#### ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию СМОЛЬНИКОВОЙ Ульяны Алексеевны на тему: «Возможности систем автоматического анализа цифровых рентгенологических изображений в диагностике округлых образований в легких», представленную на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по научной специальности: 3.1.25. Лучевая диагностика.

### Актуальность исследования.

Последние десятилетия ознаменованы стремительным развитием новых технологий, направленных на широкое применение методов автоматизации процессов, в том числе и в медицине. К таким технологиям относятся системы, направленные на анализ сложных медицинских данных, в том числе лучевых изображений. Использование технологий машинного зрения применимо для распознавания любых цифровых рентгенологических изображений, и это наиболее актуально для самых часто используемых исследований в среди всех лучевых диагностики - рентгенографии. Выбор цифровой методов рентгенограммы, как объекта изучения и применения систем автоматического анализа изображений обусловлен как широким ее распространением и доступностью, так и наличием определенных сложностей в интерпретации полученных данных. Более того, общеизвестна проблема невысокой эффективности рентгенографии как метода раннего выявления таких социально значимых заболеваний легких, как опухолевые поражения и туберкулез легких. Сложности трактовки рентгенограмм обусловлены множеством причин, включающим не только технические особенности получения изображений и невозможности нивелирования суммационного эффекта, но и человеческим фактором, заключающимся, к примеру, в возникновении психофизиологических феноменов работы в целом органа зрения, включая снижение внимания И нарастание усталости при

избирательной интенсивной нагрузке. С другой стороны, на протяжении всего периода существования этой технологии визуализации велась работа по увеличению ее диагностической эффективности. Одним из наиболее эффективных подходов снижения числа пропусков патологии была признана интерпретация с использованием повторного чтения рентгенограмм. А переход к цифровому принципу формирования изображений следует отнести к наиболее принципиальному изменению, которое заложило основу для кардинального пересмотра принципов анализа полученных изображений. Наиболее перспективным из всех современных методик повышения диагностической точности цифровых рентгенологических изображений разработка является систем компьютерного анализа медицинских изображений, что и послужило материалом для данного диссертационного исследования.

### Научная новизна

Научная новизна работы обусловлена изучением нескольких автоматической оценки цифровых изображений применительно к практике врача-рентгенолога, также демонстрацией различных результатов интерпретаций изображений изучаемыми программами, в доказательством расхождения данных аналитической И клинической валидации. В то же время было установлено, что показатели диагностической эффективности систем автоматической оценки изображений в выявлении округлых образований в легких сопоставимы с результатами чтения рентгенограмм опытными врачами-рентгенологами. Кроме того, в работе доказано наличие парадокса суммации ошибок врача-рентгенолога и систем автоматической оценки изображений в случае их совместной интерпретации изображений.

### Теоретическая и практическая значимость

В случае использования цифровой рентгенографии как метода раннего выявления заболеваний легких, проявляющихся очагом или округлым образованием, в ходе диссертационной работы была подтверждена ее невысокая диагностическая эффективность.

Полученные результаты использования систем автоматического анализа рентгенологических изображений в качестве вспомогательного второго чтения для врачей-рентгенологов подтверждают целесообразность рассмотрения подобных программ как метода повышения диагностической эффективности цифровой рентгенографии.

Представлены результаты экспериментальных исследований, подтверждающие необходимость оценки не только итоговых показателей диагностической эффективности, предоставляемых производителем и независимыми испытаниями, но и характера выборки, на которой проводилось тестирование и сопоставление этих параметров с условиями работы медицинской организации.

В работе предложены практические рекомендации по выбору модели взаимодействия врача-рентгенолога и систем автоматического анализа в клинической практике врача-рентгенолога.

# Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В ходе диссертационного исследования был проведен анализ актуальной литературы, а также были разработаны и зарегистрированы базы лучевых изображений, часть из которых использовалась в процессе тестирования врачей-рентгенологов, а затем и систем автоматического анализа изображений методом аналитической валидации. Наряду с этим, были разработаны возможные варианты взаимодействия медицинского персонала и систем

автоматического анализа изображений в реальных условиях клинической работы врача-рентгенолога.

Полученные результаты и основные положения были представлены на всероссийских и международных конференциях, а также опубликованы в аттестационной Высшей журналах, рекомендованных комиссией Министерства образования науки Российской Федерации опубликования результатов диссертационных работ, И В изданиях, относящихся к Web of Science.

