

ОТЗЫВ

официального оппонента, профессора кафедры биомедицинской инженерии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет», доктора медицинских наук, профессора Агаркова Николая Михайловича по диссертации Арзамасова Кирилла Михайловича на тему «Технологии искусственного интеллекта при массовых профилактических и диагностических лучевых исследованиях», представленной на соискание учёной степени доктора медицинских наук по специальностям:

3.3.9. Медицинская информатика, 3.2.3. Общественное здоровье, организация и социология здравоохранения, медико-социальная экспертиза

Актуальность выполненного исследования

В настоящее время тема использования искусственного интеллекта (ИИ) в лучевой диагностике при проведении массовых профилактических обследований приобретает особенную значимость. За последнее десятилетие было опубликовано множество научных работ, сосредоточенных на решении конкретных проблем, таких как, например, идентификация патологических изменений на цифровых рентгенологических изображениях. Однако, вопрос о том, как практически и широко применять эти достижения в клинической практике, до сих пор остается открытым. Для этого необходимо не только разработать алгоритмы ИИ для диагностики, но и создать комплексную систему мониторинга качества работы этих алгоритмов. Проведенное диссертантом исследование сосредоточено на решении ключевой задачи – интеграции технологий ИИ в лучевую диагностику и разработке методов контроля эффективности таких систем. Особое внимание уделяется рентгенографическим, флюорографическим и маммографическим исследованиям, поскольку они являются основными методами массовой



профилактики и охватывают большую часть населения страны. Таким образом, исследование направлено на улучшение диагностики и профилактики социально значимых заболеваний, что крайне важно в условиях нехватки медицинских кадров и возрастающего спроса на медицинские услуги.

Новизна исследования и полученных результатов, их достоверность

В результате проведенного исследования, диссертантом были разработаны новые алгоритмы, программные средства, математические модели, основанные на дискриминантном и регрессионном анализе, расширяющие возможности применения цифровых технологий в управлении массовыми профилактическими обследованиями, направленными на выявление социально значимой патологии – злокачественных новообразований легких и молочной железы. Эти данные положены в основу разработки моделей внедрения ИИ в лучевую диагностику для интерпретации рентгенографических и флюорографических исследований органов грудной клетки и маммографических исследований.

Научно обоснованы и предложены алгоритмы автоматизации описания результатов профилактических лучевых исследований позволяет снизить количество пропущенных патологий для маммографии на 3%, а также сократить нагрузку на врачей-рентгенологов при интерпретации изображений рентгенографий и флюорографий, уменьшая её до 77%.

Для контроля качества ИИ автором впервые предложена многоступенчатая система, отличающаяся различными видами тестирования и мониторинга, а также разработаны программные средства и базы данных для её обеспечения. Значимым вкладом в научную новизну исследования является разработка методики оценки зрелости технологий

на основе ИИ, которая успешно применяется на практике, позволяя пользователям выбирать наиболее качественные решения.

Научная новизна исследования также заключается в том, что впервые была доказана достижимость высокой диагностической точности алгоритмов ИИ, достигающей точности врачей-рентгенологов, а для отдельных программных решений – превосходящая чувствительность врача-рентгенолога. Алгоритмы ИИ достигли значения площади под характеристической кривой 0,96 для маммографии, 0,95 - для флюорографии и 0,91 для рентгенографии. Выводы о результативности предложенных методик подкрепляются количественными показателями в динамике: демонстрируется значительный рост диагностической точности для маммографии (на 25 %), флюорографии (на 41 %) и рентгенографии (на 19 %).

Кроме того, в ходе исследования была впервые разработана масштабируемая модель бесшовного внедрения технологий ИИ в производственные процессы организации и проведения диагностических исследований.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения и выводы работы подкреплены тщательным теоретическим и практическим исследованием. Потенциал применения ИИ в лучевой диагностике автор оценивает комплексно, принимая во внимание все основные аспекты. Исследователь подкрепляет свои выводы данными о внедрении решений на основе ИИ в 153 медицинских учреждениях Москвы и других регионов России, количество случаев наблюдения составляет 6 млн. Методологически работа опирается на применение современных подходов к оценке диагностической точности: в работе широко используется ROC-анализ, выбор оптимального порога срабатывания ИИ-

сервисов (так называемая тонкая настройка). При оценке врачебной точности используется хорошо зарекомендовавший подход «мультиридер», при котором одно исследование просматривается несколькими врачами, представляя консенсусное мнение. Подход, заключающийся в подготовке валидированных (гистологией или компьютерной томографией) наборов данных, и последующая оценка результатов работы ИИ и ответов от врачей-рентгенологов обеспечивает достоверность полученных данных.

Обоснованность выводов, сформированных в диссертации, базируются на анализе данных большого количества медицинских организаций города Москвы и большом количестве включенных в работу случаев наблюдения. Для анализа проблем управления массовыми профилактическими лучевыми исследованиями были детально проанализированы данные по загрузке лучевого оборудования с 2020 по 2022 год из единой базы (ЕРИС), что позволяет относиться к полученным данным с большим доверием.

