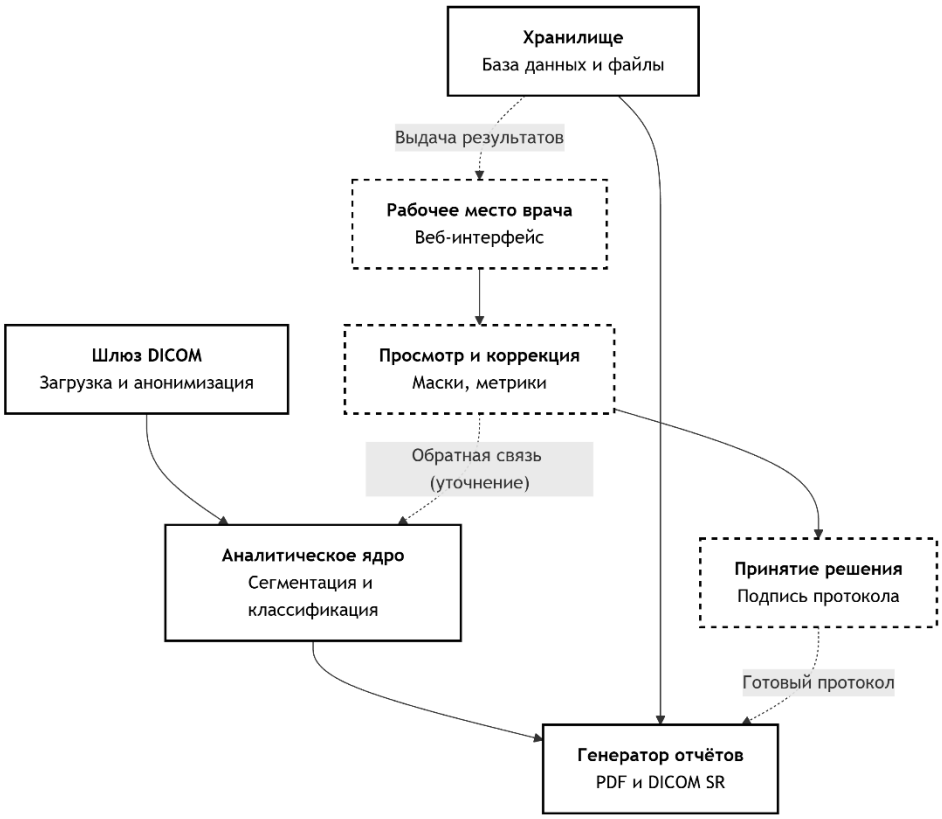

Рис. 1. Взаимодействие технического и клинического контуров системы

Комплекс построен на взаимодействии двух контуров. Технический контур отвечает за загрузку DICOM-файлов, их анонимизацию, приведение срезов к единому разрешению и нормализацию в шкале Хаунсфилда. Далее аналитическое ядро выполняет нейросетевую обработку: U-Net выделяет лёгочные поля, а модуль детекции находит узлы и передаёт их в ResNet для оценки злокачественности. Разделение задач позволяет обновлять модели независимо друг от друга.

Клинический контур – это рабочее место врача. В веб-интерфейсе специалист видит исходный срез, цветовую маску патологии и черновик протокола с метриками. Маску можно отредактировать вручную, что даёт врачу полный контроль [3]. После подписи протокол передаётся в технический контур, где генератор отчётов формирует PDF и DICOM SR для загрузки в PACS.

Оценка качества проводилась на наборе LIDC-IDRI (1018 исследований с экспертной разметкой). Результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты апробации на наборе LIDC-IDRI

Клиническая задача	**Модуль**	**Метрика**	**Значение**
Сегментация лёгких	U-Net + ResNet-34	Dice	0.96
Поиск узлов	U-Net	Dice	0.82
Оценка злокачественности	ResNet-50	AUC-ROC	0.91
Поиск узлов < 3 мм	Каскад моделей	Чувствительность	0.79

Как видно из таблицы 1, наибольшую ценность представляет способность комплекса выявлять мелкие узлы (чувствительность 0.79 при размере менее 3 мм), которые часто пропускаются при ручном просмотре. В ряде тестовых случаев система отметила

новообразования, не описанные первичным специалистом, что подтверждает её роль как «второго мнения» [4].

