

Отзыв

члена диссертационного совета на диссертацию Мелдо Анны Александровны на тему «Разработка и внедрение системы искусственного интеллекта в лучевой диагностике очаговых образований в легких», представленную на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 3.1.25. Лучевая диагностика

Актуальность темы

Научная разработка вопросов применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в лучевой диагностике является крайне востребованной в медицинской науке как на национальном, так и на международном уровнях. Диссертация А.А. Мелдо это одно из первых завершённых исследований в принципиально новом направлении развития лучевой диагностики – изучении применимости и качества систем ИИ. Значимость таких технологий для всех отраслей индустрии и экономики, а также социального сектора обусловила принятие на государственном Национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года (утверждена указом Президента РФ от 10.10.2019 № 490). К технологиям ИИ приковано внимание многочисленных разработчиков, математиков, физиков; в частности, разрабатываются многочисленные решения для сферы здравоохранения. При анализе литературных данных четко выявляется тенденция превалирования «технологических» аспектов над «медицинскими». На этом фоне исследование Мелдо Анны Александровны, несомненно, отличается высокой актуальностью, так как посвящено улучшению лучевой диагностики очаговых образований в легких путем создания новой интеллектуальной автоматизированной системы диагностики с концепцией построения сетевой платформы.

Научная новизна и практическая значимость исследований

Автор диссертации разработала методологию создания баз данных для обучения интеллектуальной автоматизированной системы диагностики (ИАСД), в том числе концепцию автоматизированной разметки, предложила архитектуру ИАСД, основанную на принципах радиомики и концепции использования сиамских нейронных сетей (СНС); сформулировала техническое задание на разработку программного обеспечения, реализующего ИАСД.

Несомненно, методически верным с позиции диссертанта, является мультицентровый подход к формированию и применению наборов данных: на этапах обучения и тестирования ИИ используются разные наборы. Это позволяет оценить не только точность алгоритмов, но и воспроизводимость их работы.

Автор впервые на основе анализа существующих ИАСД разработала новую модель интеллектуальной системы диагностики очаговых образований в легких, в частности периферического рака легкого, которая отличается использованием совокупности методов неинтеллектуальной обработки изображений и применения возможностей искусственного интеллекта.

Отмечено, что применение соискательницей подходов, учитывающих «логику врача» при создании интеллектуальной автоматизированной системы диагностики очаговых образований в легких, несомненно положительно способствует улучшению свойств системы искусственного интеллекта в интеграции с медицинскими стандартами.

Автор разработала и представила концепцию стратегии оптимизации лучевой диагностики за счет внедрения элементов ИИ.

На основе полученных данных реализованы программные прикладные продукты, осуществлено практическое внедрение отдельных компонентов ИИ в производственный процесс отделений лучевой диагностики.

В целом полученные результаты отличаются новизной, имеют высокую практическую значимость.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов
Обоснованность и достоверность полученных результатов обусловлена объемом

используемого материала (более 2000 наблюдений КТ грудной клетки), тестированием результатов на трех уровнях с применением 22 циклов настраиваемых параметров ИАСД. Используются современные методы статистической обработки. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на многочисленных конференциях и научных семинарах. Имеется достаточное количество научных публикаций и свидетельств о государственной регистрации результатов интеллектуальной деятельности. Основные результаты диссертации опубликованы в 38 научных работах, в том числе в 11 научных статьях в рецензируемых журналах, включенных ВАК в перечень ведущих периодических изданий, в 12 индексируемых SCOPUS; также получены 5 свидетельств о государственной регистрации результатов интеллектуальной деятельности. Результаты диссертации прошли достаточную апробацию на научных конференциях.

Краткая характеристика основного содержания диссертации

Диссертация А.А. Мелдо состоит из введения, семи глав, заключения, выводов, перспектив дальнейших исследований, списка литературы и приложения.

Во **введении** обоснована актуальность диссертационного исследования; сформулированы цель и задачи работы; представлен предлагаемый автором подход к решению поставленных задач; охарактеризована степень новизны полученных результатов и их практическая значимость.

Глава 1 представляет собой классический обзор литературных источников с выявлением нерешенных проблем и формулировкой соответствующих задач диссертационного исследования. Обзор включает значительный объем материала общетеоретического характера как с позиции медицинских, так и технологических аспектов, и позволяет читателю хорошо представить проблематику ИИ применительно к лучевой диагностике очаговой патологии легких. Умение анализировать и обобщать данные многочисленных литературных источников, излагать большой фактический материал в сжатой форме является показателем научной зрелости диссертанта.

Глава 2 представляет собой общую характеристику материала и методов исследования. Включает подробную информацию о подготовке наборов данных для обучения и тестирования технологий ИИ, математических аспектах разработки и функционирования алгоритмов на основе нейронных сетей, включая их характеристики и особенности.

Для цифрового представления обнаруженных новообразований используется радиомический подход, основанный на оригинальной идее «метода хорд» (имеется патент 2018 года с участием автора диссертации). Благодаря предложенной модели удается анализ сложной формы новообразований привести к анализу одномерных гистограмм, характеризующих распределение длин хорд, соединяющих произвольные точки на поверхности сегментированного новообразования. Также анализируется динамика и распределение КТ-плотности изображения вдоль длины хорд. Идея оригинальная, с точки зрения анализа изображений представляется очень интересной. Авторский метод хорд детально описан в данной главе.