## Общая характеристика диссертационного исследования

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, глав с результатами собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 164 ссылки на работы, среди которых 61 отечественные, 103 - зарубежные. Результаты диссертационного исследования иллюстрированы 21 таблицей и 41 рисунком.

Введение посвящено актуальности выбранной темы диссертационного исследования, формулировке цели, задач работы. Научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертации, основные положения, выносимые на защиту лаконично сформулированы и соответствуют требованиям, предъявляемым к диссертационным исследованиям.

Первая глава содержит актуальные данные источников научной литературы, подчеркивающих актуальность выбранной темы исследования. Обзор литературы подтверждает существующие проблемы диагностической эффективности цифровой рентгенографии и необходимость ее повышения. Показано, что использование систем автоматической оценки является одним из перспективных инструментов для ее решения.

Вторая глава отражает материалы и методы диссертационного исследования. Описана разработка и структура двух баз лучевых изображений, включающих

данные не только цифровых рентгенограмм, но и компьютерные томограммы органов грудной клетки. Зарегистрированные базы лучевых изображений послужили источником для формирования необходимых различных по составу и условий применения выборок для тестирования врачей и систем автоматической оценки. В главе изложены этапы подготовки вариантов тестирования и критерии включения в них и врачей-рентгенологов, и систем автоматического анализа.

Третья глава посвящена тестированию врачей-рентгенологов в двух вариантах — очного и онлайн тестирования, в которой была показана невысокие параметры диагностической эффективности рентгенограмм в выявлении очагов или округлых образований в легких при интерпретации их врачамирентгенологами, что подтверждает полученные ранее результаты, ставящие сомнение использование рентгенограмм в рамках скрининговых программ.

Четвертая глава описывает тестирование четырех систем автоматического анализа цифровых изображений. По представленным результатам формулируется вывод о сопоставимости результатов тестирования врачей-рентгенологов в предыдущей главе с результатами оценки рентгенограмм системами автоматического анализа.

Пятая глава предлагает возможные варианты использования систем автоматического анализа цифровых изображений в клинической практике врача-рентгенолога посредством моделирования двух различных моделей взаимодействия, результатом которого стала демонстрация суммации ошибок врача-рентгенолога и систем и как результат — снижение диагностической эффективности. Также автор указывает на существенный факт отсутствия корреляции результатов аналитической и клинической валидации.

Выводы и практические рекомендации обоснованы и соответствует поставленным задачам диссертационного исследования.

В целом рассматриваема работа заслуживает положительной оценки, ка один из первых системных и объективных трудов в актуальной области сравнительной оценки использования разных систем компьютерного зрения для решения задач цифровой рентгенографии органов грудной полости. Однако в процессе ознакомления возникли вопросы, имеющие строго дискуссионный характер:

- 1. Результаты третьей главы посвящены анализу эффективности использования рентгенографии в зависимости от квалификации врачарентгенолога. А какой результат применения систем компьютерного анализа рентгенограмм в группах опытных и начинающих рентгенологов наблюдали Вы в своем исследовании?
- 2. Полученные результаты на сегодняшний день не позволяют рекомендовать рассмотренные системы в качестве альтернативы томографии компьютерного В качестве скринингового Существуют ли перспективы и какие условия необходимы для широкого использования цифровой рентгенографии с автоматическим анализом для решения этих задач?
- 3. Имеет ли смысл проводить обучение компьютерного зрения с использованием комплексного обследования (рентгенография + КТ + клинические данные, возможно в динамике) для последующего практического использования обученной системы для анализа рентгенограмм?
- 4. Чем вы руководствовались при выборе программ автоматического анализа, которые использовались в вашей работе?
- 5. Существует ли необходимость разработки системы тестирования компетенций компьютерных систем анализа по задачам? Как по Вашему может она выглядеть?

Таким образом, диссертация Смольниковой Ульяны Алексеевны на тему: «Возможности систем автоматического анализа цифровых

рентгенологических изображений в диагностике округлых 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 Смольникова Ульяна Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата медицинских наук по научной специальности 3.1.25. Лучевая диагностика. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не установлены.

Доктор медицинских наук, доцент, профессор Научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» Института высоких медицинских технологий Медицинского факультета

СПбГУ

Владимирович

МИЩЕНКО Андрей