Отдельного внимания заслуживает механизм передачи результатов в клиническую информационную среду. Использование формата DICOM SR вместо статичных снимков или PDF позволяет встраивать количественные метрики (объём, плотность, координаты узлов) непосредственно в электронную медицинскую карту и PACS. Это устраняет необходимость ручного переноса данных и снижает риск ошибок, связанных с человеческим фактором. Как отмечается в современных исследованиях по интеграции ИИ в радиологию, структурированный формат вывода является ключевым условием того, чтобы результаты работы алгоритма действительно использовались в клиническом процессе, а не оставались изолированным «вторым экраном» [6]. Предложенный комплекс изначально проектировался с учётом этого требования, что отличает его от прототипов, ориентированных исключительно на визуализацию.

Практическая значимость работы заключается в возможности интеграции системы в региональные центры лучевой диагностики. Комплекс может использоваться как фильтр: снимки с высоким риском патологии или сомнительные случаи будут автоматически выделяться для более внимательного изучения старшим специалистом. Кроме того, автоматическая генерация черновика протокола снижает время на оформление документации, высвобождая ресурс врача для работы со сложными клиническими случаями [5].

Дальнейшее развитие проекта связано с расширением базы локальных клинических данных, добавлением функции сравнения исследований в динамике (для отслеживания роста узлов) и полноценной интеграцией с PACS-серверами через стандарт DICOM SR. Эти шаги позволят перейти от прототипа к системе, пригодной для повседневной эксплуатации.

Список литературы:

1. Аверьянов, А.В. Редкие заболевания легких: диагностика и лечение [Электронный ресурс] / А.В. Аверьянов, В.Н. Лесняк, Е.А. Коган. – Москва: Медицинское информационное агентство, 2016. – 256 с. – ISBN 978-5-9986-0275-7. – Режим доступа: https://medlib.ru/avtori/3726 (дата обращения: 20.02.2026).

2. Власов, П.В. Лучевая диагностика заболеваний органов грудной полости [Электронный ресурс] / П.В. Власов. – 2-е изд., доп. – Москва: Видар, 2023. – 520 с. – Режим доступа: https://www.books-up.ru/ru/book/luchevaya-diagnostika-zabolevanij-organov-grudnoj-polosti-5076340/ (дата обращения: 20.02.2026).

3. Ганцев, Ш.Х. Рак легкого [Электронный ресурс]: руководство для врачей / Ш.Х. Ганцев, А.А. Хмелевский. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 160 с. – ISBN 978-5-9704-5642-2. – Режим доступа: https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970456422.html (дата обращения: 24.02.2026).

4. Морозов, С.П. Применение искусственного интеллекта в лучевой диагностике: современное состояние и перспективы / С.П. Морозов, А.В. Владимирский, А.А. Шапиев // Медицинская визуализация. – 2022. – Т. 26, № 1. – С. 9–18.

5. Документация FastAPI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fastapi.tiangolo.com/ (дата обращения: 20.02.2026).

6. Hussein, R. DICOM structured reporting: Part 2. Problems and challenges in implementation for PACS workstations / R. Hussein, U. Engelmann, A. Schroeter, H. Meinzer // RadioGraphics. – 2004. – Vol. 24, No. 3. – P. 897–909.

7. Radiology Today. Imaging Informatics: Channeling AI [Электронный ресурс] // Radiology Today. – 2025. – Режим доступа: http://www.radiologytoday.net/imaging-informatics-channeling-ai/ (дата обращения: 20.02.2026).