В главе 3 описывается методологию формирования баз данных для обучения и тестирования интеллектуальных автоматизированных систем диагностики. Автором сформулированы принципы сбора медицинских данных и создания наборов данных. Представленные результаты корректны, значимы как с научной, так и с практической точек зрения.

В главе 4 приведены и проанализированы результаты тестирования интеллектуальных автоматизированных систем диагностики, в том числе по признаку «наличие образования в легком», а также - в сравнении с анализом компьютерных томограмм независимыми врачами-рентгенологами. Автор утверждает, что автоматизированный анализ очаговых образований в легких демонстрирует высокую обнаруживающую способность, впрочем, недостаточную для дифференциальной диагностики и автономного использования системы. Показатели информативности в

диагностике очагов в легких возрастают при взаимодействии «врач + ИАСД», также они зависят от настроек системы и от количества примеров в обучающей выборке. Автором отмечено наличие закономерности в показателях информативности врачей-рентгенологов с различным опытом работы по специальности, показано, что точность диагностики в группе случаев с нетипичными паттернами достоверно не различается. Сделаны предложения по особенностям создания нейронных сетей, которые потенциально позволят проводить дифференциальную диагностику очаговых образований в легких с высокой степенью достоверности.

В главе 5 автором представлена сетевую платформу для внедрения интеллектуальных автоматизированных систем диагностики в практику медицинского учреждения. Представлено техническое описание общей архитектуры сетевой платформы, ее практическая реализация в конкретной медицинской организации, а также включен подраздел про обеспечение безопасности персональных данных, что позволяет избежать нежелательных ситуаций относительно представления персональных данных.

В главе 6 представлены доказательства положений о том, что ИАСД в структуре отделения лучевой диагностики является инновацией. Проведен хронометраж работы врачей-рентгенологов. Выполнена оценка эффективности использования ИАСД в соответствии с критериями качества медицинской помощи. Разработана процессная модель диагностической услуги, включающая применение ИИ. Обоснованы основные принципы модернизации работы отделения лучевой диагностики на основе ТИИ. Отдельный интерес представляет социологический опрос пациентов, подтверждающий средний уровень готовности пациентов к применению ИИ. Предложена концептуальная стратегия инновационного внедрения ИАСД на уровне отделений лучевой диагностики. При этом автор подчеркивает, что мера ответственности за диагностику сохраняется за врачом, что не противоречит нормативно-правовой базе.

Глава 7 посвящена перспективным направлениям развития интеллектуальных автоматизированных систем диагностики. В частности, предложен оригинальный подход к реализации т.н. «объяснительного интеллекта» - это является актуальным аспектом научных исследований ИИ. Для практической реализации подхода разработан специальный алгоритм, направленный на формирование как объяснений, так и структурированных описаний результатов лучевых исследований. В отдельном подразделе представлены теоретические результаты в сфере применения ИАСД для прогнозирования течения заболеваний.

В разделе **заключение**, в сжатом виде автор приводит краткую характеристику полученных результатов, сравнивая их с мировыми данными, и представляет алгоритм организационно-инновационных изменений ОЛД.

Диссертации хорошо иллюстрирована рисунками и таблицами, что облегчает восприятие материала.

Диссертация заканчивается выводами и перспективами дальнейшей разработки темы. Выводы достаточно полно отражают задачи диссертационной работы и соответствуют основным положениям проведенного исследования.

Принципиальных замечаний по рецензируемой диссертации нет.

В целом диссертация А.А. Мелдо является законченным исследованием, решающим актуальную проблему лучевой диагностики по разработке и внедрению технологий автоматизированного анализа медицинских изображений применительно к компьютерной томографии органов грудной клетки. Опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации, полученные результаты.

Уровень решаемой проблемы соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора медицинских наук.

Содержание диссертации соответствует специальности 3.1.25. Лучевая диагностика.

Работа заслуживает положительной оценки, однако, при ознакомлении с материалами диссертации вопросы дискуссионного характера:

1. Считаете ли вы, что динамическое наблюдение в течение 6 месяцев является достаточным для исключения или подтверждения рака легкого?
2. В чем еще заключается «логика врача» кроме оценки рентгенологических признаков очагов?

Заключение

Диссертация Мелдо Анны Александровны на тему: «Разработка и внедрение системы искусственного интеллекта в лучевой диагностике очаговых образований в легких» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Мелдо Анна Александровна заслуживает присуждения ученой степени доктора медицинских наук по научной специальности 3.1.25. Лучевая диагностика. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета
д.м.н., профессор, заведующая отделением
лучевой диагностики ФГБНУ «Томский НИМЦ РАН»
НИИ онкологии

Фролова И.Г.

Подпись д.м.н., профессора Фроловой Ирины Георгиевны удостоверяю:

Ученый секретарь Ученого совета
ФГБНУ «Томский национальный исследовательский
медицинский центр РАН»,
кандидат биологических наук



Хитринская И.Ю.

18.04.2022г