Обоснованность рекомендаций базируется на внедрении в 153 медицинские организации и масштабировании опыта на другой регион.

Значимость для науки и практики результатов диссертации, возможные конкретные пути их использования

Теоретическая значимость работы заключается в разработке телемедицинского подхода к анализу медицинских данных, при котором в качестве дистанционного оценщика выступает программное обеспечение на основе ИИ.

Практическая значимость диссертации заключается в повышении результативности работы врача-рентгенолога, за счет применения программных средств для обработки цифровых медицинских изображений.

Предложенный алгоритм двойного чтения маммографических снимков, при котором используется предложенные автором критерии

определения порогового значения, позволяющего исключить ложноотрицательные результаты и повысить диагностическую чувствительность маммографии и флюорографии.

Оценка содержания диссертации

Диссертация структурирована в соответствии с классическим подходом, включающим введение, обзор научной литературы, описание используемых материалов и методов исследования, три главы с результатами собственных оригинальных исследований, выводы, рекомендации по практическому применению результатов исследования, а также библиографический список, состоящий из 300 источников, и три приложения. В работе представлены 28 таблиц и 76 рисунков для наглядного представления информации.

Анализ диссертации по главам

Первая глава. Обоснована актуальность научной проблемы, проведен анализ современной литературы по теме исследования. В этой главе описывается эволюция лучевой диагностики для массовых профилактических исследований, начиная с первых рентгеновских снимков и заканчивая современными цифровыми системами для хранения и обработки данных. Проанализированы текущие уровни информатизации и цифровизации в области лучевой диагностики, а также детально рассмотрены возможности использования ИИ для анализа цифровых рентгенологических исследований.

Вторая глава. Описаны материалы и методы исследования, включая общий ход и этапы исследования, информационную инфраструктуру, базу исследования и методическое обеспечение комплексной системы контроля качества программного обеспечения на основе технологий ИИ. Отдельное внимание автор уделяет описанию самого программного обеспечения на основе ИИ, а также сопоставлению его показателей диагностической

точности с показателями врача-рентгенолога.

Третья глава. Представлено обоснование целесообразности и применимости автоматизации производственных процессов массовых профилактических исследований, осуществляемых с применением методов лучевой диагностики. Обращает на себя внимание прикладной характер работы: представлено описание разработки, внедрения и оценки результативности организационной технологии автоматизации рабочего процесса врача-рентгенолога при проведении профилактических исследований.

Четвертая глава. Описана система контроля качества программного обеспечения на основе технологий ИИ для профилактических исследований. Представлены результаты внедрения данной системы.

Пятая глава. Разработаны модели организации и проведения массовых профилактических исследований с применением технологий ИИ. Представлены результаты оценки эффективности применения данных моделей.

По теме диссертации опубликована 31 печатная работа, в т.ч. 22 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, получено 5 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ и 40 свидетельств о регистрации баз данных, опубликованы 1 монография, 5 методических рекомендаций и 1 учебное пособие.

Данные диссертации используются в практической работе крупнейшей городской сети государственных медицинских организаций, подведомственных Департаменту Здравоохранения города Москвы, а также в отдельных медицинских организациях в других субъектах. Разработанные методики и подходы к внедрению ИИ используются в учебном процессе на кафедрах ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)», ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» и ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Вопросы и замечания

1. Как в дальнейшем можно будет еще усовершенствовать предложенные модели организации и проведения массовых профилактических исследований с применением технологий искусственного интеллекта?

2. Необходимо ли создать в каждом субъекте Российской Федерации свой единый радиологический информационный сервис, аналогичный ЕРИС ЕМИАС, для успешного применения предлагаемых моделей организации массовых профилактических исследований?

Соответствие содержания автореферата основным положениям и выводам диссертации

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям и выводам диссертации, четко излагая ключевые результаты и практические рекомендации работы. Автореферат является адекватным отражением проведенного исследования и его научной новизны.

Заключение о соответствии диссертации критериям «Положения о присуждении ученых степеней»

Диссертационная работа Арзамасова Кирилла Михайловича на тему: «Технологии искусственного интеллекта при массовых профилактических и диагностических лучевых исследованиях», представленная на соискание учёной степени доктора медицинских наук, является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научной проблемы современной медицинской информатики и общественного здоровья, организации и социологии здравоохранения.

По актуальности, научной новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов диссертационная работа *Арзамасова Кирилла Михайловича* соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого

Официальный оппонент

Профессор кафедры биомедицинской инженерии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет», доктор медицинских наук, профессор

14.00.33 Общественное здоровье и здравоохранение

«04» 04 2024 г.

Агарков Николай Михайлович



Список Иван
недоверен
специалист по кадрам

Александр Н.М.

Судья Лысенко Н.В.
04.09.2024г.

Полное название организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет». Сокращенное название организации: ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет». Почтовый адрес: 305040, Россия, г.Курск, ул. 50 лет Октября, д.94, 8-4712-50-48-00, Веб-сайт: www.swsu.ru. Электронный адрес: rector@swsu.ru

Создание знаменитого

В.А. Арзамасов Н.М. 10.09.2024г.